

Universidade Federal da Grande Dourados  
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais  
Programa de Pós-Graduação em  
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Bioatividade de extratos botânicos sobre *Plutella xylostella* L. 1758  
(Lepidoptera: Plutellidae)

Rosicleia Matias da Silva

Dourados-MS  
Fevereiro de 2022

Universidade Federal da Grande Dourados  
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais  
Programa de Pós-Graduação em  
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Rosicleia Matias da Silva

BIOATIVIDADE DE EXTRATOS BOTÂNICOS SOBRE *Plutella*  
*xylostella* L. 1758 (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de DOUTOR EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação.

Orientadora: Rosilda Mara Mussury Franco Silva

Dourados-MS  
Fevereiro de 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S586b Silva, Rosicleia Matias Da

Bioatividade de extratos botânicos sobre *Plutella xylostella* L.  
1758 (Lepidoptera: Plutellidae) [recurso eletrônico] / Rosicleia  
Matias Da Silva. -- 2022.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Rosilda Mara Mussury Franco Silva.

Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da  
Biodiversidade)-Universidade Federal da Grande Dourados,  
2022.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:  
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os  
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que  
citada a fonte.

“BIOATIVIDADE DE EXTRATOS BOTÂNICOS SOBRE *Plutella xylostella* L. 1758  
(LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)”.

Por

**ROSICLEIA MATIAS DA SILVA**

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),  
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de  
**DOUTORA EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**  
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação



---

Dr.<sup>a</sup> Rosilda Mara Mussury Franco Silva  
Orientadora/Presidente – UFGD

**Participação remota**

Dr.<sup>a</sup> Laura Jane Gislotti

**Participação remota**

Dr.<sup>a</sup> Ivana Fernandes da Silva

**Participação remota**

Dr.<sup>a</sup> Sandra Verza da Silva

**Participação remota**

Dr.<sup>a</sup> Irys Fernanda Santana Couto

Tese aprovada em: 28 de fevereiro de 2022.

## BIOGRAFIA

Rosicléia Matias da Silva, natural de Dourados – Mato Grosso do Sul nascida aos 09 de setembro de 1992 é filha de Valdete Cabreira e Clementino Matias Cabreira. cursou o Ensino Fundamental na Escola Municipal Arthur Campos Mello e Escola Municipal Prof<sup>a</sup> Elza Farias Kintschev Real – Dourados/MS e o Ensino Médio na Escola Estadual Antonia da Silveira Capilé e Escola Estadual Pastor Daniel Berg – Dourados/MS.

Graduada em Ciências Biológicas – Licenciatura (2011-2014) e Bacharelado (2015-2018) pela Universidade Federal da Grande Dourados. Mestre em Entomologia e Conservação da Biodiversidade pela Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD (2016 a 2018), onde investigou a bioatividade de extrato etanólico de espécies de Rubiaceae sobre gerações de *Plutella xylostella* L., 1758 (Lepidoptera: Plutellidae), tendo essa pesquisa publicada na Revista Gesunde Pflanzen com o título “*Alibertia* spp. (Rubiaceae) extracts interfere with the development and reproduction of *Plutella xylostella* L., 1758 (Lepidoptera: Plutellidae)”.

Ingressou no curso de Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade em 2018, onde investiga a bioatividade de extratos aquosos de Rubiaceae e Fabaceae sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella*. Foi bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) de 2016 a 2021. Em 2022 conclui essa etapa e se torna Doutora em Entomologia e Conservação da Biodiversidade com a defesa de tese intitulada “Bioatividade de extratos botânicos sobre *Plutella xylostella* L. 1758 (Lepidoptera: Plutellidae)”.

## AGRADECIMENTOS

Durante a minha trajetória na Universidade Federal da Grande Dourados, especificamente na Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais pude contar com a ajuda, o apoio, o companheirismo e as orientações de muitas pessoas que, certamente, fazem parte desse trabalho. Gostaria de aproveitar a oportunidade para expressar minha gratidão a todos, mas devido ao espaço limitado, vou me restringir a algumas pessoas em especial:

À orientadora, Rosilda Mara Mussury, principal responsável pela obtenção dos meus títulos de Mestre e Doutora. Sou-lhe eternamente grata pela oportunidade de fazer parte do grupo de pesquisa, pela paciência, ensinamentos e correções no decorrer do trabalho.

A todos os meus “irmãos científicos” em especial ao Claudemir Fioratti, Leandro Oliveira e Eduardo Faca, que escutaram e me fortaleceram psicologicamente quando mais precisei.

Ao Paulo César Pereira pela amizade construtiva e companheirismo.

Ao Maycon Zanata por toda a paciência, compreensão e apoio nos momentos mais difíceis.

A todos os professores da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais. Gostaria de citar alguns que contribuíram na minha graduação e pós-graduação. Aos professores Joseana Stecca Farezim Knapp, Fabiano Antunes e Lenice Heloísa de Arruda pelas aulas e conselhos no estágio supervisionado. À professora Ivana Fernandes da Silva pelas aulas de Interação Inseto Planta. Ao professor Manoel Araécio Uchoa Fernandes pelas disciplinas Sistemática e Evolução de Insecta e Biologia dos Insetos. Ao professor Wedson Desidério Fernandes pelos ensinamentos em método científico e elaboração de projetos em entomologia.

Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados pela oportunidade concedida para a realização do Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

Aos meus pais, Valdete Cabreira e Clementino Matias, reconheço todos os esforços que vocês prestaram para que minha formação acadêmica e pessoal fosse a melhor possível. Gratidão de coração!

Dedico este trabalho a mim mesma,  
pelo meu esforço, dedicação e perseverança.  
E por conseguir concluí-lo durante uma pandemia.

Dedico-o também a todos os que acreditaram em mim e estiveram ao meu lado.

Estou entre aqueles  
que acham que a ciência  
tem uma grande beleza.

Marie Curie

#### **NOTA EXPLICATIVA**

A tese de doutorado e os capítulos foram elaborados seguindo as normas estabelecidas pelo Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, com exceção do capítulo III e IV que estão estruturados nas normas estabelecidas pela revista *Research, Society and Development e Agronomy*, respectivamente. O capítulo III intitulado “*Extratos aquosos de Psychotria sp. interferem na biologia de Plutella xylostella*” foi publicado em 2021 e está disponível no link: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21474>.

## LISTA DE TABELA – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

<b>Tabela 1:</b> Tamanho da capsula cefálica, comprimento total do corpo de <i>Plutella xylostella</i> e duração em cada instar de desenvolvimento larval.....	<b>12</b>
--	-----------

## LISTA DE TABELA – CAPÍTULO I

<b>Tabela 1:</b> Espécies botânicas testadas sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de <i>Plutella xylostella</i> L. 1758 (Lepidoptera: Plutellidae), entre os anos de 2006 a 2021.....	<b>50</b>
---	-----------

## LISTA DE TABELA – CAPÍTULO II

<b>Tabela 1:</b> Espécie botânica, família, localização de coleta e código das exsiccatas das espécies botânica utilizadas nos experimentos.....	<b>85</b>
--	-----------

<b>Tabela 2:</b> Índice de preferência para oviposição e viabilidade dos ovos (média $\pm$ EP) obtido pelo bioensaio com chance de escolha utilizando água destilada e extratos aquoso de Rubiaceae e Fabaceae.....	<b>89</b>
---	-----------

<b>Tabela 3:</b> Índice de preferência alimentar e classificação (média $\pm$ EP) obtido pelo bioensaio com chance de escolha utilizando água destilada e extratos aquoso de Rubiaceae e Fabaceae.....	<b>90</b>
--	-----------

## LISTA DE TABELA – CAPÍTULO III

<b>Tabela 1:</b> Sobrevivência das larvas, pupas e ovos <i>Plutella xylostella</i> (média $\pm$ EP) no fator isolado: Planta. Temperatura $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , Umidade Relativa $60 \pm 5\%$ e Fotoperíodo 12 horas. Dourados, MS. 2021.....	<b>103</b>
--	------------

<b>Tabela 2:</b> Sobrevivência das larvas, pupas e ovos <i>Plutella xylostella</i> (média $\pm$ EP) no fator isolado: Método de Extração. Temperatura $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , Umidade Relativa $60 \pm 5\%$ e Fotoperíodo 12 horas. Dourados, MS. 2021.....	<b>105</b>
--	------------

<b>Tabela 3:</b> Sobrevivência das larvas, pupas e ovos <i>Plutella xylostella</i> (média $\pm$ EP) no desdobramento da interação planta x método de extração. Temperatura $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , Umidade Relativa $73,3 \pm 7\%$ e Fotoperíodo 12 horas. Dourados, MS. 2021.....	<b>106</b>
---	------------

## LISTA DE TABELA – CAPÍTULO IV

**Table 1:** Pupal duration (days), egg survival (%) and adult longevity (days) of *Plutella xylostella* (mean  $\pm$  EP) in the unfolding of the Plant x Extraction method interaction. Temperature  $24 \pm 1^\circ\text{C}$ , Relative Humidity  $73.3 \pm 7\%$  and Photoperiod 12 hours. Dourados, MS. 2022.....**113**

**Table 2:** Larval and pupal duration (days), larval and pupal survival (%) and pupal biomass (mg) of *Plutella xylostella* (mean  $\pm$  EP) fed with aqueous extract of *Acosmium subelegans*, *Vatairea macrocarpa*, *Psychotria leiocarpa* and *Psychotria deflexa*. Temperature  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , Relative Humidity  $60 \pm 5\%$  and Photoperiod 12 hours. Dourados, MS. 2022.....**114**

**Table 3:** Larval and pupal duration (days), egg survival (%) and longevity of males (days) of *Plutella xylostella* (mean  $\pm$  EP) fed with aqueous extract of *Acosmium subelegans*, *Vatairea macrocarpa*, *Psychotria leiocarpa* and *Psychotria deflexa* elaborated by maceration and infusion. Temperature  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , Relative Humidity  $60 \pm 5\%$  and Photoperiod 12 hours.....**114**

## LISTA DE FIGURA – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

**Figura 1:** Distribuição de Brassicaceae em território brasileiro.....**8**

**Figura 2:** Detalhes do processo de seleção artificial realizado em *Brassica oleracea* que resultou em seis variedades distintas.....**9**

**Figura 3:** Danos provocados por larvas de *P. xylostella* L. em folhas de couve-manteira.....**10**

**Figura 4:** Traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella* L.): **a)** indivíduo adulto; **b)** indivíduo macho; **c)** indivíduo fêmea; **d)** agrupamento de ovos depositados na face abaxial folha e ao longo da nervura central; **e)** larvas dentro de galerias (minas) feitas na folha; **f)** larva exibindo prolegs em forma de “V” bem pronunciado; **g)** larva no último instar tecendo o casulo de fios de seda; **h)** pupa sem casulo de seda.....**11**

**Figura 5:** Distribuição geográficas das espécies de *Alibertia* no território brasileiro; ■ = ocorrência confirmada; ■ = sem ocorrência confirmada.....**16**

**Figura 6:** Distribuição geográficas das espécies de *Psychotria* no território brasileiro; ■ = ocorrência confirmada; ■ = sem ocorrência confirmada.....18

**Figura 7:** Distribuição geográficas das espécies de *Acosmium* no território brasileiro; ■ = ocorrência confirmada; ■ = sem ocorrência confirmada.....20

**Figura 8:** Distribuição geográficas das espécies de *Vatairea* no território brasileiro; ■ = ocorrência confirmada; ■ = sem ocorrência confirmada.....21

### LISTA DE FIGURA – CAPÍTULO I

**Figura 1:** Número de artigos científicos publicados que utilizaram extratos botânicos sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *Plutella xylostella* L. 1758 (Lepidoptera: Plutellidae), entre os anos de 2006 a 2021.....47

**Figura 2:** Porcentagem das estruturas botânicas testadas sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *Plutella xylostella* L. 1758 (Lepidoptera: Plutellidae), entre os anos de 2006 a 2021.....47

**Figura 3:** Porcentagem dos solventes testados sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *Plutella xylostella* L. 1758 (Lepidoptera: Plutellidae), entre os anos de 2006 a 2021.....48

**Figura 4:** Principais famílias botânicas testadas sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *Plutella xylostella* L. 1758 (Lepidoptera: Plutellidae), entre os anos de 2006 e 2021.....49

### LISTA DE FIGURA – CAPÍTULO II

**Figura 1.** Número total de ovos depositados por fêmeas de *Plutella xylostella* durante 10 dias de observação em bioensaio com chance de escolha do substrato para oviposição, sendo (●) água destilada e (▲) extrato aquoso.....88

<b>Figura 2.</b> Consumo alimentar de larvas de terceiro instar de <i>Plutella xylostella</i> obtido no bioensaio com chance de escolha de alimentação.....	<b>89</b>
<b>Figura 3.</b> Porcentagem de indivíduos em período larval (■), pupas (■) e mortos (■) após o bioensaio com chance de escolha para alimentação. A) <i>Psychotria capillacea</i> ; B) <i>Psychotria deflexa</i> ; C) <i>Psychotria leiocarpa</i> ; D) <i>Alibertia edulis</i> ; E) <i>Alibertia sessilis</i> ; F) <i>Alibertia intermedia</i> ; G) <i>Vatairea macrocarpa</i> ; H) <i>Acosmium subelegans</i> .....	<b>90</b>

### LISTA DE FIGURA – CAPÍTULO III

<b>Figura 1.</b> Esquema representativo do teste de toxicidade dos extratos sobre larvas (A) e pupas (B) de <i>P. xylostella</i> . Experimento desenvolvido em condições controladas de temperatura ( $25 \pm 2$ °C), umidade relativa ( $60 \pm 5\%$ ) e fotoperíodo (12 horas).....	<b>101</b>
<b>Figura 2.</b> Esquema representativo do teste de toxicidade dos extratos sobre ovos de <i>P. xylostella</i> . Experimento desenvolvido em condições controladas de temperatura ( $25 \pm 2$ °C), umidade relativa ( $60 \pm 5\%$ ) e fotoperíodo (12 horas).....	<b>102</b>
<b>Figura 3.</b> Taxa de mortalidade das larvas de <i>P. xylostella</i> após a exposição aos extratos de A) <i>Psychotria capillacea</i> , B) <i>Psychotria deflexa</i> e C) <i>Psychotria leiocarpa</i> elaborados por maceração (▲) e infusão (●).....	<b>104</b>

### LISTA DE FIGURA – CAPÍTULO IV

<b>Figure 1.</b> Schematic representation of the methodology used to evaluate insecticide potential.....	<b>112</b>
--	------------

# SUMÁRIO

<b>RESUMO GERAL .....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>7</b>
2.1. Brassicaceae.....	7
2.2. Traça-das-crucíferas ( <i>Plutella xylostella</i> L. 1758).....	9
2.3. Inseticidas botânicos e sintéticos.....	13
2.4. Rubiaceae.....	15
2.4.1. <i>Alibertia</i> .....	16
2.4.2. <i>Psychotria</i> .....	18
2.5. Fabaceae .....	19
2.5.1. <i>Acosmium subelegans</i> .....	20
2.5.2. <i>Vatairea macrocarpa</i> .....	21
2.6. Extração de metabólitos secundários.....	22
<b>3. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>23</b>
<b>4. OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>42</b>
<b>5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>42</b>
<b>6. HIPÓTESES .....</b>	<b>43</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>44</b>
Resumo .....	44
Abstract.....	44
1. Introdução.....	45
2. Metodologia.....	46
3. Resultados e Discussão.....	46
3.1. Acoraceae .....	48
3.2. Amaranthaceae .....	55
3.3. Amaryllidaceae e Anacardiaceae.....	55
3.4. Annonaceae .....	56
3.5. Apocynaceae, Araceae, Asclepiadaceae e Asparagaceae.....	56
3.6. Asteraceae.....	57
3.7. Bignoniaceae e Cactaceae .....	59
3.8. Capparaceae e Commelinaceae .....	59
3.9. Crassulaceae e Elaeagnaceae.....	59

3.10. Euphorbiaceae .....	60
3.11. Fabaceae .....	61
3.12. Huaceae e Lamiaceae .....	62
3.13. Melanthiaceae e Melastomataceae .....	63
3.14. Meliaceae.....	63
3.15. Myrtaceae, Nitrariaceae e Oleaceae .....	64
3.16. Onagraceae e Orobanchaceae .....	65
3.17. Pandanaceae, Papaveraceae, Phytolaccaceae e Pinaceae .....	65
3.18. Piperaceae.....	66
3.19. Poaceae e Polygonaceae .....	66
3.20. Rubiaceae e Rutaceae .....	67
3.21. Sapindaceae e Simaroubaceae .....	67
3.22. Solanaceae .....	68
3.23. Styracaceae e Thymelaeaceae .....	69
3.24. Verbenaceae e Zingiberaceae .....	69
4. Consideração Final .....	70
Referências .....	70
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>82</b>
Resumo .....	82
Abstract.....	82
1. Introdução.....	83
2. Material e Métodos.....	84
2.1. Inseto .....	84
2.2. Material vegetal e método de extração .....	84
2.3. Bioensaio de preferência de oviposição .....	85
2.4. Bioensaio de preferência alimentar .....	86
2.5. Análise estatística .....	86
3. Resultados.....	86
3.1. Oviposição.....	86
3.2. Alimentação.....	87
4. Discussão.....	91
Referências .....	93
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>98</b>
Resumo .....	98
Abstract.....	98
Resumen .....	99

1. Introdução.....	99
2. Metodologia.....	100
2.1. Material vegetal e preparação dos extratos.....	100
2.2. Criação e manutenção de <i>P. xylostella</i> .....	100
2.3. Toxicidade dos extratos sobre larvas e pupas de <i>P. xylostella</i> .....	101
2.4. Toxicidade dos extratos sobre ovos de <i>P. xylostella</i> .....	101
2.5. Análise estatística.....	102
3. Resultados e discussão.....	102
3.1. Toxicidade sobre as larvas e pupas de <i>P. xylostella</i> .....	102
3.2. Toxicidade sobre ovos de <i>P. xylostella</i> .....	105
4. Conclusão.....	106
Referências.....	107
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>110</b>
1. Introduction.....	110
2. Materials and methods.....	111
2.1. <i>Plutella xylostella</i> .....	111
2.2. Botanical material.....	111
2.3. Preparation of botanical extracts.....	111
2.4. Bioassay.....	112
2.5. Statistical analysis.....	112
3. Results.....	113
4. Discussion.....	114
5. Conclusions.....	116
References.....	117
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>119</b>
<b>CONTRIBUIÇÕES RELEVANTES PARA A COMUNIDADE.....</b>	<b>120</b>

## RESUMO GERAL

A traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella* L. 1758) é, economicamente, a praga mais importante que acomete as plantações de brássicas. O seu controle é realizado principalmente com aplicações de inseticidas sintéticos, que usados constantemente e de forma incorreta acarreta uma série de problemas ambientais e à saúde humana. Diante disso, verifica-se a necessidade de métodos de controles que minimizem os impactos no meio ambiente e sejam seletivos aos organismos-alvo. Nesse caso, os compostos bioativos presente nos extratos botânicos tornam-se uma opção promissora na gestão dos insetos-daninho, pois provocam diversas reações sobre eles. Por isso, o presente trabalho teve por objetivo revisar quais espécies botânicas tiveram seus extratos testados sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella* nos últimos 15 anos (Capítulo I). Bem como, analisar os efeitos dos extratos de Fabaceae e Rubiaceae sobre a preferência alimentar e de oviposição da *P. xylostella* (Capítulo II), a toxicidade dos extratos de *Psychotria* sp., elaborados por maceração e infusão, sobre os ovos, pupas e larvas do inseto (Capítulo III) e a bioatividade dos extratos de Rubiaceae e Fabaceae, elaborados por maceração e infusão, sobre os parâmetros biológicos da *P. xylostella* (Capítulo IV). Na revisão de literatura foi realizada uma busca metódica pelas bases de dados e sites relacionados com a temática, foram selecionados os artigos redigidos nas línguas inglesa, portuguesa ou espanhola. Casais de adultos recém emergidos e larvas de terceiro instar de *P. xylostella* foram submetidos aos testes de preferência de oviposição e alimentar, respectivamente, com duas opções de escolha, sendo utilizado extrato aquoso de *Psychotria* sp., *Alibertia* sp., *Acosmium subelegans*, *Vatairea macrocarpa*, elaborados por maceração, e água destilada como opções. Enquanto a toxicidade por contato foi verificada aplicando os extratos aquosos de *Psychotria* sp, elaborados por maceração e infusão, sobre ovos, pupas e larvas de terceiro instar de *P. xylostella*. A toxicidade nos parâmetros biológicos do inseto foi testada alimentando larvas recém eclodidas com discos de couve submersos nos extratos botânicos de *Psychotria* sp., *Acosmium subelegans* e *Vatairea macrocarpa*, sendo avaliado os efeitos letais e sub letais do extrato. A revisão bibliográfica apontou 117 espécies botânicas que tiveram seus extratos testados sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella* nos últimos 15 anos. As famílias mais estudadas foram Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Piperaceae, Rubiaceae, Lamiaceae, Myrtaceae e Solanaceae. A água e as folhas foram o solvente e a estrutura botânica mais utilizadas na confecção dos extratos, respectivamente. Os extratos de *Alibertia* sp., *Psychotria* sp., *Acosmium subelegans* e *Vatairea macrocarpa* provocaram deterrência na oviposição e reduziram a viabilidade dos ovos, sendo o extrato de *A. sessilis* o mais eficiente entre eles. O extrato aquoso de *A. intermedia* e *A. subelegans* estimularam a alimentação das larvas de terceiro instar de *P. xylostella*, enquanto os outros extratos agiram como fagodeterrentes. Os extrato de *Psychotria* não demonstraram toxicidade por contato em larvas e pupas. No entanto foram tóxicos para os ovos de *P. xylostella*. A menor sobrevivência dos ovos foi observada no tratamento com extrato aquoso de *P. deflexa*. A bioatividade dos extrato sobre os parâmetros biológicos da *P. xylostella*, evidenciou que os extratos aquoso de *P. leiocarpa*, *P. deflexa*, *A. subelegans* e *V. macrocarpa* reduziram a duração e a sobrevivência dos ovos, além de provocar mortalidade larval superior a 70%. Os extratos de *P. leiocarpa* prolongaram a duração pupal e reduziram significativamente a fecundidade das fêmeas, enquanto os extratos de *V. macrocarpa* reduziram a sobrevivência das pupas. Foi observado que os extratos elaborados por infusão foram mais efetivos na redução da sobrevivência dos ovos quando comparado com os extratos elaborados por maceração. Salientamos que os experimentos foram realizados em condições controladas de temperatura, umidade e fotoperíodo, por isso surge a necessidade de trabalhos adicionais que visam elucidar a bioatividade dos extratos em condições de campo, bem como o seu mecanismo de ação no inseto alvo e sua toxicidade em inimigos naturais. No presente trabalho concluímos que as espécies estudadas possuem grande potencial no controle de *P. xylostella* e que o método de extração não interferiu no grau de toxicidade da planta. Esperamos que a revisão

bibliográfica possa aprofundar o conhecimento sobre o tema e colaborar para o fortalecimento das pesquisas futuras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Toxicidade; Traça-das-crucíferas; Extrato botânico; *Psychotria*; *Alibertia*; *Acosmium*; *Vatairea*.

## ABSTRACT

The diamondback moth (*Plutella xylostella* L. 1758) is, economically, the most important pest that affects brassica plantations. Its control is carried out mainly with applications of synthetic insecticides, which, when used constantly and incorrectly, lead to a series of environmental and human health problems. Therefore, there is a need for control methods that minimize impacts on the environment and are selective for target organisms. In this case, the bioactive compounds present in botanical extracts become a promising option in the management of harmful insects, as they cause different reactions on them. Therefore, the present work aimed to review which botanical species had their extracts tested on the biological and behavioral parameters of *P. xylostella* in the last 15 years (Chapter I). As well as, to analyze the effects of extracts from Fabaceae and Rubiaceae on feeding and oviposition of *P. xylostella* (Chapter II), the toxicity of extracts from *Psychotria* sp., prepared by maceration and infusion, on eggs, pupae and larvae of the insect (Chapter III) and the bioactivity of Rubiaceae and Fabaceae extracts, prepared by maceration and infusion, on the biological parameters of *P. xylostella* (Chapter IV). In the literature review, a methodical search was carried out through databases and websites related to the theme, articles written in English, Portuguese or Spanish were selected. Couples of newly emerged adults and third instar larvae of *P. xylostella* were submitted to oviposition and feeding preference tests, respectively, with two options of choice, using aqueous extract of *Psychotria* sp., *Alibertia* sp., *Acosmium subelegans*, *Vatairea macrocarpa*, prepared by maceration, and distilled water as options. While contact toxicity was verified by applying aqueous extracts of *Psychotria* sp., prepared by maceration and infusion, on eggs, pupae and third-instar larvae of *P. xylostella*. Toxicity in the insect's biological parameters was tested by feeding newly hatched larvae with cabbage disks submerged in botanical extracts of *Psychotria* sp., *Acosmium subelegans* and *Vatairea macrocarpa*, evaluating the lethal and sub-lethal effects of the extract. The bibliographic review pointed out 117 botanical species that had their extracts tested on the biological and behavioral parameters of *P. xylostella* in the last 15 years. The most studied families were Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Piperaceae, Rubiaceae, Lamiaceae, Myrtaceae and Solanaceae. Water and leaves were the most used solvent and botanical structure in the preparation of extracts, respectively. *Alibertia* sp., *Psychotria* sp., *Acosmium subelegans* and *Vatairea macrocarpa* extracts caused oviposition deterrence and reduced egg viability, with *A. sessilis* extract being the most efficient among them. The aqueous extract of *A. intermedia* and *A. subelegans* stimulated the feeding of the third instar larvae of *P. xylostella*, while the other extracts acted as deterrents. *Psychotria* extracts did not demonstrate contact toxicity in larvae and pupae. However, they were toxic to *P. xylostella* eggs. The lowest egg survival was observed in the treatment with aqueous extract of *P. deflexa*. The bioactivity of the extracts on the biological parameters of *P. xylostella*, showed that the aqueous extracts of *P. leiocarpa*, *P. deflexa*, *A. subelegans* and *V. macrocarpa* reduced the duration and survival of the eggs, in addition to causing larval mortality greater than 70%. *P. leiocarpa* extracts prolonged pupal duration and significantly reduced female fecundity, while *V. macrocarpa* extracts reduced pupal survival. It was observed that extracts prepared by infusion were more effective in reducing egg survival when compared to extracts prepared by maceration. We emphasize that the experiments were carried out under controlled conditions of temperature, humidity and photoperiod, which is why there is a need for additional work aimed at elucidating the bioactivity of the extracts under field conditions, as well as its mechanism of action on the target insect and its toxicity on natural enemies. In the present work, we concluded that the studied species have great potential in the control of *P. xylostella* and that the extraction method did not interfere in the

degree of toxicity of the plant. We hope that the bibliographic review can deepen knowledge on the subject and collaborate to strengthen future research.

**KEYWORDS:** Toxicity; Diamondback moth; Botanical extract; *Psychotria*; *Alibertia*; *Acosmium*; *Vatairea*.

## 1. INTRODUÇÃO

Diversos insetos estão associados às plantas olerícolas, desde a germinação de suas sementes até a colheita. A maioria dessas espécies presentes não provocam prejuízos econômicos, sendo algumas delas até benéficas para as hortaliças, pois são insetos predadores ou parasitoides que ajudam a reduzir as populações de insetos-daninhos naturalmente (ZAWADNEAK et al., 2015; CATAPAN et al., 2018). O crescimento populacional dos insetos pode ser influenciado por inúmeros fatores, como disponibilidade de alimentos, metabolismo secundário das plantas e fatores bióticos e abióticos (CASTELO BRANCO et al., 1997; RODRIGUES, 2004; ZAWADNEAK et al., 2015).

Portanto, em condições favoráveis de desenvolvimento, os insetos considerados daninhos passam a causar prejuízos econômicos aos produtores, sendo necessário a adoção de métodos de controle para mitigar esses prejuízos. Durante a Revolução Verde, que ocorreu no Brasil em 1960, houve um aumento considerável na produção e na utilização de fertilizantes químicos, agrotóxicos e de sementes geneticamente modificadas (GOMES, 2005).

O uso desses produtos trouxe grandes benefícios para a produção agrícola no Brasil e no mundo, principalmente quando falamos no controle de indivíduos-daninho (planta invasora, microorganismos, insetos e outros artrópodes) (GOMES, 2005). Entretanto, houve diversos efeitos colaterais devido ao uso errôneo desses produtos, como contaminação ambiental, intoxicação de produtores e consumidores, redução de inimigos naturais e polinizadores e interferência morfológica e fisiológica de outros seres vivos (GARCIA et al., 2011; AZEVEDO et al., 2012; CISCATO et al., 2012; DETÓFANO et al., 2013; COSTA et al., 2014a; TOFOLO et al., 2014; CASTRO et al., 2015; GONÇALVES et al., 2015; TOMÉ et al., 2015; BONTEMPO et al., 2016; NAKANO et al., 2016).

Atualmente, o controle de insetos-daninho é realizado principalmente com aplicações de inseticidas sintéticos (BLANCO, 2019). Porém, algumas espécies evoluíram resistência a uma vasta quantidade de princípios ativos diferentes, como é o caso da *Plutella xylostella* L. 1758 (Plutellidae: Lepidoptera), popularmente conhecida como traça-das-crucíferas (APRD, 2022).

Esse inseto-daninho é, economicamente, a praga mais importante que acomete as plantações de brássicas, como a couve-manteiga, repolho, couve-flor, brócolis, mostarda, agrião, nabo, entre outros. Sua ação negativa nas hortaliças se deve pelo consumo das folhagens, provocando redução no rendimento e na qualidade dos produtos (FURLONG et al., 2013). Além da resistência à inseticidas, outra dificuldade enfrentada no seu controle é a abundância de

plantas hospedeiras com diferentes estágios de desenvolvimento numa mesma área, o que proporciona ao inseto-daninho alimento contínuo o ano todo (CELESTINO et al., 2017).

Com base nisso e nos efeitos colaterais provocados pelos inseticidas sintéticos, verifica-se a necessidade de métodos de manejo que controle as populações de *P. xylostella*. Nesse caso, os compostos bioativos presente nos extratos botânicos tornam-se uma alternativa promissora na gestão desse insetos-daninho por apresentarem atividade de amplo espectro sobre eles (como toxicidade, repelência alimentar, deterrência de oviposição, mortalidade precoce e deformações nos indivíduos) e serem relativamente específicos no seu modo de ação (NTONIFOR et al., 2010; KODJO et al., 2011; MAZHAWIDZA e MVUMI, 2017; CERDA et al. 2019; FACA et al., 2021; SILVA et al., 2021).

Para o controle de *P. xylostella* foram testados diversos extratos vegetais, entre eles: *Acalypha fruticosa* Forssk (Euphorbiaceae) (LINGATHURAI et al., 2011), *Piper guineense* Schum et Thonn (Piperaceae), *Aframomum melegueta* K. Schum (Zingiberaceae), *Aframomum citratum* K. Schum (Zingiberaceae) e *Afrostryax kamerunensis* Perkins (Huaceae) (NTONIFOR et al 2010), *Alibertia sessilis* (Vell.) K. Schum. (Rubiaceae), *Alibertia intermedia* (Mart.) (Rubiaceae), *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. (Rubiaceae) (PERES et al., 2017) e todos os extratos apresentaram interferência nas características biológicas ou comportamentais de *P. xylostella*.

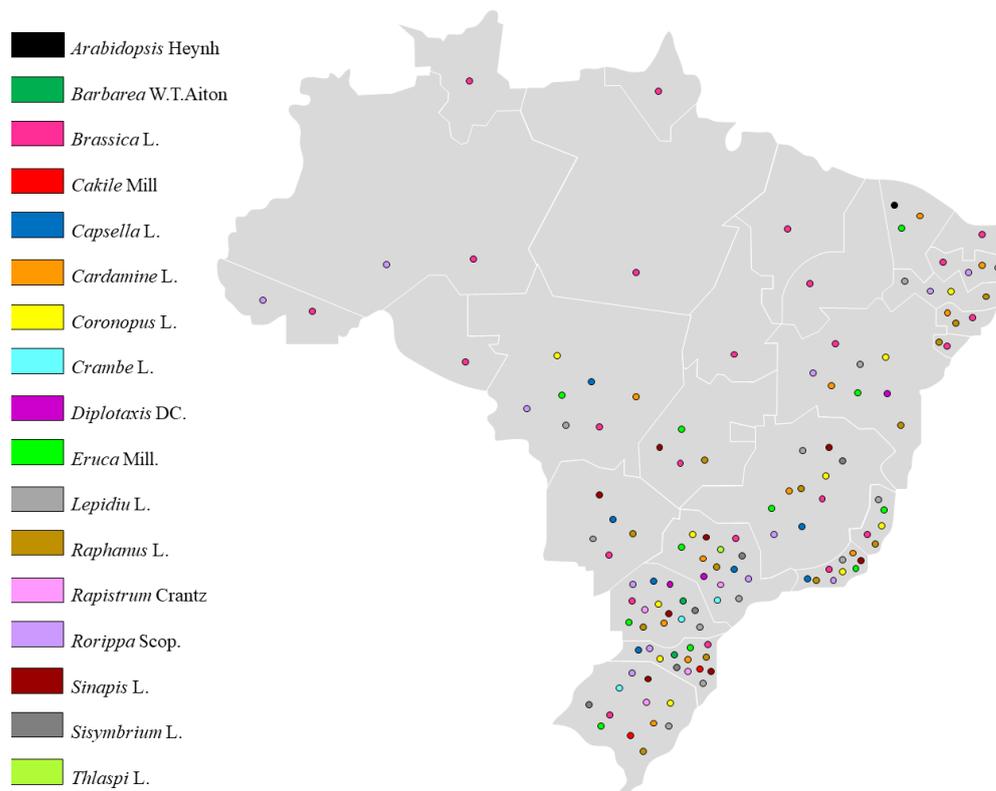
Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi revisar quais espécies botânicas tiveram seus extrato testados sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella* nos últimos 15 anos. Além disso, buscamos investigar a bioatividade dos extratos aquosos de espécies de Rubiaceae e Fabaceae, elaborados por maceração e infusão, sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella*.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Brassicaceae**

Brassicaceae ou Cruciferae, originou-se ao longo da costa do mediterrâneo, de onde provavelmente se disseminou por toda Europa, chegando ao Brasil juntamente com os primeiros imigrantes (SOUZA, 1983). Essa família é composta por 321 gêneros e 3.660 espécies (AL-SHEHBAZ, 2012), dos quais 17 gêneros e 38 espécies são encontrados no Brasil (LIMA et al., 2020). Devido à sua alta resiliência às mudanças climáticas, são espécies que podem ser cultivadas em todos os continentes, mas geralmente são produzidas em regiões de climas amenos, com temperatura entre 14 e 21°C (THORUP-KRISTENSEN, 2008). As espécies dessa família são amplamente distribuídas em todos os estados brasileiros, sendo

*Brassica* L. o gênero de maior importância econômica e nutricional para a população (LIMA et al., 2020) (Figura 1).



**Figura 1:** Distribuição de Brassicaceae em território brasileiro.

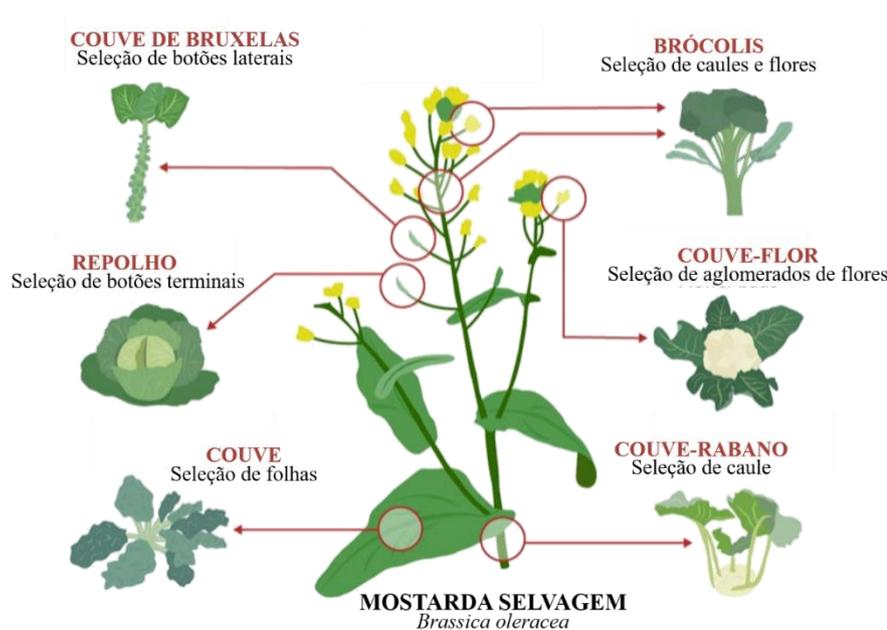
Fonte: Flora do Brasil, 2020

Disponível em: <https://bityli.com/bxHtJ>

A maioria das plantas desse gênero pertence a uma única espécie, *Brassica oleracea* L., e são derivadas de seleções artificiais no sistema foliar ou radicular, onde cada variedade tem sua própria história de domesticação (DIXON, 2006) (Figura 2).

Os principais representantes de brássicas são: couve-manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala* DC.), repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.), brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck), couve de Bruxelas (*Brassica oleracea* var. *gemmifera* (DC.) Zenker), canola (*Brassica napus* var. *oleífera* (Moench) Delile) e mostarda-de-folha (*Brassica juncea* (L.) Czern.) (FILGUEIRA, 2008; WARWICK, 2011).

De acordo com o levantamento da Food and Agriculture Organization (FAO), a produção mundial de brássicas em 2020 (couve, brócolis e couve-flor) foi superior a 96 milhões de toneladas, em uma área de produção de aproximadamente 4 milhões de hectares (FAOSTAT, 2020). O Brasil, apesar de não estar no ranking dos maiores produtores mundiais de brássicas, tem uma produção considerável, especialmente nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná onde são mais cultivadas (MELO et al., 2019).



**Figura 2:** Detalhes do processo de seleção artificial realizado em *Brassica oleracea* que resultou em seis variedades distintas.

Fonte: Botanist in the Kitchen/Tech Insider (modificado)

Disponível em: <https://bityli.com/zdntk>

As características nutricionais das brássicas indicam baixo teor de gorduras e proteínas e alto teor de vitaminas, minerais, fibras, açúcares solúveis, ácidos graxos e carotenóides. Além disso, possuem tipos singulares de compostos que diferenciam as brássicas de outras hortaliças, estes compostos são denominados glucosinolatos (DIXON, 2006; CARTEA et al., 2011). De acordo com a literatura, os glucosinolatos atuam como mecanismo de defesa contra herbívoros generalistas e patógenos, porém nos insetos especialistas em brássicas, esses compostos atuam estimulando sua alimentação e oviposição, como é o caso do pulgão da couve, *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae) e da lagarta *P. xylostella* (THORSTEINSON, 1958; COLE, 1997; CARVALHO et al., 2010).

## 2.2. Traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella* L. 1758)

Também conhecida como *P. xylostella*, é um dos principais fatores limitantes para o cultivo de brássicas em todo o mundo (FURLONG et al., 2013). Estima-se que os custos mundiais do manejo desse inseto-daninho e das produções de brássicas perdidas variam de US\$ 4 a 5 bilhões por ano (ZALUCKI et al., 2012).

Sua origem biogeográfica permanece incerta, porém os pesquisadores suspeitam que esse inseto-daninho possa ser originário da África do Sul, Europa ou Ásia Oriental (IRAC-BR, 2016), sendo considerado um inseto cosmopolita (CHENG et al., 2008). A dispersão e aumento populacional da *P. xylostella* são influenciados por alguns fatores, tais como a abundância de plantas hospedeiras, tolerância a diferentes faixas climáticas, alto poder

reprodutivo, falta de inimigos naturais efetivos e fatores bióticos e abióticos (TALEKAR e SHELTON 1993; MARCHIORO e FOERSTER, 2016).

Os danos provocados por esse inseto nos cultivares de brássicas se deve pelo fato das larvas de *P. xylostella* consumirem tanto as folhas quanto os brotos e inflorescência, impedindo o crescimento e o desenvolvimento da planta e, conseqüentemente trazendo prejuízos econômicos ao setor produtivo (SILVA et al., 1993; CZEPAK et al., 2005) (Figura 3).



**Figura 3:** Danos provocados por larvas de *P. xylostella* L., em folhas de couve-manteira.  
Fonte: Miguel Michereff Filho  
Disponível em: <https://bityli.com/rkiAG>

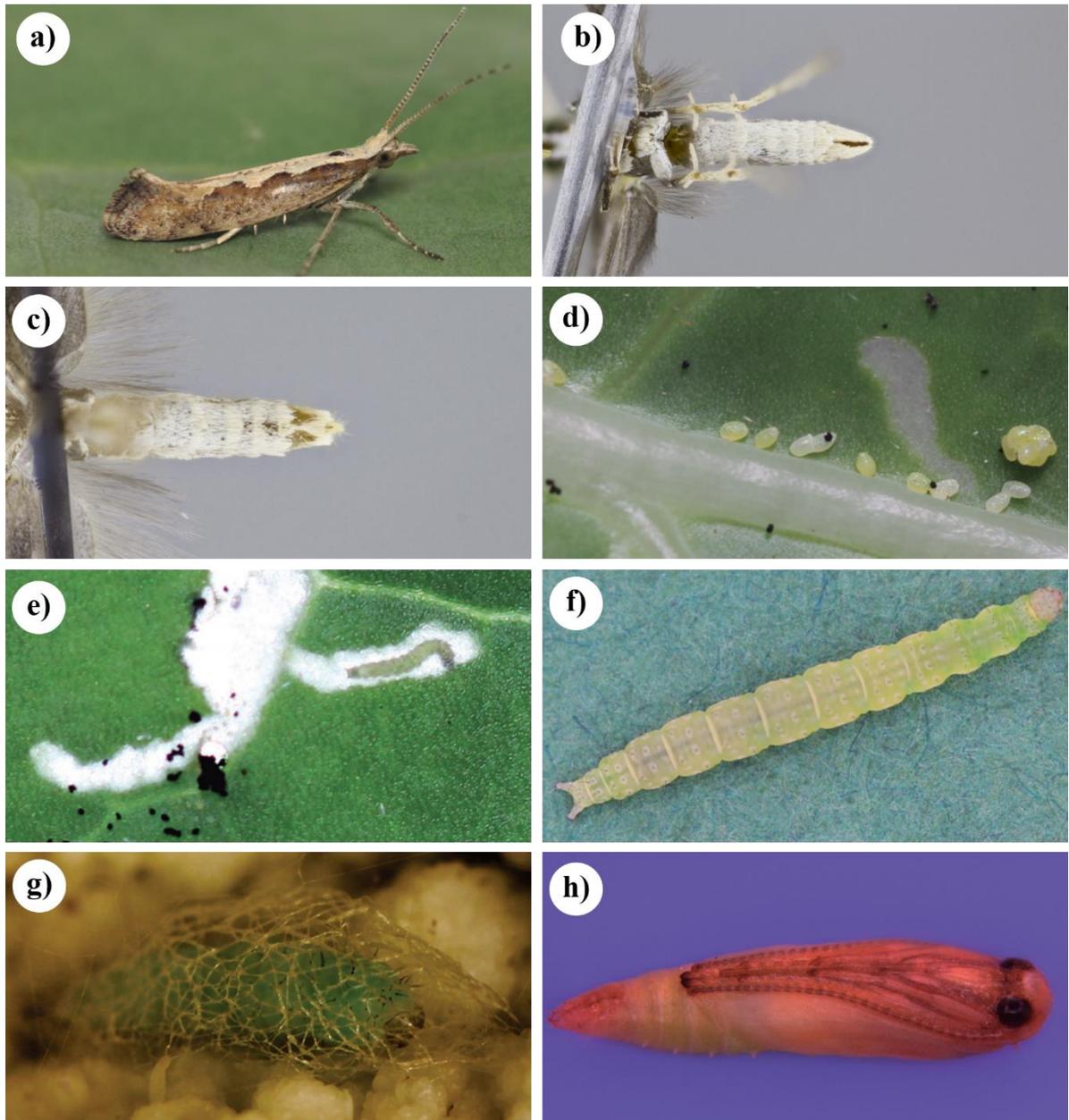
Esse inseto-daninho possui desenvolvimento holometábolo que sofre alterações no ciclo de vida devido as condições climáticas, onde em temperaturas mais baixas ( $\pm 15^{\circ}\text{C}$ ) o ciclo se completa em 34 dias, enquanto em temperaturas mais elevadas ( $\pm 35^{\circ}\text{C}$ ) o ciclo dura em média 12 dias. Com base nisso e na disponibilidade de alimentos, esse inseto-daninho pode atingir até 18 gerações por ano (CASTELO BRANCO et al., 1997; CAPINERA, 2008).

Durante a estação chuvosa, a densidade populacional da *P. xylostella* é relativamente mais baixa, pois a chuva acaba removendo os ovos das folhas e provocando o afogamento de larvas e pupas. Portanto, períodos secos e com temperaturas em torno de  $22^{\circ}\text{C}$  favorecem o crescimento populacional desse inseto-daninho (CASTELO BRANCO et al., 1997).

Os machos e fêmeas de *P. xylostella* vivem cerca de 12 e 16 dias, respectivamente. Os indivíduos adultos são microlepidópteros que medem aproximadamente 6mm de comprimento e 14mm de envergadura, apresentam cor parda, porém, quando estão em repouso, é possível observar que as asas possuem de uma a três manchas de cor amarelo, em forma de losango, ao longo da linha onde as asas se encontram, por isso o nome popular desse inseto-daninho em inglês é “diamondback moth” (CAPINERA, 2008) (Figura 4a).

As cores das fêmeas são mais claras e as manchas menos evidentes que as dos machos. Os adultos apresentam hábitos noturnos e capacidade de voo limitado, alcançando distâncias

de, no máximo, 2 metros do chão (CAPINERA, 2008; VACARI, 2009), contudo, são facilmente carregados pelo vento (IRAC-BR, 2016). Os indivíduos adultos possuem dimorfismo sexual visível na parte ventral, onde no final do abdômen os machos possuem uma “fenda” (Figura 4b), enquanto as fêmeas se caracterizam por apresentarem duas manchas circulares de cor escura (Figura 4c) (GALLO et al., 2002; CAPINERA, 2008; VACARI, 2009).



**Figura 4:** Traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella* L.): **a)** indivíduo adulto; **b)** indivíduo macho; **c)** indivíduo fêmea; **d)** agrupamento de ovos depositados na face abaxial folha e ao longo da nervura central; **e)** larvas dentro de galerias (minas) feitas na folha; **f)** larva exibindo prolegs em forma de “V” bem pronunciado; **g)** larva no último instar tecendo o casulo de fios de seda; **h)** pupa sem casulo de seda.

Disponível em: <https://bityli.com/rkiAG> e <https://bityli.com/HjdAA>

O acasalamento geralmente ocorre no período crepuscular do mesmo dia da emergência. Logo em seguida, as fêmeas iniciam a postura dos ovos, que são colocados

isoladamente ou em grupos de até 8 ovos (CAPINERA, 2008). Frequentemente os ovos são depositados na parte abaxial das folhas, porém quando há aumento populacional do inseto, os ovos podem ser encontrados na parte adaxial, nas hastes e nos pecíolos (HARCOURT, 1957; CASTELO BRANCO et al., 1997).

A oviposição pode durar em torno de 10 dias, e cada fêmea pode chegar a ovipositar até 356 ovos, no entanto a média é de 160 ovos por fêmea (HARCOURT, 1957; CAPINERA, 2008). Os ovos de *P. xylostella* são ovais e achatados com menos de 1mm de tamanho (Figura 4d). Eles são branco-amarelados, porém ao se aproximarem da eclosão, os ovos tornam-se escurecidos e as larvas podem ser vistas no córion ou na casca. O período de incubação dos ovos pode variar de 3 a 5 dias (HARCOURT, 1957; CASTELO BRANCO et al., 1997; CAPINERA, 2008).

As larvas apresentam quatro instares de desenvolvimento que são definidos pelo tamanho da capsula cefálica e pelo comprimento total do corpo (Tabela 1). Inicialmente, as larvas penetram no interior da folha e se alimentam do mesófilo foliar, deixando uma película transparente (chamada de “mina” ou galeria) no caminho percorrido (MEDEIROS, 2003) (Figura 4e). Após abandonarem o mesófilo foliar, as larvas passam a se alimentar da epiderme abaxial das folhas, dos brotos e hastes, em alguns casos, atacar também as inflorescências das

**Tabela 1:** Tamanho da capsula cefálica, comprimento total do corpo de *Plutella xylostella* e duração em cada instar de desenvolvimento larval.

<b>Instares</b>	<b>Capsula cefálica<sup>1</sup></b>	<b>Comprimento total do corpo<sup>2</sup></b>	<b>Duração<sup>2</sup></b>
Primeiro	Até 0,154mm	1,7mm	3 – 7 dias
Segundo	0,155 – 0,250mm	3,5mm	2 – 7 dias
Terceiro	0,251 – 0,388mm	7,0mm	2 – 8 dias
Quarto	0,389 – 0,610mm	11,2mm	2 – 10 dias

Fonte: <sup>1</sup>Fernández e Alvarez, 1988; <sup>2</sup>Capinera, 2008.

brássicas. (GALLO et al., 2002; CAPINERA, 2008).

As larvas recém-eclodidas e primeiro instar possuem aspecto esbranquiçado e capsula cefálica de cor preta, porém tornam-se verde com capsula cefálica marrom-esverdeada nos instares seguintes (CAPINERA, 2008; MOREIRA, 2011). O corpo larval apresenta afunilamento em ambas as extremidades, sendo caracterizado pela presença de pelos escuros curtos e manchas brancas espalhadas pelo corpo. Na extremidade posterior, é possível observar um par de prolegs em forma de “V” bem pronunciado (Figura 4f). Durante o quarto instar, as larvas tecem um fio de seda para iniciar o processo de empupamento (GALLO et al., 2002; CAPINERA, 2008) (Figura 4g).

O período de pupa dura em média 8 dias e apresentam inicialmente a cor verde-clara, amarelo ou branca e adquirem tonalidade verde-escuro, marrom-claro ou preto à medida que se aproximam da emergência dos adultos (CASTELO BRANCO et al., 1997; GALLO et al., 2002; CAPINERA, 2008) (Figura 4h).

### 2.3. Inseticidas botânicos e sintéticos

A utilização de produtos derivados de plantas no controle de insetos-daninho, conhecido atualmente como inseticidas botânicos, é uma prática milenar, com relatos na Índia, mencionando a toxicidade das plantas, há 2 mil anos a.C. e, no Egito e na China por volta de 1.200 a.C, os inseticidas derivados de plantas foram usados para controlar insetos-daninho que acometiam grãos armazenados (THACKER, 2002).

Em 1690, a nicotina foi utilizada como inseticida pela primeira na França, sob a forma de lavagem do fumo (*Nicotiana tabacum* G. Don (Solanaceae). No entanto, esse alcalóide puro só foi isolado em 1828 e sintetizado em 1904. Enquanto, a rotenona, encontrada em plantas pertencentes aos gêneros *Tephrosia* Pers., *Derris* Lour., *Lonchocarpus* Kunth, *Millettia* Wight & Arn., *Spatholobus* Hassk. e *Pachyrhizus* Rich. ex DC. (Fabaceae), foi utilizada no controle de insetos pela primeira vez em 1848 e isolada em 1902. O piretro e as piretrinas já era utilizado como inseticidas desde o século XVIII, sendo obtido da trituração das flores de algumas espécies pertencentes ao gênero *Chrysanthemum* L. (Asteraceae) (MORAIS e MARINHO-PRADO, 2016).

O Brasil foi um grande produtor e exportador de inseticidas botânicos na metade do século XX, sendo piretro, nicotina e rotenona os principais produtos exportados. Esses produtos foram mundialmente populares e importantes para o controle de insetos-daninho nas décadas de 30 e 40, pois demonstravam maior segurança em seu uso agrícola e menor impacto ambiental (MENEZES et al., 2005).

A importação de materiais botânicos e derivados, para serem utilizados como inseticidas, representou um empreendimento comercial considerável, para se ter uma ideia, mais de 6 mil toneladas de raízes de *Derris elliptica* (Roxb.) Benth. (Fabaceae) foram importadas do Sudeste Asiático para os Estados Unidos em 1947 (WINK, 1993; MENEZES et al., 2005).

Porém, o pacote tecnológico da Revolução Verde transformou esse cenário e os inseticidas botânicos deram espaço aos inseticidas químicos sintéticos, também chamando de agrotóxicos, defensivos agrícolas, pesticidas e fitossanitários (PERES et al., 2003; HOUAISS e VILLAR, 2009; LANDAU e MARTINS, 2020). Os inseticidas clorados (diclorodifeniltricloroetano e hexaclorobenzeno) e fosforados foram os primeiros inseticidas sintéticos introduzidos no Brasil na década de 50, sendo registrado populações de *P.*

*xylostella* resistentes ao DDT três anos após o início da sua utilização (ANKERSMIT, 1953; CASTELO BRANCO et al., 1997).

Com o banimento dos clorados, os inseticidas carbamatos (metomil e carbaril), ditiocarbamatos (cartap) e *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1911) foram incorporados na década de 70, enquanto os piretróides foram lançados na década de 80 e os inseticidas reguladores de crescimentos foram introduzidos na década de 90 no Brasil. Pouco tempo depois, populações de *P. xylostella* resistentes a piretróides, fosforados e *B. thuringiensis* foram detectadas no Distrito Federal (CASTELO BRANCO et al., 1997).

Atualmente, o controle químico continua sendo o principal método utilizado contra *P. xylostella* (BORTOLI et al., 2014; MARSARO JÚNIOR et al., 2019), mas seu uso indiscriminado fez com que esse inseto-daninho evoluísse resistência para quase todas as classes de inseticidas sintéticos (APRD, 2022), incluindo produtos que chegaram recentemente ao mercado (LIU et al 2017; WANG et al 2021). Segundo o banco de dados do Insecticide Resistance Action Committee (IRAC), pode ser encontrado mais de 101 ingredientes ativos listados para mais de 980 casos de resistência associados à *P. xylostella* (APRD, 2022).

Além disso, estudos demonstraram que os agrotóxico tem causado efeitos negativos no meio ambiente e na saúde humana, como alteração no Ácido Desoxirribonucleico (DNA) de anfíbios (GONÇALVES et al., 2015), aumento no tamanho e no número dos estômatos nas plantas (AZEVEDO et al., 2012), toxicidade aguda em minhocas (GARCIA et al., 2011), redução no número e interferência no voo das abelhas (COSTA et al., 2014a; TOMÉ et al., 2015), alteração na flora aquática (CASTRO et al., 2015), intoxicação dos produtores (DETÓFANO et al., 2013; TOFOLO et al., 2014) e contaminação de alimentos para consumo, resultando na intoxicação dos consumidores (CISCATO et al., 2012; BONTEMPO et al., 2016; NAKANO et al., 2016).

De acordo com a literatura, ainda é possível detectar amostras contaminadas com substâncias proibidas há décadas, como o hexaclorociclohexano (HCH) detectado em amostras de água, poços e mananciais no Estado de São Paulo (KUSSUMI et al., 2011) e o DDT detectado em amostras sanguíneas de agentes de controle da malária na região Amazônica (FERREIRA et al., 2011). Segundo o Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018), entre os anos de 2007 a 2015 foram registrados mais de 84 mil casos de intoxicação por agrotóxico no Brasil, sendo São Paulo (15.042 casos), Minas Gerais (13.013 casos) e Paraná (12.988 casos) os estados com mais casos registrados, enquanto Acre (23 casos) e Amapá (38 casos) os foram os estados com menos ocorrência de intoxicação.

Após décadas de uso e de efeitos colaterais dos agrotóxicos, o interesse no desenvolvimento e no uso de inseticidas botânicos para o controle de insetos-daninho aumentou consideravelmente nos últimos anos. Esse interesse atende à necessidade de encontrar alternativas com menor impacto ou risco à saúde humana e ao meio ambiente, bem como a crescente demanda por produtos alimentícios saudáveis e livres de resíduos de agrotóxicos (CORRÊA e SALGADO, 2011).

Os inseticidas à base de plantas possuem uma variedade de compostos que atuam repelindo os insetos-daninho, inibindo sua alimentação, causando alterações morfológicas, esterilização dos adultos, mortalidade precoce, deterrência de oviposição e redução larval, além de provocar toxicidade por contato nos indivíduos (NTONIFOR et al., 2010; KODJO et al., 2011; MAZHAWIDZA e MVUMI, 2017; CERDA et al. 2019; FACA et al., 2021; SILVA et al., 2021). Esses compostos, denominados de metabolitos secundários, são produzidos naturalmente e atuam na proteção da planta contra estresses bióticos e abióticos, como alterações abruptas de temperatura, poluição ambiental, escassez ou excesso hídrico, microorganismos, insetos e outros artrópodes (LUCAS et al., 2000; PALACIOS et al., 2013).

Segundo Prakash et al. (2008), os inseticidas botânicos possuem inúmeras vantagens quando comparados aos inseticidas sintéticos, tais como: ● Baixo efeito residual devido à rápida degradação dos compostos bioativos presentes em sua composição; ● Em geral, são menos tóxicos para os mamíferos e, portanto, apresentam pouco ou nenhum risco à saúde humana e à contaminação ambiental; ● Praticamente há pouco risco de insetos-daninho desenvolverem resistência, devido às misturas complexas de metabolitos secundários que caracterizam muitos dos inseticidas botânicos (COITINHO et al., 2006); ● Causam menos riscos para organismos não-alvo; ● Não possuem efeito adverso no vigor das sementes e no crescimento das plantas; ● São mais baratos e fáceis de obter devido à sua ocorrência natural.

A flora brasileira é a mais rica do mundo, com mais de 49 mil espécies reconhecidas atualmente (FLORA DO BRASIL, 2020), evidenciando um grande potencial de compostos secundários com as mais diversas atividades biológicas sobre os insetos. Com base nisso, várias pesquisas foram realizadas nos últimos anos visando avaliar os compostos secundários extraído das plantas sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella*, sendo Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Piperaceae e Rubiaceae as famílias mais estudadas nos últimos 15 anos.

#### 2.4. Rubiaceae

Descrita em 1789 por Antoine Laurent de Jussieu, deriva seu nome do gênero *Rubia* L. (*Rubium* em latim), que está relacionado à tinta vermelha produzida pelas raízes desse gênero. Essa família possui distribuição cosmopolita e abrange cerca de 13 mil espécies e 650

gêneros, sendo considerada a quarta maior família de Angiosperma. Suas espécies são comporta por arbustos, árvores, ervas e lianas de fácil reconhecimento, pois apresentam folhas simples, opostas e estipulas interpeciolares (CRONQUIST, 1981; BARBOSA et al., 2015; BFG, 2015).

No Brasil, Rubiaceae é representada por 143 gêneros e 2.122 espécies que estão amplamente distribuídas na Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (BARBOSA et al., 2015; BFG, 2015). Várias espécies de Rubiaceae apresentam importância econômica e são utilizadas como medicinais (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. (mulateiro)), alimentos (*Coffea arabica* L. (café) e *Genipa americana* L. (jenipapo)), plantas ornamentais (*Ixora* ssp. L., *Gardenia* J. Ellis e *Mussaenda* ssp. L.), na indústria farmacêutica (*Cinchona* L.) e em rituais religiosos (*Psychotria viridis* Ruiz & Pav. (chacrona)) (COELHO et al., 2006; POLLITO e TOMAZELLO FILHO, 2006; JUDD et al., 2009; GARRIDO e SABINO, 2009).

#### 2.4.1. *Alibertia*

*Alibertia* é um gênero nativo do Brasil, composto por 73 espécies, das quais 16 estão distribuídas no Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil (Figura 5) (FLORA DO BRASIL, 2020).



**Figura 5:** Distribuição geográfica das espécies de *Alibertia* no território brasileiro; ■ = ocorrência confirmada; ■ = sem ocorrência confirmada.

Fonte: Flora do Brasil, 2020.

Disponível em: <https://bitly.com/KsTvT>

Na medicina popular brasileira, o chá de algumas espécies de *Alibertia* é utilizado por apresentar efeito hipoglicemiante, diurético, anti-hipertensivo e calmante (RIEDER, 2013; MARQUES et al., 2013). Além disso, as folhas desse gênero já demonstraram atividade cicatrizante, antidiarreico e anti-inflamatório (GUPTA et al., 1996; AQUINO et al., 2021).

As espécies *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich., *Alibertia sessilis* (Vell.) K. Schum. e *Alibertia intermedia* (Mart.) foram selecionadas para este trabalho pois demonstram atividade inseticida promissora em trabalhos anteriores. De acordo com Peres et al. (2017) e Silva et al. (2021) os extratos aquosos e etanólicos dessas espécies alteraram os parâmetros biológicos de *P. xylostella*, os autores observaram mortalidade precoce das larvas e das pupas, redução na fecundidade e na viabilidade dos ovos, deformações nos indivíduos, redução na viabilidade pupal e larval e interferência na geração seguinte.

*Alibertia edulis* possui vários nomes populares no Brasil, entre eles marmelada-bola e goiaba preta. É uma espécie de crescimento rápido que chega a medir de 3 a 8 metros de altura (DELPRETE e PERSSON, 2004; VALLI et al., 2016; DANTAS et al., 2019). Floresce com mais frequência de setembro a outubro, com pico de maturação dos frutos entre novembro e janeiro, além disso apresenta síndrome de polinização por falenofilia (mariposa) (SILVA JÚNIOR e PEREIRA, 2009; PAZ et al., 2021)

Além de seu potencial ornamental, *A. edulis* é uma fonte importante de alimento para a população local, pois apresenta frutos adocicados e comestíveis (VALLI et al., 2016). De acordo com Silva et al. (1995), essa espécie pode produzir em média 42 frutos por anos. Há relatos de resistência ao fogo e aumento da produtividade após a queima (POSEY, 1985).

*Alibertia sessilis* (nome aceito: *Cordia sessilis* (Vell.) Kuntze) também apresenta vários nomes populares no Brasil, sendo marmelinho, marmelada-preta e marmelada-do-campo os nomes mais comum (RODRIGUES e CARVALHO, 2001; GUARIM NETO e MORAIS, 2003). Além de apresenta potencial ornamental, é muito indicada para arborização de praças públicas e no reflorestamento de áreas degradadas, devido ao seu rápido crescimento. Essa espécie pode atingir de 3 a 4 metros de altura, sendo seu caule comumente utilizado como lenha e carvão (LORENZI, 2002; APPROBATO e GODOY, 2006; MATHEUS et al., 2008).

A floração de *A. sessilis* ocorre entre agosto e setembro e a maturação dos frutos ocorre entre novembro e fevereiro (BECKER, 2015). Essa espécie apresenta síndrome de polinização por melitofilia (abelha) (REIS et al., 2012). A população do Cerrado consome os frutos in natura ou utilizam eles na preparações de doces, tortas e sucos (MARTIM et al., 1987; ALMEIDA et al., 1998). Os pássaros da região também apreciam os frutos dessa espécie, enquanto as folhas são utilizadas para alimentar bovinos (ALMEIDA et al., 1998; RODRIGUES e CARVALHO, 2001; LORENZI, 2002; GUARIM NETO e MORAIS, 2003).

*Alibertia intermedia* (nome aceito: *Amaioua intermedia* Mart. ex Schult. & Schult.f), é uma árvore conhecida popularmente como marmelada-brava e que floresce entre julho e dezembro enquanto sua frutificação ocorre entre fevereiro e setembro (OLIVEIRA, 2009; PERES et al., 2016; PERES et al., 2017). Essa espécie apresenta síndrome de polinização por melitofilia e falenofilia (AMORIM e OLIVEIRA, 2006). Possui crescimento rápido que pode atingir de 3 a 20 metros de altura. Por possuir madeira de boa qualidade, o caule dessa espécie é utilizado na confecção de esteios e remo (WANDERLEY et al., 2007).

#### 2.4.2. *Psychotria*

O gênero *Psychotria* é nativo do Brasil e apresentam 243 espécies distribuídas por todo território brasileiro (FLORA DO BRASIL, 2020) (Figura 6). As flores são pequenas e apresentam síndrome de polinização por melitofilia (abelha), falenofilia (mariposa) e miofilia (moscas) (HAMILTON et al., 1990). Na literatura foram encontradas espécies de *Psychotria* com efeito bactericida e fungicida (*Psychotria nigra* (Gaertn.) Alston e *Psychotria stenophylla* Spreng.), amebicida (*Psychotria ipecacuanha* Müll. Arg.), expectorante (*P. ipecacuanha*) e com propriedades analgésicas e hipotérmico (*Psychotria brachyceras* Müll. Arg., *Psychotria leiocarpa* Cham. & Schldl. e *Psychotria suterella* Müll. Arg.) (ELISABETSKY et al., 1997; JAYASINGHE et al., 2002; GOMES, 2007).



**Figura 6:** Distribuição geográficas das espécies de *Psychotria* no território brasileiro ■ = ocorrência confirmada; ■ = sem ocorrência confirmada.

Fonte: Flora do Brasil, 2020.

Disponível em: <https://bitly.com/MiOeR>

As espécies *Psychotria capillacea* (Müll. Arg.) Standl., *Psychotria deflexa* DC. e *P. leiocarpa* foram selecionadas para o teste pois o estudo fitoquímico desse gênero demonstrou a presença de iridóides, flavonóides, taninos, esteróides, triterpenos e fenóis em sua

composição (RIVIER e LIDGREN, 1972; LOPES et al., 2000; HENRIQUE et al., 2004; LOPES et al., 2004; FORMAGIO et al., 2014), sendo que plantas com essa composição são citadas como inseticidas (VIEGAS JÚNIOR, 2003; MONTEIRO et al., 2005; BESSA et al., 2013).

Além disso, os extratos etanólicos de *Psychotria goyazensis* Müll. Arg., *Psychotria capitata* Ruiz & Pav. e *Psychotria hoffmannseggiana* (Roem. & Schult.) Müll. Arg. provocaram toxicidade sobre os ovos de *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae) e demonstraram eficiência na mortalidade por contato e na interferência alimentar de *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) (NASCIMENTO et al., 2011).

*Psychotria leiocarpa*, popularmente conhecida como cafeeiro do mato ou grandiúva-de-anta, é a única espécie do gênero *Psychotria* que possui flores tetrâmeras (PEREIRA e KINOSHITA, 2013; FORMAGIO et al., 2021). É uma espécie de arbusto que pode atingir de 1,5 a 3 metros de altura (LEWIS et al., 2005). O período de floração é de outubro a dezembro e a frutificação ocorre de dezembro a março (PEREIRA e KINOSHITA, 2013).

*Psychotria capillacea* é caracterizada por ser uma planta de pequeno porte, podendo atingir até 1 metro de altura. Essa espécie é conhecida popularmente como cafezinho ou erva-de-rato-branca (PEREIRA et al., 2007). Sua floração ocorre de setembro a dezembro e a maturação dos frutos acontece entre outubro e julho (PEREIRA e KINOSHITA, 2013).

Enquanto *P. deflexa*, conhecida popularmente como café-selvagem (FORMAGIO et al., 2021), apresenta floração de novembro a dezembro e os frutos amadurecem entre dezembro e março. Possui fácil reconhecimento devido seu fruto globoso de cor branca. Assim como as outras espécies, *P. deflexa* também é um arbusto que pode atingir de 1 a 2 metros de altura (PEREIRA e KINOSHITA, 2013).

## 2.5. Fabaceae

Fabaceae apresenta distribuição cosmopolita e é uma das maiores famílias botânicas, com cerca de 19 mil espécies e 695 gêneros (GIULIETTI et al., 2005). O Brasil apresenta cerca de 3.200 espécies e 222 gêneros, sendo que 1.524 espécies e 16 gêneros são endêmicos (BFG, 2015). As espécies estão distribuídas entre Floresta Amazônica, Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga (FLORA DO BRASIL, 2020), englobando desde espécies arbóreas até espécies herbáceas (LEWIS et al., 2005).

A família foi descrita por John Lindley em 1836, embora anteriormente Antoine Laurent de Jussieu a tivesse descrito sob o nome de Leguminosae (1789) (SANDÍ, 2019). O nome Fabaceae é derivado do seu gênero extinto *Faba* Mill. (agora incluído em *Vicia* L.), o

termo é latino e em português significa “fava” ou “feijão”. Enquanto Leguminosae refere-se ao fruto típico dessas plantas, chamado de legumes ou vagem (LEWIS et al., 2005).

Entre as Fabaceae, existem espécies produtoras de alimentos (*Phaseolus vulgaris* L. (feijão), *Glycine max* (L.) Merr. (soja) e *Pisum sativum* L. (ervilha)), forrageiras (*Crotalaria* spp. L.), madeiras (*Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H.C. Lima & G.P. Lewis (pau-brasil), *Pterodon emarginatus* Vogel (sucupira)), ornamentais (*Cassia grandis* L. f. (Cassia rosa), *Caesalpinia pluviosa* DC. (sibipiruna)) e medicinais (*Erythrina verna* Vell. (mulungu) e *Myroxylon peruiferum* L. f. (Cabreúva)), constituindo assim uma família de grande importância econômica e ecológica (SOUZA, 2012).

As espécies *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke e *Acosmium subelegans* (Mohlenbr.) Yakovlev foram selecionadas para a pesquisa pois demonstraram a presença de compostos secundários com atividade inseticida em sua composição, como triterpenos, alcalóides, saponinas, cumarinas, flavonóides, esteróides (VIEIRA et al., 2002; VALADARES, 2017).

### 2.5.1. *Acosmium subelegans*

*Acosmium* Schott é um gênero nativo do Brasil, com distribuição geográfica que se estende do sudeste do México ao nordeste da Argentina. De acordo com Lewis (2005) e Rodrigues et al. (2020), esse gênero é composto por 17 espécie, sendo a maioria localizada em território brasileiro, principalmente na Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal (Figura 7).



**Figura 7:** Distribuição geográficas das espécies de *Acosmium* no território brasileiro ■ = ocorrência confirmada; ■ = sem ocorrência confirmada.

Fonte: Flora do Brasil, 2020.

Disponível em: <https://bityli.com/JCNiw>

*Acosmium subelegans*, conhecida popularmente pelos nomes de perobinha-do-campo, amendoim-falso, chapadinha e sucupira-branca (SOUSA JUNIOR et al., 2009; LIMA e LIMA, 2016), é uma árvore de pequeno porte, que pode atingir de 3 a 6 metros de altura. Essa espécie é muito recomendada para a arborização de cidades, pois sua copa pode medir até 4 metros de diâmetro (LIMA e LIMA, 2016). A floração de *A. subelegans* ocorre entre setembro e novembro (SALIS et al., 2009), exibindo uma flor branca que é polinizada por abelha (BORGES, 2000).

De acordo com o levantamento bibliográfico, as raízes, caules e folhas de *A. subelegans* são comumente utilizadas na medicina popular, principalmente como antiespasmódico, antirreumático, calmante e no tratamento de epilepsia, asma e coqueluche (BALANDRIN, 1982; AFIATPOUR, 1990; DE LA CRUZ, 1997; CARDOSO et al., 1998; VIEIRA et al., 2000). Não há relatos na literatura referente a toxicidade do extrato de *A. subelegans* sobre insetos.

### 2.5.2. *Vatairea macrocarpa*

*Vatairea* Aubl. é um gênero exclusivamente neotropical, composto por 8 espécies, das quais 7 ocorrem no Brasil (LEWIS et al., 2005). O gênero está presente em quase todos os estados brasileiros, com exceção do Rio Grande do Norte, Roraima, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Figura 8) (CARDOSO et al., 2020; FLORA DO BRASIL, 2020).



**Figura 8:** Distribuição geográfica das espécies de *Vatairea* no território brasileiro ■ = ocorrência confirmada; ■ = sem ocorrência confirmada.

Fonte: Flora do Brasil, 2020.

Disponível em: <https://bityli.com/biqcx>

*Vatairea macrocarpa* é uma espécie arbórea que pode atingir até 10 metros de altura. Sua floração pode ser bienal ou anual, mas geralmente ocorre entre os meses de junho e agosto, enquanto a formação dos frutos ocorre entre setembro e outubro (COSTA et al., 2014b).

Essa espécie, conhecida popularmente por maleiteira, sucupira-preta, anjelim-do-campo e amargoso (OLIVEIRA et al., 2008), apresenta síndrome de polinização por melitofilia e diversos visitantes florais, entre aves, vespas e lepidópteros (COSTA et al., 2014b). Diante da diversidade de atividade relatada para as espécies selecionadas, é de grande relevância a continuidade e aprofundamento das pesquisas com as mesmas, para que esse recurso vegetal seja avaliado quanto a sua toxicidade sobre *P. xylostella*, podendo futuramente vir a servir para o desenvolvimento de um inseticida botânico adicional no controle desse inseto-daninho.

## **2.6. Extração de metabólitos secundários**

O processo de separação dos composto bioativos corresponde a três fases principais: extração simples, fracionamento dos extratos ou óleo e a purificação dos princípios ativos (LIMA JUNIOR, 2011). A palavra “extrato” deriva do latim *extractus*, que significa “coisa extraída de outra”. A extração dos compostos pode ser realizada utilizando diferentes métodos, solventes e tempos de preparo. Devido a essa variedade de métodos extrativos, é preciso levar em consideração a viabilidade econômica e a finalidade do extrato (FONSECA, 2005; HANDA, 2008; OLIVEIRA e AKISUE, 2009).

De modo geral, o objetivo da extração é liberar compostos bioativos das estruturas botânicas para obter extratos com altas concentrações desses compostos. Sendo assim, escolher a técnica de extração e o solvente apropriados é um dos passos mais importantes para melhorar a eficácia do extrato (SANTOS, 2013). Além disso, muitos outros fatores podem interferir na extração, tais como: estrutura vegetal, tamanho de partícula, concentração utilizada, tempo e temperatura de extração (ANDREO e JORGE, 2006; PIOVESAN, 2016).

Os principais métodos de extração são maceração, percolação, infusão e decocção, enquanto os principais solventes são a água, etanol, acetona e acetato de etila (FONSÊCA, 2005). No presente trabalho, os compostos bioativos das espécies botânicas foram extraídos por maceração e infusão, utilizando água destilada como solvente.

A maceração é um processo de extração a frio que consiste em colocar o material botânico em contato com o solvente em temperatura ambiente, por um período de tempo que varia de três horas a três semanas. Posteriormente, a mistura é filtrada e prensada (FONSECA, 2005; RODRIGUES et al., 2016). O solvente utilizado pode ser a água, etanol, metanol ou solução hidroalcolica (NAVARRO, 2005). Trata-se de um processo lento e de

baixo custo, onde a capacidade extrativa é dependente de um gradiente de concentração, ou seja, o rendimento extrativo dos compostos bioativos tende a diminuir com o tempo (FONSECA, 2005).

Enquanto a infusão é um processo de extração quente, onde o material botânico é diluído no solvente em ebulição. Essa mistura é mantida em um recipiente fechado por um período de tempo que varia de três minutos à 24 horas (HANDA, 2008; PANDEY e TRIPATHI, 2014). O uso da temperatura pode favorecer a extração de compostos fenólicos, entretanto temperaturas extremas podem degradar essas e outras substâncias bioativas (OLIVEIRA, 2014).

Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo revisar quais espécies botânicas tiveram seus extratos testados sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella* nos últimos 15 anos, bem como investigar a bioatividade dos extratos aquosos de espécies de Rubiaceae e Fabaceae, elaborados por maceração e infusão, sobre os aspectos de vida da *P. xylostella*. A autorização para coleta de material botânico foi concedida pelo Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) / Conselho de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN), número do cadastro: A560D63 para as *Alibertia sp.*, AB049FB para as *Psychotria sp.* e A3C7FDC para *Vatairea macrocarpa* e *Acosmium subelegans*.

A seguir encontra-se o objetivo geral, os objetivos específicos, as hipóteses do trabalho e os capítulos elaborados durante o doutorado.

### 3. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AFIATPOUR, P. **Alcalóides quinolizidínicos isolados de *Acosmium dasycarpum* (Vog) Yakovlev: estruturas químicas e atividades farmacológicas**. 1990. 125p. Tese (Doutorado em Farmacologia) - Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, Bauru, 1990.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. 1. ed. Planaltina: Embrapa, 1998. 464 p.

AL-SHEHBAZ, I. A. A generic and tribal synopsis of the Brassicaceae (Cruciferae). **Taxon**, v. 61, n. 5, p. 931–954, 2012. <https://doi.org/10.1002/tax.615002>

AMORIM, F. W.; OLIVEIRA, P. E. Estrutura sexual e ecologia reprodutiva de *Amaioua guianensis* Aubl. (Rubiaceae), uma espécie dióica de formações florestais de cerrado.

**Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 3, p. 353–362, 2006.  
<https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000300003>

ANDREO, D.; JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 2, p. 319–336, 2006.  
<https://doi.org/10.5380/cep.v24i2.7489>

ANKERSMIT, G. W. DDT-Resistance in *Plutella maculipennis* (Curt.) (Lep.) in Java. **Bulletin of Entomological Research**, v. 44, n. 3, p. 421–425, 1953.  
<https://doi.org/10.1017/S0007485300025530>

APPROBATO, A. U.; GODOY, S. A. P. Levantamento de diásporos em áreas de Cerrado no município de Luiz Antônio, SP. **Hoehnea**, v. 33, n. 3, p. 385–401, 2006.

APRD - ARTHROPOD PESTICIDE RESISTANCE DATABASE. *Plutella xylostella*., 2021. Disponível em: <https://www.pesticideresistance.org/search.php>. Acesso em: 28 set. 2021.

AQUINO, D. F. S.; SANTANA, L. F.; AQUINO, C. A. G. de; FERREIRA, F. T.; CARDOSO, C. A. de L.; VIEIRA, M. do C.; KASSUYA, C. A. L. Cicatrização de feridas e efeitos anti-inflamatórios do extrato aquoso de *Alibertia edulis* em camundongos. **Perspectivas Experimentais e Clínicas, Inovações Biomédicas e Educação em Saúde (PECIBES)**, v. 7, n. 2, p. 15–19, 2021. <https://doi.org/10.55028/pecibes.v7i2.14832>

AZEVEDO, C. F.; BRUNO, R. L. A.; QUIRINO, Z. G. M.; REGO, E. R.; GOMES, K. R.; BEZERRA, A. K. D. Efeito de sistemas de consórcio e inseticida na formação dos estômatos em plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, p. 205–213, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000500014>

BALANDRIN, M. F. **Structure elucidation of some biologically active constituents of the genus *Acosmium* (Leguminosae)**. 1982. 117 p. Thesis (PhD in Philosophy) - University of Illinois at the Medical Center, Chicago, 1982.

BARBOSA, M. R.; ZAPPI, D.; TAYLOR, C.; CABRAL, E.; JARDIM, J. G.; PEREIRA, M. S. CALIÓ, M. F.; PESSOA, M. C. R.; SALAS, R.; SOUZA, E. B.; DIMAIO, F. R. MACIAS,

L.; ANUNCIACÃO, E. A.; GERMANO FILHO, P.; OLIVEIRA, J. A.; BRUNIERA, C. P.; DE TONI, K.; FIRENS, M. **Rubiaceae in lista de espécies da Flora do Brasil**, 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB210>. Acesso em: 10 fev. 2022.

BECKER, F. S. **Desenvolvimento, caracterização e atividade antioxidante de marmelada-de-cachorro (*Alibertia sessilis* Schum.)**. 2015. 114 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

BESSA, N. G. F.; BORGES, J. C. M.; BESERRA, F. P.; CARVALHO, R. H. A.; PEREIRA, M. A. B.; FAGUNDES, R.; CAMPOS, S. L.; RIBEIRO, L. U.; QUIRINO, M. S.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; ALVES, A. Prospecção fitoquímica preliminar de plantas nativas do cerrado de uso popular medicinal pela comunidade rural do assentamento Vale Verde – Tocantins. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 4, p. 692–707, 2013.

BFG. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1085–1113, 2015.: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566411>

BLANCO, D. G. **Potencial inseticida de extratos aquosos de plantas ocorrentes na Amazônia oriental sobre pulgão da couve (Hemiptera: Aphididae)**. 2019. 41 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

BONTEMPO, A. F.; CARNEIRO, G. D. P.; GUIMARÃES, F. A. R.; DOS REIS, M. R.; SILVA, D. V.; ROCHA, B. H.; SOUZA, M. F.; SEDIYAMA, T. Residual tembotrione and atrazine in carrot. **Journal of Environmental Science and Health - Part B**, v. 51, n. 7, p. 465–468, 2016. <https://doi.org/10.1080/03601234.2016.1159458>

BORGES, H. B. N. **Biologia reprodutiva e conservação do estrato lenhoso numa comunidade do cerrado**. 2000. 158 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

BORTOLI, S. A. De; CARVALHO, J. S.; VACARI, A. M.; GOULART, R. M. Consumo foliar da traça-das-crucíferas em couve e brócolis tratados com sinigrina. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 81, n. 3, p. 264–271, 2014. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000672012>

CAPINERA, J. L. **Encyclopedia of entomology**. 2<sup>a</sup> ed. Gainesville: Springer, 2005: <https://doi.org/10.5860/choice.42-4375>

CARDOSO, D. B. O. S. **Vatairea in flora do Brasil**. 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB23208>. Acesso em: 12 fev. 2022.

CARDOSO, E. M.; TANAE, M. M.; VIEL, T. A.; SOUCCAR, C.; LAPA, A. J.; LIMA-LANDMAN, M. T. R. **Estudo do mecanismo de ação de frações semi-purificadas de *Acosmium subelegans* (Mohlenbr) Yakovlev (Perobinha do campo)**. Águas de Lindóia: XV Simpósio de Plantas Medicinais do Brasil, 1998.

CARTEA, M. E.; LEMA, M.; FRANCISCO, M.; VELASCO, P. Basic information on vegetable brassica Crops. In: SADOWSKI, J.; KOLE, C. (org.). **Genetics, Genomics and Breeding of Vegetable Brassicas**. Boca Raton: CRC Press Inc, 2011. p. 1–33. <https://doi.org/10.1201/b10880-7>

CARVALHO, J. S.; BORTOLI, S. A.; THULER, R. T.; GOULART, R. M.; VOLPE, H. X. L. Efeito de sinigrina aplicada em folhas de brássicas sobre características biológicas de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Acta Scientiarum - Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 15–20, 2010. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i1.753>

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; VILAS-BÔAS, G. L. Traça-das-Crucíferas (*Plutella xylostella*): artrópodes de importância econômica. **Comunicado Técnico da Embrapa Hortaliças**, v. 4, p. 1–4, 1997.

CASTRO, A. de J. V.; COLARES, I. G.; FRANCO, T. C. R. dos S.; CUTRIM, M. V. J.; LUVIZOTTO-SANTOS, R. Using a toxicity test with *Ruppia maritima* (Linnaeus) to assess the effects of Roundup. **Marine Pollution Bulletin**, v. 91, n. 2, p. 506–510, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.10.006>

CATAPAN, V.; BUZANINI, A. C.; MOURA, J. M. M. de; SANTOS, S. S. Principais pragas de hortaliças-fruto nas famílias das Solanáceas, Cucurbitáceas e Fabáceas. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. (org.). **Hortaliças-fruto**. Maringá: EDUEM, 2018. p. 357–386. <https://doi.org/10.7476/9786586383010.0013>

CELESTINO, F. N.; SOUZA, L. P. de; VALBON, W. R.; BESTETE, L. R.; RONDELLI, V. M. Traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*). In: HOLTZ, A. M.; RONDELLI, V. M.; CELESTINO, F. P.; BESTETE, L. R.; CARVALHO, J. R. de (org.). **Pragas das brássicas**. Colatina: IFES, 2015. p. 30–72.

CERDA, H.; CARPIO, C.; LEDEZMA-CARRIZALEZ, A. C.; SÁNCHEZ, J.; RAMOS, L.; MUÑOZ-SHUGULÍ, C.; ANDINO, M.; CHIURATO, M. Effects of aqueous extracts from amazon plants on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) in laboratory, semifield, and field trials. **Journal of Insect Science**, v. 19, n. 5, p. 1–9, 2019. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iez068>

CHENG, L. G.; YU, G.; CHEN, Z. H.; LI, Z. Y. Insensitive acetylcholine receptor conferring resistance of *Plutella xylostella* to nereistoxin insecticides. **Agricultural Sciences in China**, v. 7, n. 7, p. 847–852, 2008. [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(08\)60122-4](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(08)60122-4)

CISCATO, C. H. P.; SOUZA, G. S.; BARBOSA, C. M.; GEBARA, A. B. Pesticide residues evaluation in brazilian basic diet: rice and bean. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 22, p. 1–6, 2012. <https://doi.org/10.5380/pes.v22i1.30792>

COELHO, V. P. de M.; AGRA, M. de F.; BARBOSA, M. R. de V. Estudo farmacobotânico das folhas de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schltld.) K.Schum. (Rubiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 2, p. 170–177, 2006. <https://doi.org/10.1590/s0102-695x2006000200007>

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

COLE, R. A. The relative importance of glucosinolates and amino acids to the development of two aphid pests *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* on wild and cultivated brassica species. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 85, n. 2, p. 121–133, 1997. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1997.00242.x>

CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, H. R. N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 4, p. 500–506, 2011.

COSTA, E. M.; ARAUJO, E. L.; MAIA, A. V. P.; SILVA, F. E. L.; BEZERRA, C. E. S.; SILVA, J. G. Toxicity of insecticides used in the Brazilian melon crop to the honey bee *Apis mellifera* under laboratory conditions. **Apidologie**, v. 45, n. 1, p. 34–44, 2014a. <https://doi.org/10.1007/s13592-013-0226-5>

COSTA, F. O.; LIMA, D. C. R. de; SILVA, A. L. G. Biologia reprodutiva de *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke (Fabaceae –Faboideae) em uma área de Cerrado no município de Chapadinha, MA, Brasil. **Heringeriana**, v. 8, n. 1, p. 1–19, 2014b. <https://doi.org/10.17648/heringeriana.v8i1.92>

CRONQUIST, A. **An integrated system of flowering plants**. New York: Columbia University, 1981.

CZEPAK, C.; FERNANDES, P. M.; SANTANA, H. G.; TAKATSUKA, F. S.; ROCHA, C. L. Eficiência de inseticidas para o controle de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) na cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, n. 2, p. 129–131, 2005.

DANTAS, L. G.; ALENCAR, L.; HUETTEL, B.; PEDROSA-HARAND, A. Development of ten microsatellite markers for *Alibertia edulis* (Rubiaceae), a Brazilian savanna tree species. **Molecular Biology Reports**, v. 46, n. 4, p. 4593–4597, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11033-019-04819-2>

DE LA CRUZ, M. G. F. **Plantas medicinais utilizadas por raizeiros: uma abordagem etnobotânica no contexto da saúde e doença**. 1997. 152 p. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) - Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 1997.

DELPRETE, P. G.; PERSSON, C. A. *Alibertia*. In: STEYERMARK, J. S.; BERRY, P. E.; HOLST, B. K. (org.). **Flora of the Venezuelan Guayana**. USA: Missouri Botanical Garden Press, 2004.

DETÓFANO, D.; TEIXEIRA, M. L.; OLIVEIRA, L. F. S.; FUENTEFRIA, A. M. Evaluation of toxicity risks in farmers exposed to pesticides in an agricultural community in Concórdia, Santa Catarina State, Brazil. **Acta Scientiarum - Health Sciences**, Maringá, v. 35, n. 1, p. 111–118, 2013. <https://doi.org/10.4025/actascihealthsci.v35i1.11227>

- DIXON, G. R. **Vegetable brassicas and related crucifers**. London: CAB International, 2006. <https://doi.org/10.1079/9780851993959.0000>
- ELISABETSKY, E.; AMADOR, T. A.; LEAL, M. B.; NUNES, D. S.; CARVALHO, A.; VEROTTA, L. Merging ethnopharmacology with chemotaxonomy: An approach to unveil bioactive natural products. The case of *Psychotria* alkalids as potential analgesics. **Ciencia e Cultura**, v. 49, p. 378–385, 1997.
- FACA, E. C.; FERREIRA, E. A.; SILVA, R. M.; MUSSURY, R. M. Efeito de extratos aquosos de *Serjania* spp. sobre a oviposição de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. 1–13, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21802>
- FAOSTAT - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION STATISTIC DATABASE. **Cauliflowers, broccoli, cabbages and other brassicas**. [s. l.], 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 11 de fev. 2022.
- FERNÁNDEZ, S. A.; ALVAREZ, C. Biología de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) polilla del repollo (*Brassica oleraceae* L.) en condiciones de laboratorio. **Agronomía Tropical**, v. 38, n. 4–6, p. 17–28, 1988.
- FERREIRA, C. P.; DE-OLIVEIRA, A. C. A. X.; PAUMGARTTEN, F. J. R. Serum concentrations of DDT and DDE among malaria control workers in the Amazon region. **Journal of Occupational Health**, v. 53, n. 2, p. 115–122, 2011. <https://doi.org/10.1539/joh.O10026>
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008.
- FLORA DO BRASIL. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 11 fev. 2022.
- FONSÊCA, S. G. C. **Farmacotécnica de fitoterápicos**. Universidade Federal do Ceará, Departamento de Farmácia, 2005. <https://farmacotecnica.ufc.br/wp-content/uploads/2019/11/farmacot-fitoterapicos.pdf>.

FORMAGIO, A. S. N.; VOLOBUFF, C. R. F.; SANTIAGO, M.; CARDOSO, C. A. L.; VIEIRA, M. D. C.; PEREIRA, Z. V. Evaluation of antioxidant activity, total flavonoids, tannins and phenolic compounds in *Psychotria* leaf extracts. **Antioxidants**, v. 3, n. 4, p. 745–757, 2014. <https://doi.org/10.3390/antiox3040745>

FORMAGIO, A. S. N.; VOLOBUFF, C. R. F.; PEREIRA, Z. V.; VILELA, L. O.; VILEGAS, W. **Coletânea científica de espécies de *Psychotria* (Rubiaceae): florística e aspectos químicos & farmacológicos**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2021.

FURLONG, M. J.; WRIGHT, D. J.; DOSDALL, L. M. Diamondback moth ecology and management: Problems, progress, and prospects. **Annual Review of Entomology**, v. 58, n. 1, p. 517–541, 2013. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153605>

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E. PARRA, J. R. P.; ZACCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. C. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

GARCIA, M.; SCHEFFCZYK, A.; GARCIA, T.; RÖMBKE, J. The effects of the insecticide lambda-Cyhalothrin on the earthworm *Eisenia fetida* under experimental conditions of tropical and temperate regions. **Environmental Pollution**, v. 159, n. 2, p. 398–400, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.10.038>

GARRIDO, R. G.; SABINO, B. D. Ayahuasca: entre o legal e o cultural. **Saúde, Ética & Justiça**, v. 14, n. 2, p. 44, 2009. <https://doi.org/10.11606/issn.2317-2770.v14i2p44-53>

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P. DE; WANDERLEY, M. D. G. L.; BERG, C. VAN DEN. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 52–61, 2005. <https://doi.org/10.1127/0029-5035/2004/0079-0149>

GOMES, M. Revolução Verde. In: MOTTA, M. M. M. (org.). **Dicionário da terra**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005. p. 401–412.

GOMES, R. S. D. L. **Estudo comparativo da *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes – Rubiaceae – do Bioma Amazônia obtida na mata nativa e de cultivo in vitro submetido**

**a diferentes tratamentos de interceptação da radiação solar**. 2007. - Tese, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 101f., 2007.

GONÇALVES, M. W.; VIEIRA, T. B.; MACIEL, N. M.; CARVALHO, W. F.; LIMA, L. S. F.; GAMBALE, P. G.; DA CRUZ, A. D.; NOMURA, F.; BASTOS, R. P.; SILVA, D. M. Detecting genomic damages in the frog *Dendropsophus minutus*: preserved versus perturbed areas. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 5, p. 3947–3954, 2015. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3682-1>

GUARIM NETO, G.; MORAIS, R. G. de. Recursos medicinais de espécies do Cerrado de Mato Grosso: um estudo bibliográfico. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 4, p. 561–584, 2003. <https://doi.org/10.1590/s0102-33062003000400009>

GUPTA, M. P.; MONGE, A.; KARIKAS, G. A.; LOPES DE CERAIN, A.; SOLIS, P. N.; LEON, E.; TRUJILLO, M.; SUAREZ, O.; WILSON, F.; MONTENEGRO, G.; NORIEGA, Y.; SANTANA, A. I.; CORREA, M.; SANCHEZ, C. Screening of Panamanian medicinal plants for brine shrimp toxicity, crown gall tumor inhibition, cytotoxicity and DNA intercalation. **Pharmaceutical Biology**, v. 34, n. 1, p. 19–27, 1996. <https://doi.org/10.1076/phbi.34.1.19.13180>

HAMILTON, C. W. Variation on a distylous theme in a Mesoamerican *Psychotria subgenus Psychotria* (Rubiaceae). **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 55, p. 62–75, 1990.

HANDA, S. S.; KHANUJA, S. P. S.; LONGO, G.; RAKESH, D. D. **Extraction technologies for medicinal and aromatic plants scientifi**. Trieste: International Centre for Science and High Technology, 2008.

HARCOURT, D. G. Biology of the diamondback moth, *Plutella maculipennis* (Curt.) (Lepidoptera: Plutellidae), in Eastern Ontario. II. Life-history, behaviour, and host relationships. **The Canadian Entomologist**, v. 89, n. 12, p. 554–564, 1957. <https://doi.org/10.4039/Ent89554-12>

HENRIQUES, A. T.; LOPES, S. O.; PARANHOS, J. T.; GREGIANINI, T. S.; VON POSER, G. L.; FETT-NETO, A. G.; SCHRIPSEMA, J. N.  $\beta$ -D-Glucopyranosyl vincosamide, a light

regulated indole alkaloid from the shoots of *Psychotria leiocarpa*. **Phytochemistry**, v. 65, n. 4, p. 449–454, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2003.10.027>

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss de Língua portuguesa**. 1<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

IRAC-BR: COMITÊ BRASILEIRO DE AÇÃO À RESISTÊNCIA A INSETICIDA. **Traçadas-crucíferas consegue detectar a presença de inseticidas na planta**. [s. l.], 2016. Disponível em: <https://www.illac-br.org/single-post/2016/03/30/traçadascrucíferas-consegue-detectar-a-presença-de-inseticidas-na-planta>. Acesso em: 28 jan. 2022.

JAYASINGHE, U. L. B.; JAYASOORIYA, C. P.; BANDARA, B. M. R.; EKANAYAKE, S. P.; MERLINI, L.; ASSANTE, G. Antimicrobial activity of some Sri Lankan Rubiaceae and Meliaceae. **Fitoterapia**, v. 73, n. 5, p. 424–427, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(02\)00122-3](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(02)00122-3)

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A. **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético**. 3<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

KODJO, T. A.; GBÉNONCHI, M.; SADATE, A.; KOMI, A.; YAOVI, G.; DIEUDONNÉ, M.; KOMLA, S. 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**, Lomé, v. 43, n. 1, p. 2899–2914, 2011.

KUSSUMI, T. A.; LEMES, V. R. R.; NAKANO, V. E.; ROCHA, S. B.; KIMURA, I. de A.; SILVA, I. C. da. Avaliação de hexaclorociclohexano em águas nas circunvizinhanças de um passivo ambiental. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 70, n. 3, p. 408–411, 2011. <http://ses.sp.bvs.br/lildbi/docsonline/get.php?id=3108>

LANDAU, E. C.; MARTINS, J. L. A. Variação Geográfica do uso de agrotóxicos e afins. In: LANDAU, E. C.; SILVA, G. A.; MOURA, L.; HIRSCH, A.; GUIMARÃES, D. P. (org.). **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas**. Brasília: Embrapa, 2020. p. 414.

LEWIS, G.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. **Legumes of the world**. Richmond: The Royal Botanic Gardens, Kew, 2005.

LIMA JUNIOR, A. F. **Efeito de diferentes extratos vegetais no controle de *Anthoscelides obtectus* e *Sitophilus* sp.** 2011. 67 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 67p., 2011.

LIMA, A. C.; LIMA, R. G. **Arborização urbana: a experiência de Aracaju**. Aracaju: IFS, 2016.

LIMA, L. F. P.; SALVADOR, R. B.; SEGRETTI, E.; DETTKE, G. A. **Brassicaceae in Flora do Brasil**. 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB65>. Acesso em: 11 fev. 2022.

LINGATHURAI, S.; EZHIL VENDAN, S.; GABRIEL PAULRAJ, M.; IGNACIMUTHU, S. Antifeedant and larvicidal activities of *Acalypha fruticosa* Forssk. (Euphorbiaceae) against *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) larvae. **Journal of King Saud University (Science)**, v. 23, n. 1, p. 11–16, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2010.05.012>

LIU, F.; GUO, D.; YUAN, Z.; CHEN, C.; XIAO, H. Genome-wide identification of long non-coding RNA genes and their association with insecticide resistance and metamorphosis in diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1–11, 2017. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16057-2>

LOPES, S. O.; MORENO, P. R. H.; HENRIQUES, A. T. Growth characteristics and chemical analysis of *Psychotria carthagenensis* cell suspension cultures. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 26, p. 259–264, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0141-0229\(99\)00148-9](https://doi.org/10.1016/S0141-0229(99)00148-9)

LOPES, S.; VON POSER, G. L.; KERBER, V. A.; FARIAS, F. M.; KONRATH, E. L.; MORENO, P.; SOBRAL, M. E.; ZUANAZZI, J. A. S.; HENRIQUES, A. T. Taxonomic significance of alkaloids and iridoid glucosides in the tribe *Psychotrieae* (Rubiaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 32, n. 12, p. 1187–1195, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2004.04.015>

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasi**. Nova Odessa: Plantarum, 2002.

LUCAS, P. W.; TURNER, I. M.; DOMINY, N. J.; YAMASHITA, N. Mechanical defences to herbivory. **Annals of Botany**, v. 86, n. 5, p. 913–920, 2000. <https://doi.org/10.1006/anbo.2000.1261>

MARCHIORO, C. A.; FOERSTER, L. A. Biotic factors are more important than abiotic factors in regulating the abundance of *Plutella xylostella* L., in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 60, n. 4, p. 328–333, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2016.06.004>

MARQUES, M. C. S.; HAMERSKI, L.; GARCEZ, F. R.; TIEPPO, C.; VASCONCELOS, M.; TORRES-SANTOS, E. C.; CHANG, M.; SILVA, W. In vitro biological screening and evaluation of free radical scavenging activities of medicinal plants from the Brazilian Cerrado. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 7, n. 15, p. 957–962, 2013. <https://doi.org/10.5897/JMPR12-882>

MARSARO JUNIOR, A. L.; DE MORI, C.; FERREIRA, P. E. P.; TOMM, G. O.; PICANÇO, M. C.; PEREIRA, P. R. V. S. **Caracterização do manejo de insetos-praga da canola adotado por produtores no Rio Grande do Sul e no Paraná**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2019.

MARTIM, F. W.; CAMPBELL, C. W.; RUBERTÉ, R. M. **Perennia edible fruits of the tropics: an inventory**. U.S.: Department of Agriculture Handbook, 1987.

MATHEUS, M. T.; BACELAR, M.; OLIVEIRA, S. A. de S. Descrição morfológica de frutos e sementes de marmelinho-do-campo – *Alibertia Sessilis* Schum. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 3, p. 60–61, 2008.

MAZHAWIDZA, E.; MVUMI, B. M. Field evaluation of aqueous indigenous plant extracts against the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. and the rape aphid, *Brevicoryne brassicae* L. in brassica production. **Industrial Crops and Products**, v. 110, p. 36–44, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.09.053>

MEDEIROS, P. T.; DIAS, J. M. C. S.; MONNERAT, R. G.; SOUZA, N. R. Instalação e manutenção de criação massal de traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*). **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia - Circular Técnica**, **29**, p. 1–4, 2003.

MELO, R. A. C.; VENDRAME, L. P. C.; MADEIRA, N. R.; BLIND, A. D.; VILELA, N. J. Characterization of the Brazilian vegetable brassicas production chain. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 366–372, 2019. <https://doi.org/10.1590/s0102-053620190401>

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

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Relatório nacional de vigilância em saúde de populações expostas a agrotóxicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2016. *E-book*. Disponível em: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/agrotoxicos\\_otica\\_sistema\\_unico\\_saude\\_v1\\_t.1.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/agrotoxicos_otica_sistema_unico_saude_v1_t.1.pdf)

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. de L. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v. 28, n. 5, p. 892–896, 2005.

MORAIS, L. A. S.; MARINHO-PRADO, J. S. Plantas com Atividade Inseticida. In: HALFELD-VIEIRA, B. A.; MARINHO-PRADO, J. S.; NECHET, K. L.; MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. (org.). **Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas**. Brasília: Embrapa, 2016. p. 542–593.

MOREIRA, L. F. **Preferência e performance de *Plutella xylostella* em relação às características bromatológicas e idade foliar de Brassicáceas**. 2011. 78 p. Tese (Doutorado em Bioquímica Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

NAKANO, V. E.; KUSSUMI, T. A.; LEMES, V. R. R.; KIMURA, I. de A.; ROCHA, S. B.; ALABURDA, J.; OLIVEIRA, M. C. C.; RIBEIRO, R. A.; FARIA, A. L. R.; WALDHELM, K. C. Evaluation of pesticide residues in oranges from São Paulo, Brazil. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 36, n. 1, p. 40–48, 2016. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6837>

NASCIMENTO, M. N. G.; PETACCI, F.; FELÍCIO, J. S.; GRAZIOTTI, G. H.; SOUZA JR, A.; FREITAS, S. S. Efeito inseticida de extratos de plantas do Cerrado sobre *Spodoptera*

*frugiperda* e *Sitophilus zeamais*. **Cerrado: água, alimento e energia**, Goiânia, v. 63, n. 2011, p. 1–15, 2010. <http://portal.sbpcnet.org.br/publicacoes/tipo/reunioes-anuais/>

NAVARRO, D. **Estudo químico, biológico e farmacológico das espécies *Allamanda blanchetti* e *Allamanda schottii* na obtenção de moléculas bioativas de potencial terapêutico**. 2005. 37 p. 293. Tese (Doutorado em Química) - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

NTONIFOR, N. N.; MUELLER-HARVEY, I.; BROWN, R. H. Extracts of tropical African spices are active against *Plutella xylostella*. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v. 8, n. 2, p. 498–502, 2010.

OLIVEIRA, D. D. S. **Nova metodologia para extração de compostos fenólicos de vinho tinto e avaliação da estabilidade dos extratos obtidos**. 2014. 138 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

OLIVEIRA, F.; AKISUE, G. **Fundamentos de farmacobotânica e de morfologia vegetal**. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2009.

OLIVEIRA, H. C.; DOS SANTOS, M. P.; GRIGULO, R.; LIMA, L. L.; MARTINS, D. T. O.; LIMA, J. C. S.; STOPPIGLIA, L. F.; LOPES, C. F.; KAWASHITA, N. H. Antidiabetic activity of *Vatairea macrocarpa* extract in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 115, n. 3, p. 515–519, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.10.025>

PALACIO, C.; SERRA, D.; TORRES, P. Papel ecológico dos metabólitos secundários frente ao estresse abiótico. *In*: LOPEZ, A. M. (org.). **Botânica no Inverno**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, p. 2013.

PANDEY, A.; TRIPATHI, S.; PANDEY, C. A. Concept of standardization, extraction and pre phytochemical screening strategies for herbal drug. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 2, n. 5, p. 115–119, 2014.

PAZ, F. S.; PINTO, C. E.; DE BRITO, R. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; GIANNINI, T. C. Edible fruit plant species in the Amazon forest rely mostly on bees and beetles as pollinators. **Journal of economic entomology**, v. 114, n. 2, p. 710–722, 2021. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa284>

PEREIRA, G. F. **A família Rubiaceae Juss. na vegetação ripária de um trecho do alto rio Paraná, Brasil, com ênfase na tribo Spermacoceae.** 2007. - Dissertação, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 68f., 2007.

PEREIRA, Z. V.; KINOSHITA, L. S. Rubiaceae Juss. do Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema, MS, Brasil. **Hoehnea**, v. 40, n. 2, p. 205–251, 2013. <https://doi.org/10.1590/s2236-89062013000200002>

PERES, L. L. S. **Bioatividade de extratos aquosos de espécies de Rubiaceae Juss. sobre *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) e determinação dos compostos fenólicos.** 2016. - Dissertação, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 64 p., 2016.

PERES, L. L. S.; SOBREIRO, A. I.; COUTO, I. F. S.; SILVA, R. M.; PEREIRA, F. F.; HEREDIA-VIEIRA, S. C.; CARDOSO, C. A. L.; MAUAD, M.; SCALON, S. P. Q.; VERZA, S. S.; MUSSURY, R. M. Chemical compounds and bioactivity of aqueous extracts of *Alibertia* spp. In the control of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Insects**, v. 8, n. 4, p. 1–13, 2017. <https://doi.org/10.3390/insects8040125>

PIOVESAN, N. **Influência de diferentes parâmetros em métodos de extração de compostos bioativos de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) e atividade antioxidante e antimicrobiana.** 2016. 120 p. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologia dos Alimentos) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Marias, Santa Maria, 2016.

POLLITO, P. A. Z.; TOMAZELLO FILHO, M. *Cinchona amazonica* Standl: (Rubiaceae) no estado do Acre, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v. 1, n. 1, p. 9–18, 2006.: <https://doi.org/10.5123/s1981-81142006000100001>

POSEY, D. A. Indigenous management of tropical forest ecosystems: The case of the Kayapó indians of the Brazilian Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 3, p. 139–158, 1985.

PRAKASH, A.; RAO, J.; NANDAGOPAL, V. Future of botanical pesticides in rice, wheat, pulses and vegetables pest management. **Journal of Biopesticides**, v. 1, n. 2, p. 154–169, 2008.

REIS, S. M.; MOHR, A.; GOMES, L.; ABREU, M. F.; LENZA, E. Síndromes de polinização e dispersão de espécies lenhosas em um fragmento de Cerrado sentido restrito na transição Cerrado - Floresta Amazônica. **Heringeriana**, v. 6, n. 2, p. 28–41, 2014. <https://doi.org/10.17648/heringeriana.v6i2.28>

RIEDER, A. Plants used for diabetes in the transition zone of Platinum and Amazon Hydrographic Basins, southwest portion of Mato Grosso, Brazil. **Planta Medica**, v. 79, n. 13, 2013. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1352065>

RIVIER, L.; LINDGREN, J. E. “Ayahuasca,” the South American hallucinogenic drink: An ethnobotanical and chemical investigation. **Economic Botany**, v. 26, n. 2, p. 101–129, 1972. <https://doi.org/10.1007/BF02860772>

RODRIGUES, F. A.; PIMENTA, V. de S. C.; BRAGA, K. M. da S.; ARAÚJO, E. G. de. Obtenção de extratos de plantas do Cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 2016, p. 870–887, 2016. <https://doi.org/10.18677/Enciclopedia>

RODRIGUES, R. S. **Acosmium in flora do Brasil**. 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB29396>. Acesso em: 9 fev. 2022.

RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D. A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio dos cerrados na região do Alto Rio Grande - Minas Gerais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 9, n. 2, p. 17–35, 2007.

RODRIGUES, W. C. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. **Info Insetos**, v. 1, n. 4, p. 1–4, 2004. <http://www.infoinsetos.ebras.bio.br/pdf/art0104-01.pdf>

SALIS, S. M. **Floração de espécies apícolas no Pantanal baseada em informações de herbário e literatura**. Corumbá: Embrapa, 2009.

SANDÍ, D. A. **La nueva clasificación subfamiliar de las leguminosas**. 5ª ed. San José: Revista de Biología Tropical., 2019.

SANTOS, P. L. dos; PRANDO, M. B.; MORANDO, R.; PEREIRA, G. V. N.; KRONKA, A. Z. Utilização de extratos vegetais em proteção de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 2562–2576, 2013.

SILVA JÚNIOR, M. C.; PEREIRA, B. A. S. **+100 Árvores do Cerrado - Matas de Galeria (Guia de Campo)**. 1ª ed. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2009.

SILVA, A. L.; VELOSO, V. R. S.; TARDIVO, J. C.; ABREU, C. D.; SILVA, R. M. C. Avaliação de inseticidas piretróides no controle da traça das crucíferas *Plutella xylostella* (L., 1758) em repolho. **Anais das Escolas de Agronomia e Veterinária**, v. 23, n. 1, p. 7–12, 1993.

SILVA, R. M. da; FIORATTI, C. A. G.; FACA, E. C.; MUSSURY, R. M. Extratos aquosos de *Psychotria* sp. interferem na biologia de *Plutella xylostella*. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. 1–12, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21474>

SILVA, S. E.; SOUZA, A. G. C.; SOUZA, N. R.; LIMA, R. M. B.; NUNES, C. D. M. Conservação e avaliação de fruteiras tropicais no Amazonas. Congresso Latinoamericano de Ecologia, v. 3., 1995,

SOUSA JÚNIOR, P. T.; DALL'OGGIO, E. L.; SILVA, L. E. da; UIR S, F.; VIEIRA, P. C.; MACHADO, H. V.; SANTOS, L. G. Gênero *Acosmium*: composição química e potencial farmacológico. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 19, p. 150–157, 2009.

SOUZA, L. A. G. de. **Guia da biodiversidade de Fabaceae do Alto Rio Negro**. Manaus: INPA, 2012.

SOUZA, R. J. Origem de botânica de algumas brássicas. **Informe Agropecuário**, v. 9, n. 98, p. 10–12, 1983.

TALEKAR, N. S.; SHELTON, A. M. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. **Annual Review of Entomology**, v. 38, n. 1, p. 275–301, 1993. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001423>

THACKER, J. R. M. **An introduction to arthropod pest control**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

THORSTEINSON, A. J. The chemotactic influence of plant constituents on feeding by phytophagous insects. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 1, n. 1, p. 23–27, 1958. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1958.tb00005.x>

THORUP-KRISTENSEN, K. Brassicas in sustainable production and organic farming Archived. **Organic Eprints**, v. 1, n. 1, p. 30, 2008. <https://orgprints.org/id/eprint/16320/>

TOFOLO, C.; FUENTEFRIA, A. M.; FARIAS, F. M.; MACHADO, M. M.; DE OLIVEIRA, L. F. S. Contributing factors for farm workers' exposure to pesticides in the west of the state of Santa Catarina, Brazil. **Acta Scientiarum - Health Sciences**, Maringá, v. 36, n. 2, p. 153–159, 2014. <https://doi.org/10.4025/actascihealthsci.v36i2.22383>

TOMÉ, H. V. V.; BARBOSA, W. F.; MARTINS, G. F.; GUEDES, R. N. C. Spinosad in the native stingless bee *Melipona quadrifasciata*: Regrettable non-target toxicity of a bioinsecticide. **Chemosphere**, v. 124, n. 1, p. 103–109, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.11.038>

VACARI, A. M. **Caracterização biológico-comportamental de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) predando *Plutella xylostella* (L., 1758)**. 2009. 102 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita”, Jaboticabal, 2009.

VALADARES, S. N. S. **Composição química, toxicidade e atividade biológica de *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke (Leguminosae)**. 2017. 88 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2017.

VALLI, M.; YOUNG, C. M.; BOLZANI, S. A beleza invisível da biodiversidade: o táxon Rubiaceae. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 1, p. 296–310, 2016. <https://doi.org/10.5935/1984-6835.20160020>

VIEGAS JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, v. 26, n. 3, p. 390–400, 2003.

VIEIRA, R. A.; LAPA, A. J.; LIMA, T. C. M. **Atividade do extrato etanólico de *Acosmium subelegans* (Mohlenbr) no sistema nervoso central (SNC) de camundongos.** Recife: XVI Simpósio de Plantas Mediciniais do Brasil, 2000.

VIEIRA, R. A.; LAPA, A. J.; LIMA, T. C. M. de. Evaluation of the central activity of the ethanolic extract of *Acosmium subelegans* (Mohlenbr) in mice. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 12, p. 50–51, 2002. <https://doi.org/10.1590/s0102-695x2002000300024>

WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; GIULIETTI, A. M.; MELHEM, T. S. **Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo.** São Paulo: Fapesp, 2007. v. 5

WANG, J.; ZHENG, X.; YUAN, J.; WANG, S.; XU, B.; WANG, S.; ZHANG, Y.; WU, Q. Insecticide resistance monitoring of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) populations in China. **Journal of Economic Entomology**, v. 114, n. 3, p. 1282–1290, 2021. <https://doi.org/10.1093/jee/toab027>

WARWICK, S. I. Brassicaceae in Agriculture. *In*: SCHMIDT, R.; BANCROFT, I. (org.). **Genetics and Genomics of the Brassicaceae.** Ottawa: Springer, 2011. p. 33–65. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7118-0>

WINK, M. Production and application of phytochemicals from an agricultural perspective. *In*: VAN BEET, T. A.; BRETELER, H. (org.). **Phytochemistry and agriculture.** Oxford: Clarendon, 1993. p. 171–213.

ZALUCKI, M. P.; SHABBIR, A.; SILVA, R.; ADAMSON, D.; LIU, S. S.; FURLONG, M. J. Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): just how long is a piece of string? **Journal of Economic Entomology**, v. 105, n. 4, p. 1115–1129, 2012. <https://doi.org/10.1603/EC12107>

ZAWADNEAK, M. A. C.; SCHUBER, M. J.; MEDEIROS, C.; SILVA, R. A. da. **Olericultura: pragas e inimigos naturais.** Curitiba: Senar, 2015.

#### 4. OBJETIVO GERAL

Revisar quais espécies botânicas apresentaram seus extratos testados sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *Plutella xylostella* nos últimos 15 anos. Bem como analisar a bioatividade dos extratos aquosos de espécies de Rubiaceae e Fabaceae, sobre os parâmetros comportamentais e biológicos de *P. xylostella*, comparando diferentes métodos de extração (infusão e maceração).

#### 5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Realizar o levantamento bibliográfico das espécies botânicas que tiveram seus extratos testados sobre *P. xylostella* entre os anos de 2006 a 2021;
- 2) Avaliar os efeitos dos extratos aquosos a 10% de *Psychotria capillacea*, *Psychotria deflexa* e *Psychotria leiocarpa*, *Alibertia sessilis*, *Alibertia edulis*, *Alibertia intermedia*, *Acosmium subelegans* e *Vatairea macrocarpa*, comparando diferentes métodos de extração, sobre a preferência alimentar e de oviposição de *P. xylostella*;
- 3) Analisar a toxicidade tópica dos extratos aquosos a 10% de *Psychotria capillacea*, *Psychotria deflexa* e *Psychotria leiocarpa* sobre os ovos, as pupas e as larvas de terceiro instar de *P. xylostella*;
- 4) Testar os extratos aquosos a 10% de *Psychotria deflexa*, *Psychotria leiocarpa*, *Acosmium subelegans* e *Vatairea macrocarpa*, comparando diferentes métodos de extração, sobre os parâmetros biológicos da *P. xylostella*.

## 6. HIPÓTESES

- 1) Asteraceae é a família com mais espécies estudadas para fins inseticidas nos últimos 15 anos, com destaque para folhas e extratos aquoso;
- 2) Os extratos de Rubiaceae e Fabaceae interferem na preferência alimentar e de oviposição de *P. xylostella*;
- 3) As espécies de *Psychotria* estudadas demonstram toxicidade sobre larvas, pupas e ovos de *P. xylostella*
- 4) Os parâmetros biológicos de *P. xylostella* são influenciados pela ação dos extratos aquosos de Rubiaceae e Fabaceae, especialmente pelo método da infusão.

# CAPÍTULO I

## Ação de extratos botânicos sobre o desenvolvimento de *Plutella xylostella*

### L. 1758 (Lepidoptera: Plutellidae) – uma revisão

#### Resumo

Atualmente, mais de 500 espécies de insetos já manifestaram resistência a pelo menos um ingrediente ativo de inseticidas, sendo *Plutella xylostella* a espécie majoritária. Em razão disso, diversos métodos de controle desse inseto-daninho foram estudados e alguns comprovados cientificamente a sua eficiência, como é o caso dos extratos botânicos. Sendo assim, o objetivo foi identificar quais plantas tiveram seus extratos testados, nos últimos 15 anos, sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella*. Bem como, determinar quais solventes e estrutura vegetal foram mais utilizados na elaboração do extrato. Após uma busca metódica pelas bases de dados e sites relacionados com a temática, foram levantados 65 artigos científicos e 117 espécies estudadas no período de 2006 a 2021. As famílias de plantas que mais se destacaram foram Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Piperaceae, Rubiaceae, Lamiaceae, Myrtaceae e Solanaceae. A água e o etanol foram os solventes mais utilizados para extrair os compostos bioativos das plantas, enquanto as folhas foram a estrutura vegetal mais empregada para os extratos. Os principais efeitos encontrados foram: alterações na fase imatura, infertilidade nos adultos, mortalidade precoce, efeito dissuasor de oviposição e alimentação, redução da infestação em campo e deformações nos indivíduos. Esperamos, que essa revisão possa aprofundar o conhecimento sobre o tema e colaborar para o fortalecimento das pesquisas futuras.

**Palavras-chave:** Bioatividade; Revisão; Traça-das-crucíferas; Bioinseticida.

#### Abstract

Currently, more than 500 species of insects have already shown resistance to at least one active ingredient of insecticides, with *Plutella xylostella* being the majority species. As a result, several methods of controlling this harmful insect were studied and some scientifically proven their efficiency, as is the case of botanical extracts. Therefore, the objective was to identify which plants had their extracts tested, in the last 15 years, on the biological and behavioral parameters of *P. xylostella*. As well as determining which solvents and plant structure were most used in the preparation of the extract. After a methodical search through the databases and websites related to the subject, 65 scientific articles and 117 species studied were collected from 2006 to 2021. The plant families that stood out were Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Piperaceae, Rubiaceae, Lamiaceae, Myrtaceae and Solanaceae. Water and ethanol were the most used solvents to extract bioactive compounds from plants, while leaves were the most used plant structure for extracts. The main effects found were: changes in the immature stage, infertility in adults, early mortality, deterrent effect of oviposition and feeding, reduction of infestation in the field and deformations in individuals. We hope that this review can deepen knowledge on the subject and contribute to the strengthening of future research.

**Keyword:** Bioactivity; Review; Diamondback Moth; Bioinsecticide.

## 1. Introdução

As produções agrícolas são constantemente atacadas por microorganismos, plantas invasoras e artrópodes daninhos. Na tentativa de amenizar esses problemas, os povos antigos implementaram diversos métodos para controlar os ataques às suas plantações, como feitiços, orações, práticas mecânicas, sistemas de cultivo, bem como a aplicação de substâncias orgânicas e inorgânicas (KULKARNI et al., 2009). Desde então, uma série de substâncias, classificadas como pesticidas, foram utilizadas para controlar esses indivíduos indesejáveis (BRAIBANTE e ZAPPE, 2012).

Não há dúvidas de que o uso dessas substâncias tem contribuído imensamente para o aumento da produtividade agrícola e para a melhoria da saúde humana, especialmente por erradicar algumas doenças no mundo (OKWUTE, 2012). Porém, é importante salientar que o uso errôneo dos inseticidas agrícolas sintéticos provoca efeitos colaterais e devastadores em vários aspectos, como contaminação ambiental (solo, água e ar), intoxicação em produtores e consumidores, seleciona populações de insetos-alvo mais resistentes e redução nas populações de inimigos naturais (MORAES, 2019).

Atualmente, mais de 500 espécies de insetos já manifestaram resistência a pelo menos um ingrediente ativo de inseticidas, sendo *Plutella xylostella* L. 1758 (Plutellidae: Lepidoptera) a espécie campeã (APRD, 2022). A traça-das-crucíferas, como também é conhecido esse inseto-daninho, foi a primeira espécie a evoluir resistência ao dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), e atualmente, é considerada um dos principais fatores limitantes das produções de brássicas (ANKERSMIT, 1953; ZALUCKI et al., 2012). Estima-se que os custos mundiais do manejo e das produções de brássicas perdidas totalizam, aproximadamente, 5 bilhões de dólares ao ano (FURLONG et al., 2013).

Em razão disso, diversos métodos de controle de *P. xylostella* foram estudados e alguns comprovando cientificamente a sua eficiência, como é o caso do controle biológico com inimigos naturais (predadores e parasitoides), com microorganismos (fungos, vírus e bactérias) e o uso de extratos botânicos e óleos essenciais (MONNERAT e BORDAT, 1998; FARRAR et al., 2007; CARDOSO et al., 2010).

Sendo assim, este trabalho teve por objetivo identificar quais plantas tiveram seus extratos testados, nos últimos 15 anos, sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella*. Bem como, determinar quais solventes e estrutura vegetal foram mais utilizados na elaboração do extrato. Espera-se, com isso, aprofundar o conhecimento sobre o tema e colaborar para o fortalecimento de pesquisas futuras.

## 2. Metodologia

Este trabalho corresponde a uma análise de dados secundários, realizada por meio de uma revisão sistemática qualitativa de literatura, que objetivou responder às seguintes questões: “Quais extratos botânicos estão sendo estudados como bioinseticidas para *Plutella xylostella* ao redor do mundo? E quais estudos de comprovação científica foram realizados nos últimos 15 anos?”.

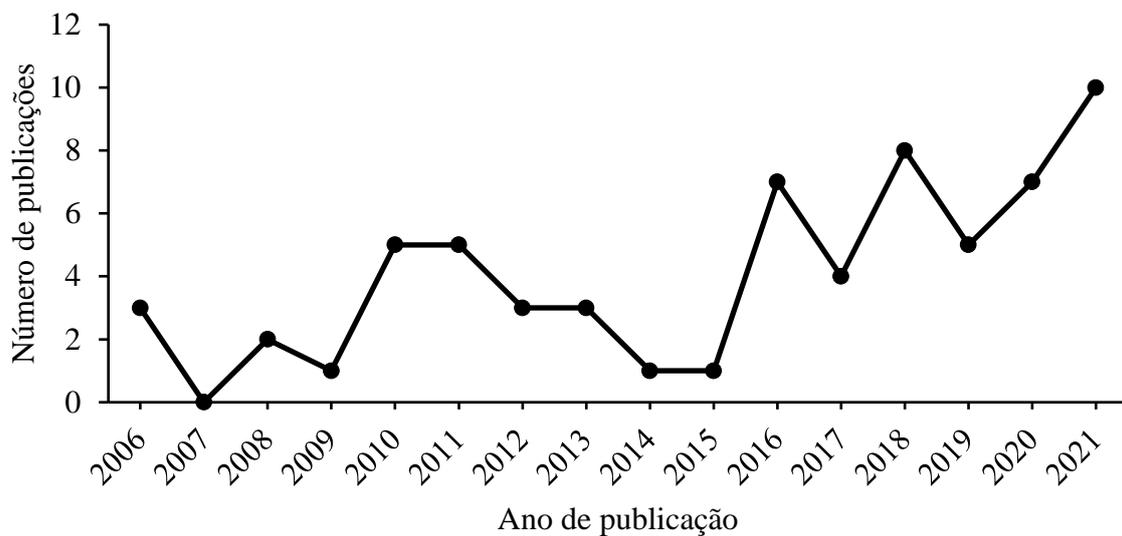
A revisão bibliográfica foi realizada nas bases de dados eletrônicas PubMed, Google Acadêmico e Web of Science no período de junho a dezembro de 2021, utilizando as palavras-chave "extrato botânico" e "*Plutella xylostella*" em três idiomas: português, espanhol e inglês. Também foi realizada uma pesquisa exploratória em livros, revistas e sites de eventos científicos relacionados ao tema, seguindo a metodologia adotado por Barbosa et al. (2013) e Piriz et al. (2014).

Como limite, foi utilizado o período de tempo de 2006 a 2021 (15 anos) na base PubMed, enquanto nas demais bases, o ano que ultrapassasse o limite foi utilizado como critério de exclusão. Foram incluídos, após leitura de títulos e resumos, os artigos que se encaixavam no tema proposto e discutiam o uso de extratos botânicos sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella*, que foram redigidos nas línguas inglesa, portuguesa ou espanhola.

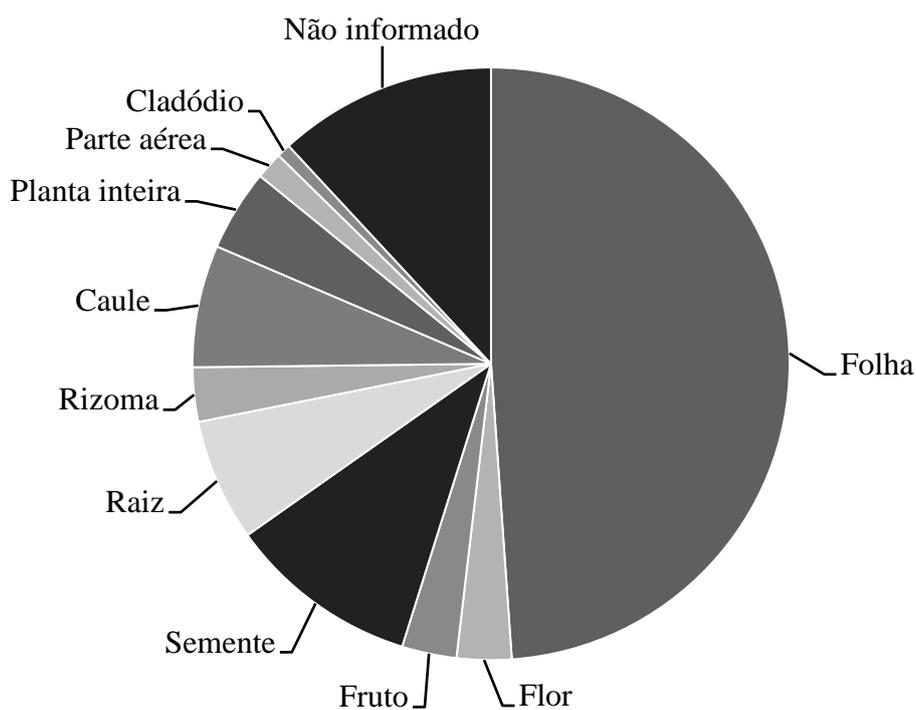
## 3. Resultados e Discussão

Foram levantados 65 artigos científicos que utilizaram extratos botânicos brutos sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella* nos últimos 15 anos. Observou-se que em 2007 não houve publicações relacionado ao tema, enquanto 50% dos artigos publicados estão distribuídos nos anos de 2016, 2018, 2020 e 2021. O período de 2008, 2009, 2014, 2015 e 2017 foram os anos com o menor número de publicações científicas relacionadas ao tema (Figura 1).

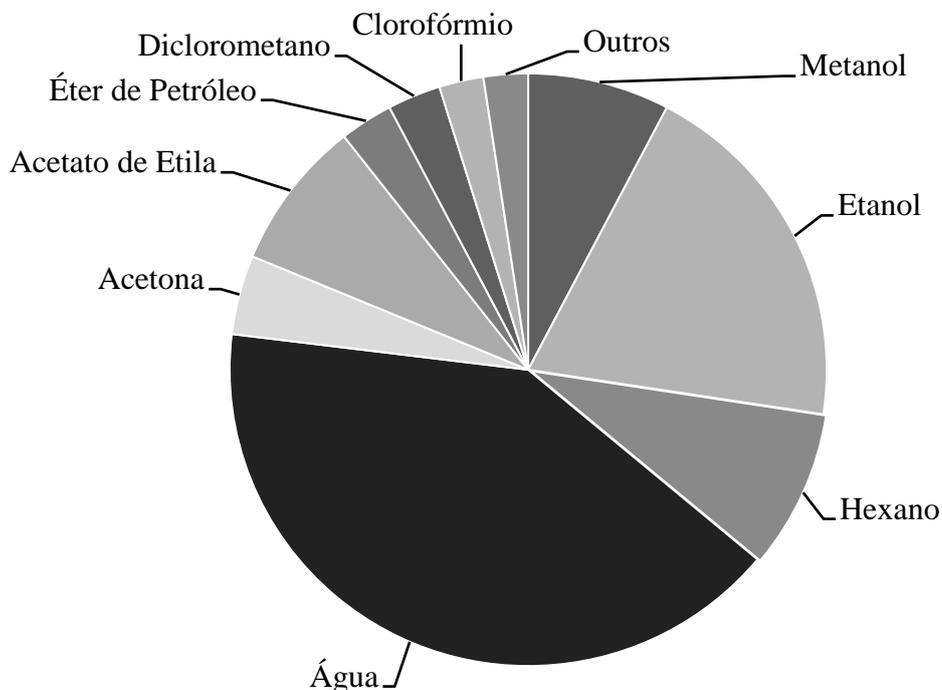
As folhas correspondem às estruturas vegetais mais utilizadas nas preparações dos extratos, seguidas de sementes, raízes e caules (Figura 2). Além disso, doze solventes diferentes foram usados para extrair os compostos bioativos das plantas, sendo a água e o etanol os mais frequentes (Figura 3).



**Figura 1:** Número de artigos científicos publicados que utilizaram extratos botânicos sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *Plutella xylostella* L. 1758 (Lepidoptera: Plutellidae), entre os anos de 2006 a 2021.



**Figura 2:** Porcentagem das estruturas botânicas testadas sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *Plutella xylostella* L. 1758 (Lepidoptera: Plutellidae), entre os anos de 2006 a 2021.



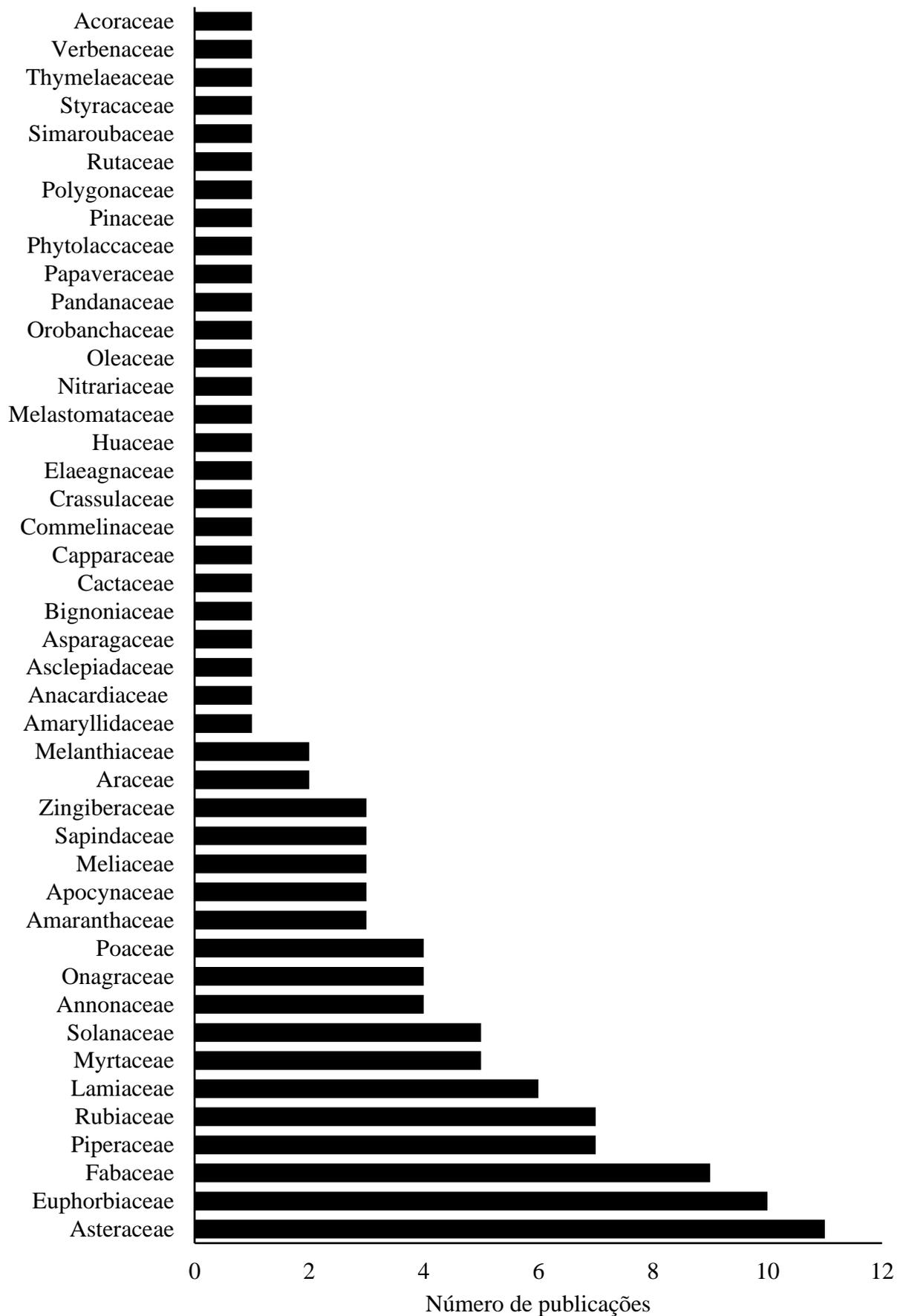
**Figura 3:** Porcentagem dos solventes testados sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *Plutella xylostella* L. 1758 (Lepidoptera: Plutellidae), entre os anos de 2006 a 2021.

Dentre os artigos, foram encontradas 44 famílias, sendo Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Piperaceae, Rubiaceae, Lamiaceae, Myrtaceae e Solanaceaea as famílias com maiores destaques (Figura 4).

Foi encontrado 117 espécies botânicas que tiveram seus extratos testados sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella* (Tabela 1). As atividades biológicas de cada espécie botânica estão detalhadas nos itens abaixo.

### 3.1. Acoraceae

O extrato metanólico dos rizomas de *Acorus calamus* L. dissuadiu a oviposição das fêmeas de *P. xylostella* no bioensaio com chance de escolha para oviposição, por outro lado o extrato hexânico dessa espécie botânica não apresentou efeito significativo na oviposição do inseto (MATHARU e MEHTA, 2018). Os autores também observaram que os extratos etanólico, metanólico e hexânico reduziram o consumo alimentar de larvas de *P. xylostella* (MATHARU e MEHTA, 2018; PHUKHAHAD e AUAMCHAROEN, 2021). A toxicidade por contato e por ingestão foi observada nos tratamentos com extrato etanólico de *A. calamus*, sendo 100% e 73% de mortalidade, respectivamente (PHUKHAHAD e AUAMCHAROEN, 2021).



**Figura 4:** Principais famílias botânicas testadas sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *Plutella xylostella* L. 1758 (Lepidoptera: Plutellidae), entre os anos de 2006 e 2021.

**Tabela 1:** Espécies botânicas testadas sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *Plutella xylostella* L. 1758 (Lepidoptera: Plutellidae), entre os anos de 2006 a 2021.

<b>Espécies</b>	<b>Famílias</b>	<b>Solvente</b>	<b>Parte da Planta</b>	<b>Referências</b>
<i>Acorus calamus</i>	Acoraceae	M, H e E	RI	MATHARU e MEHTA, 2018; PHUKHAHAD e AUAMCHAROEN, 2021
<i>Achyranthes japonica</i>	Amaranthaceae	E	RA	BOO et al., 2018
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Amaranthaceae	A	NI	FACKNATH, 2006
<i>Kochia scoparia</i>	Amaranthaceae	AC, E, AE, EP, A	SEM	VANICHPAKORN et al., 2010
<i>Lycoris radiata</i>	Amaryllidaceae	A	CAU	YANG et al., 2008
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae	M e A	FO	COUTO et al., 2016a; SILVA et al., 2019; COUTO et al., 2020
<i>Annona coriacea</i>	Annonaceae	M, A e E	FO	COUTO et al., 2016a; COUTO et al., 2016b; COUTO et al., 2020
<i>Annona crassiflora</i>	Annonaceae	A e E	FO	COUTO et al., 2016b; COUTO et al., 2020
<i>Annona muricata</i>	Annonaceae	E e H	FO e SEM	FACKNATH, 2006; TRINDADE et al., 2011; TRINDADE et al., 2018
<i>Duguetia furfuracea</i>	Annonaceae	M e A	FO	COUTO et al., 2016a
<i>Aspidosperma pyriforme</i>	Apocynaceae	E	CAU, FR e RA	TRINDADE et al., 2008
<i>Cynanchum komarovii</i>	Apocynaceae	E	NI	YAN et al., 2011
<i>Nerium indicum</i>	Apocynaceae	A	PI	YANG et al., 2008
<i>Dieffenbachia costata</i>	Araceae	A	FO	CERDA et al., 2019
<i>Xanthosoma purpuratum</i>	Araceae	A	FO	CERDA et al., 2019
<i>Cynanchi auriculati</i>	Asclepiadaceae	E	NI	YANG et al., 2012b
<i>Furcraea hexapetala</i>	Asparagaceae	A	FO	JIMÉNEZ et al., 2016
<i>Ageratum conyzoides</i>	Asteraceae	A, M e H	FO	AMOABENG et al., 2013; VATS et al., 2019
<i>Artemisia argyi</i>	Asteraceae	A	PI	YANG et al., 2008
<i>Chromolaena odorata</i>	Asteraceae	A	FO	AMOABENG et al., 2013
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Asteraceae	A	PI	YANG et al., 2008

<i>Clibadium sp.</i>	Asteraceae	A	FO	CERDA et al., 2019
<i>Eupatorium odoratum</i>	Asteraceae	E	FO	YANKANCHI e PATIL, 2009
<i>Parthenium hysterophorus</i>	Asteraceae	A e M	PA	REDDY et al., 2017; AHMAD et al., 2019
<i>Sphagneticola trilobata</i>	Asteraceae	H, DM, AE e H	FO	JUNHIRUN et al., 2018
<i>Synedrella nodiflora</i>	Asteraceae	A	FO	AMOABENG et al., 2013
<i>Wedelia chinensis</i>	Asteraceae	A	PI	YANG et al., 2008
<i>Wedelia trilobata</i>	Asteraceae	H, DM, AE e E	FO	JUNHIRUN et al., 2012
<i>Jacaranda decurrens</i> subsp. <i>symmetrifoliolata</i>	Bignoniaceae	A	FO	SANTOS et al., 2016
<i>Opuntia ficus-indica</i>	Cactaceae	NaCl	CLA	FERRREIRA et al., 2021
<i>Maerua edulis</i>	Capparaceae	A	FO	MAZHAWIDZA e MVUMI, 2017
<i>Tradescantia pallida</i>	Commelinaceae	A	FO	ROCHA et al., 2021
<i>Kalanchoe daigremontiana</i>	Crassulaceae	A	FO	HIDAYATI et al., 2016
<i>Elaeagnus latifolia</i>	Elaeagnaceae	A, H e E	FO e FR	PUMNAUN et al., 2019
<i>Acalypha fruticosa</i>	Euphorbiaceae	AE, H e C	FO	LINGATHURAI et al., 2011
<i>Croton dichogamus</i>	Euphorbiaceae	A	FO	MPUMI et al., 2021
<i>Croton jacobinensis</i>	Euphorbiaceae	E	FO e CAU	SILVA et al., 2018
<i>Croton micans</i>	Euphorbiaceae	E	FO e CAU	SILVA et al., 2018
<i>Croton rhamnifolius</i>	Euphorbiaceae	E	FO e CAU	SILVA et al., 2018
<i>Croton sellowii</i>	Euphorbiaceae	E	FO e CAU	SILVA et al., 2018
<i>Euphorbia lactea</i>	Euphorbiaceae	A	HAS	LEYVA et al., 2017
<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae	A	FO	AMOABENG et al., 2013
<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	A	FO, SEM e RA	AMOABENG et al., 2013; KODJO et al., 2011
<i>Vernicia fordii</i>	Euphorbiaceae	E	SEM	ZHANG et al., 2021
<i>Bobgunnia madagascariensis</i>	Fabaceae	A	FO	MAZHAWIDZA e MVUMI, 2017
<i>Cassia sophera</i>	Fabaceae	A	FO	AMOABENG et al., 2013

<i>Cordeauxia edulis</i>	Fabaceae	M	FO	EGIGU et al., 2010
<i>Deguelia utilis</i>	Fabaceae	A	FO	CERDA et al., 2019
<i>Dimorphandra mollis</i>	Fabaceae	A	NI	JESUS et al., 2011
<i>Lonchocarpus sp.</i>	Fabaceae	C	RA	BASUKRIADI e WILKINS, 2014
<i>Pachyrhizus erosus</i>	Fabaceae	C	SEM	BASUKRIADI e WILKINS, 2014
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Fabaceae	A e M	NI, FO e CAU	JESUS et al., 2011; FONSECA et al., 2018
<i>Tephrosia vogelii</i>	Fabaceae	A	FO	MPUMI et al., 2021
<i>Afrostryrax kamerunensis</i>	Huaceae	A, E, AE, AC, H e M	SEM	NTONIFOR et al., 2010
<i>Mentha arvensis</i>	Lamiaceae	A	PI	YANG et al., 2008
<i>Mentha satureioides</i>	Lamiaceae	A	SEM	AMOABENG et al., 2018
<i>Clerodendrum inerme</i>	Lamiaceae	E	FO	YANKANCHI e PATIL, 2009
<i>Ocimum basilicum</i>	Lamiaceae	A	NI	FACKNATH, 2006
<i>Ocimum gratissimum</i>	Lamiaceae	A	FO	AMOABENG et al., 2013
<i>Vitex negundo</i>	Lamiaceae	A, M e H	FO	YANG et al., 2008; YANKANCHI e PATIL, 2009; MATHARU e MEHTA, 2018
<i>Trillium govanianum</i>	Melanthiaceae	HE	RI	DOLMA et al., 2021
<i>Veratrum nigrum</i>	Melanthiaceae	AC, E, AE, EP e A	RA e RI	VANICHPAKORN et al., 2010
<i>Miconia albicans</i>	Melastomataceae	A	FO	FIORATTI et al., 2016
<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	A	NI e FR	JESUS et al., 2011; BOIÇA JUNIOR et al., 2013; AHMAD et al., 2019
<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	A	FO	CHARLESTON et al., 2006
<i>Trichilia silvatica</i>	Meliaceae	A e M	FO	COUTO et al., 2016a
<i>Campomanesia adamantium</i>	Myrtaceae	A	FO	SOUZA et al., 2021
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	Myrtaceae	A	FO	SOUZA et al., 2021
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Myrtaceae	A	FO	BERNARDES et al., 2016; SOUZA et al., 2021
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	A	NI	FACKNATH, 2006

<i>Syzygium aromaticum</i>	Myrtaceae	A	BF	MPUMI et al., 2021
<i>Peganum harmala</i>	Nitrariaceae	E	SEM	ABBASIPOUR et al., 2010
<i>Ligustrum robustum</i>	Oleaceae	A	NI	FACKNATH, 2006
<i>Ludwigia longifolia</i>	Onagraceae	A	FO	FERREIRA et al., 2020
<i>Ludwigia nervosa</i>	Onagraceae	A	FO	FERREIRA et al., 2020
<i>Ludwigia sericea</i>	Onagraceae	A	FO	FERREIRA et al., 2020
<i>Ludwigia tomentosa</i>	Onagraceae	A	FO	FERREIRA et al., 2020
<i>Pedicularis spicata</i>	Orobanchaceae	AE, B, C, EP e A	NI	YANG et al., 2012a
<i>Pandanus amaryllifolius</i>	Pandanaceae	C	FO	IMTITHAI et al., 2018
<i>Argemone mexicana</i>	Papaveraceae	A	NI	FACKNATH, 2006
<i>Phytolacca americana</i>	Phytolaccaceae	A, AC, AE, E e EP	RA	VANICHPAKORN et al., 2010
<i>Pseudolarix kaempferi</i>	Pinaceae	A, AC, AE, E e EP	CR	VANICHPAKORN et al., 2010
<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae	H	FR	NINGSIH et al., 2020
<i>Piper betle</i>	Piperaceae	A	NI	FACKNATH, 2006
<i>Piper guineense</i>	Piperaceae	H, AE, AC, E, M e A	SEM	NTONIFOR et al., 2010
<i>Piper interruptum</i>	Piperaceae	H, DM, AE e E	CAU	KRAIKRATHOK et al., 2013
<i>Piper nigrum</i>	Piperaceae	H, DM, AE e E	SEM	KRAIKRATHOK et al., 2013
<i>Piper retrofractum</i>	Piperaceae	H, DM, AE e E	FO	KRAIKRATHOK et al., 2013
<i>Piper sarmentosum</i>	Piperaceae	H, DM, AE e E	FO	KRAIKRATHOK et al., 2013
<i>Cymbopogon citratus</i>	Poaceae	A	A	CERDA et al., 2019
<i>Cymbopogon nardus</i>	Poaceae	NI	E	PHUKHAHAD e AUAMCHAROEN, 2021
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	Poaceae	A	PA	KOLMA et al., 2006
<i>Vetiveria zizanioides</i>	Poaceae	A	NI	FACKNATH, 2006
<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae	E	PI	YANG et al., 2015
<i>Alibertia edulis</i>	Rubiaceae	A e E	FO	PERES et al., 2017; SILVA et al., 2020

<i>Alibertia intermedia</i>	Rubiaceae	A e E	FO	PERES et al., 2017; SILVA et al., 2020
<i>Alibertia sessilis</i>	Rubiaceae	A e E	FO	PERES et al., 2017; SILVA et al., 2020
<i>Psychotria capillacea</i>	Rubiaceae	A	FO	SILVA et al., 2021a
<i>Psychotria deflexa</i>	Rubiaceae	A	FO	SILVA et al., 2021a
<i>Psychotria leiocarpa</i>	Rubiaceae	A	FO	SILVA et al., 2021a
<i>Psychotria carthagenensis</i>	Rubiaceae	A	FO	SILVA et al., 2021b
<i>Murraya koenigii</i>	Rutaceae	A	NI	FACKNATH, 2006
<i>Sapindus saponaria</i>	Sapindaceae	A	NI	JESUS et al., 2011
<i>Serjania erecta</i>	Sapindaceae	A	FO	FACA et al., 2021
<i>Serjania marginata</i>	Sapindaceae	A e E	FO	COUTO et al., 2020; FACA et al., 2021
<i>Simarouba versicolor</i>	Simaroubaceae	A	FO	SOUZA et al., 2020
<i>Capsicum frutescens</i>	Solanaceae	A	FO	AMOABENG et al., 2013
<i>Datura stramonium</i>	Solanaceae	M	FL, SEM, RA, FO e CAU	KARIMZADEH e RABIEI, 2020
<i>Nicotiana megalosiphon</i>	Solanaceae	A	SEM	AMOABENG et al., 2018
<i>Nicotiana tabacum</i>	Solanaceae	A	FO	AMOABENG et al., 2013
<i>Witheringia solanacea</i>	Solanaceae	A	FO	CERDA et al., 2019
<i>Styrax camporum</i>	Styracaceae	HE	FO	PADIAL et al., 2020
<i>Stellera chamejasme</i>	Thymelaeaceae	M	RA	WANG et al., 2010
<i>Lantana camara</i>	Verbenaceae	A e E	FO	FACKNATH, 2006; YANKANCHI e PATIL, 2009
<i>Aframomum citratum</i>	Zingiberaceae	H, AE, AC, E, M e A	SEM	NTONIFOR et al., 2010
<i>Aframomum melegueta</i>	Zingiberaceae	H, AE, AC, E, M e A	SEM	NTONIFOR et al., 2010
<i>Curcuma longa</i>	Zingiberaceae	AC, E, AE, EP e A	RI	VANICHPAKORN et al., 2010; PHUKHAHAD e AUAMCHAROEN 2021

A= água; AC= acetona; E= etanol; M= metanol; H= hexano; AE= acetato de etila; EP= éter de petróleo; DM= diclorometano; HE= hidroetanol; B= butano; C= clorofórmio, PI= planta inteira; FO= folha; FL= flor; SEM= semente; FR= fruto, RA= raiz, RI= rizoma; CAU= caule; PA= parte aérea; CR= casca da raiz; BF= botão floral; HAS= hastes; CLA= cladódio; NI= não informado.

### 3.2. Amaranthaceae

O extrato aquoso de *Chenopodium ambrosioides* L. não apresentou toxicidade larval e nem interferiu nos parâmetros comportamentais de *P. xylostella* (FACKNATH, 2006). Diferente do extrato etanólico das raízes de *Achyranthes japonica* Nakai que provocou atividade antialimentar, mortalidade larval superior a 50%, inibição da formação pupal e inviabilidade dos ovos (BOO et al., 2018). Os autores observaram que a mortalidade larval foi proporcional ao tempo de imersão no extrato, ou seja, quanto mais tempo as plantas de repolho ficaram imersas no extrato, mais eficazes foram no controle larval. Além disso, os autores constataram que as fêmeas ingênuas preferiram depositar seus ovos em folhas de repolho que não continham o extrato (BOO et al., 2018).

Vanichpakorn et al. (2010) verificaram que o extrato aquoso das sementes de *Kochia scoparia* (L.) Schrad. provocaram a mortalidade de 25% das larvas de segundo instar de *P. xylostella*. Os autores também testaram a toxicidade da planta utilizando outros solventes na extração (acetona, etanol, acetato de etila, éter de petróleo), porém os resultados não diferiram estatisticamente do controle.

### 3.3. Amaryllidaceae e Anacardiaceae

O extrato aquoso do caule de *Lycoris radiata* (L'Hér.) Herb. (Amaryllidaceae) provocou atividade antialimentar e mortalidade de 54.2% das larvas de *P. xylostella* após a ingestão de discos contaminados (Yang et al., 2008). Enquanto o extrato metanólico das folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) reduziu o consumo foliar nos bioensaio com chance de escolha para alimentação (COUTO et al., 2016a).

Os autores observaram que houve diferença nos resultados quando utilizaram extratos com período de armazenamento diferente, onde os extratos aquoso de *S. terebinthifolius* preparados com pó vegetal recém moído atuaram como estimulantes para a alimentação, enquanto os extratos preparados com pó vegetal armazenado por mais de 14 dias agiram como deterrentes na alimentação de *P. xylostella* (COUTO et al., 2016a). Recentemente, Couto et al. (2020) constataram que o extrato etanólico das folhas de *S. terebinthifolius* provocou alterações significativas na biologia do inseto, como prolongamento do período larval e pupal e redução do biomassa pupal, do período de oviposição das fêmeas e da sobrevivência dos ovos.

O extrato salino de *S. terebinthifolius* retardou a eclosão das larvas nas primeiras 24 horas de observação e provocou deterrência na oviposição, além de causar inviabilidade e redução no número de ovos em indivíduos alimentados com extrato na fase larval (SILVA et al., 2019).

### 3.4. Annonaceae

As folhas de *Annona coriacea* Mart. e *Duguetia furfuracea* (A. St.-Hil) Bent. & Hook. demonstraram atividade antialimentar quando utilizadas na preparação de extratos aquosos e metanólicos (COUTO et al., 2016a). O extrato aquoso de *A. coriacea* também prolongou o período larval e pupal de *P. xylostella* e reduziu a biomassa das pupas, o período de oviposição das fêmeas e o número de ovos. Enquanto o extrato etanólico reduziu a biomassa pupal, o período de oviposição e provocou mortalidade significativa das pupas de *P. xylostella* (COUTO et al., 2020; COUTO et al., 2016b)

O extrato aquoso de *Annona crassiflora* Mart. prolongou a fase imatura do inseto, reduziu biomassa pupal, período de oviposição, taxa de eclosão das larvas e provocou mortalidade larval e pupal (COUTO et al. 2016b). Enquanto Couto et al. (2020) constataram que o extrato etanólico dessa espécie retardou a emergência dos adultos, reduziu o período de oviposição, a fecundidade, biomassa pupal e a viabilidade das pupas.

*Annona muricata* L. também apresentou bioatividade significativa sobre *P. xylostella*, onde os extratos etanólicos das folhas, nas concentrações de 3 e 4%, provocaram mortalidade larval superior 50%, chegando a 100% de mortalidade quando utilizaram o extrato etanólico na concentração de 5%. Os indivíduos que não sofreram com mortalidade precoce, apresentaram um prolongamento na fase larval e pupal (TRINDADE et al., 2011). Por outro lado, o extrato hexânico das sementes de *A. muricata* reduziu a duração larval e a eclosão das larvas de *P. xylostella*, além de reduzir a viabilidade das pupas (TRINDADE et al., 2018).

Os compostos bioativos do extrato aquoso de *A. muricata* também foram testados sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella*, no entanto o artigo científico não está disponível na íntegra (FACKNATH, 2006).

### 3.5. Apocynaceae, Araceae, Asclepiadaceae e Asparagaceae

Trindade et al. (2008) constataram que 51.7% larvas recém eclodidas de *P. xylostella* sofreram mortalidade precoce após a ingestão do extrato etanólico da casca de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae), enquanto os extratos elaborados a partir das raízes e frutos apresentaram baixa ou nenhuma toxicidade sobre as larvas, respectivamente. O extrato aquoso de *Nerium indicum* Mill. (Apocynaceae), conhecido popularmente como espirradeira, apresentou alta toxicidade por contato em larvas de terceiro instar de *P. xylostella*, além disso o extrato dessa planta reduziu o consumo alimentar das larvas e demonstrou 40% de atividade antialimentar (YANG et al., 2008).

As folhas de *Dieffenbachia costata* H. Karst. ex Schott (Araceae) e *Xanthosoma purpuratum* K. Krause (Araceae) reduziram significativamente o consumo foliar e o número de ovos de *P. xylostella*, sendo consideradas como plantas deterrentes para alimentação e oviposição. As larvas quando alimentadas com esses extratos aquosos não esboçaram nenhuma reação adversa em as biologia devido a toxicidade dos extratos em condições laboratoriais (CERDA et al., 2019). No entanto, o extrato aquoso de *X. purpuratum* aumento o número de larvas de *P. xylostella* por plantas no campo, enquanto o extrato de *D. costata* não expressou nenhum efeito significativo.

Jimenez et al. (2016) realizaram a extração de *Furcraea hexapetala* (Jacq.) Urb. (Asparagaceae) por meio de compressão das folhas e utilizaram água destilada para diluir os extratos, pois essa espécie possui folhas carnosas e suculentas. Os autores constataram que a eficácia de cada concentração do extrato aumentou ao longo do tempo, sendo que em 48 horas a eficácia ultrapassou 58%, para concentrações de 25, 50 e 100%. Durante os bioensaios em laboratório e campo, os autores observaram que em 24 horas a eficácia do extrato de *F. hexapetala* foi nula na concentração de 12,5%.

Os compostos bioativos dos extratos etanólicos de *Cynanchum Komarovii* Ijinsk. (Apocynaceae) e *Cynanchi auriculati* Radix (Asclepiadaceae) também foram testados sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella*, no entanto os artigos científicos não estão disponíveis na íntegra (YAN et al., 2011; YANG et al., 2012b).

### 3.6. Asteraceae

É a família com maior quantidade de extratos botânicos testados sobre *P. xylostella* nos 15 últimos anos. Os extratos aquosos das folhas de *Ageratum conyzoides* (L.), *Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H. Rob. e *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn. provocaram mais de 93% de mortalidade larval e reduziram significativamente os danos provocados pelas larvas de *P. xylostella*, esses resultados foram semelhantes o controle positivo (Attack®). Os autores perceberam que esses extratos também reduziram o número de inimigos naturais (Coccinellidae e Syrphidae) (AMOABENG et al., 2013).

Recentemente, Vats et al. (2019) testaram as folhas de *A. conyzoides* sobre os parâmetros alimentares e de oviposição de *P. xylostella*. Os autores constataram que os extrato aquoso, metanólico e hexânico em concentrações de 3, 1 e 0.5, respectivamente, reduziram o consumo foliar e diferiram estatisticamente do controle, nos bioensaios com e sem chance de escolha para alimentação. Não foi observado consumo foliar nos discos tratados com extrato hexânico de *A. conyzoides* na concentração de 2%, ou seja, houve inibição da alimentação.

Todas as concentrações testadas reduziram o número de ovos no bioensaio com chance de escolha. Porém, no bioensaio sem chance de escolha essa redução só foi observada nas concentrações superiores 4% no aquoso, 2% no metanólico e 1% no hexânico. Os extratos aquoso e metanólico de *A. conyzoides* não influenciaram no número de larvas de *P. xylostella* eclodidas. Os autores constataram que os extratos hexânico em todas as concentrações testadas reduziram significativamente a taxa de eclosão das larvas, sendo observado 100% de inviabilidade dos ovos nas concentrações de 4 e 5% (VATS et al., 2019).

Os extratos aquoso de *Artemisia argyi* H. Lév. & Vaniot, *Chrysanthemum coronarium* L. e *Wedelia chinensis* (Osbeck) Merr. causaram atividade antialimentar sobre larvas de terceiro instar de *P. xylostella*, sendo 59, 74 e 52.9% respectivamente. Essas espécies também demonstraram mortalidade larval por contato superior a 48% (YANG et al., 2008). Junhirun et al. (2012) utilizaram quatro solventes distintos para testar a eficiência das folhas de *Wedelia trilobata* (L.) Hitchc., sendo eles hexano, diclorometano, acetato de etila e etanol. Todos os extratos demonstraram toxicidade significativa sobre as larvas de segundo instar de *P. xylostella*, os autores perceberam que houve um aumento da toxicidade ao longo do tempo de exposição ao tratamento com acetato de etila.

Os solventes hexano, diclorometano, acetato de etila e metanol também foram utilizados para extrair os compostos das folhas de *Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski. Os extratos reduziram o consumo alimentar e provocaram toxicidade significativa sobre as larvas de terceiro instar de *P. xylostella*, sendo o extrato de acetato de etila mais eficiente em comparação com os outros (Junhirun et al., 2018). Nos experimentos realizados por Cerda et al. (2019), as folhas de *Clibadium* sp. não apresentaram resultado significativo na alimentação larval, na toxicidade por ingestão e nem no número de larvas por planta na estação seca, por outro lado o extrato aquoso dessa planta reduziu a fecundidade das fêmeas e o aumentou o número de larvas por planta na estação chuvosa.

Por fim, Ahmad et al. (2019) observaram que houve mortalidade significativa das larvas de terceiro instar de *P. xylostella* após serem alimentadas com o extrato aquoso das folhas *Parthenium hysterophorus* L., sendo 48% de mortalidade após 72 horas e 52% de mortalidade após 96 horas. O extrato metanólico dessa espécie também demonstrou atividade inseticida promissora sobre (REDDY et al., 2017). Enquanto o extrato etanólico das folhas de *Eupatorium odoratum* L. não demonstrou efeito significativo sobre as larvas de *P. xylostella* em condições de campo (YANKANCHI e PATIL, 2009).

### 3.7. Bignoniaceae e Cactaceae

As folhas de *Jacaranda decurrens* subsp. *symmetrifoliata* Farias & Proença (Bignoniaceae) foram utilizadas na preparação do extrato aquoso e apresentaram atividade fagodeterrente sobre larvas de terceiro instar de *P. xylostella*, esse resultado foi observado nos bioensaios com e sem chance de escolha para alimentação (SANTOS et al., 2016).

Ferreira et al. (2021) constataram que os cladódios de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Cactaceae) demonstraram atividade deterrente para oviposição e reduziram a viabilidade dos ovos no bioensaio por imersão, onde 55 e 33% das larvas eclodiram no tratamento com extrato salino de *O. ficus-indica* nas concentrações 3.6 e 7.2%, respectivamente. Os extratos não interferiram na viabilidade pupal, mas o extrato na concentração de 7.2% reduziu significativamente a viabilidade das larvas recém eclodidas.

### 3.8. Capparaceae e Commelinaceae

O extrato aquoso das folhas de *Maerua edulis* (Gilg & Gilg-Ben.) DeWolf (Capparaceae) reduziram significativamente o número de larvas de terceiro instar de *P. xylostella* por planta, durante as seis semanas de observação (MAZHAWIDZA e MVUMI, 2017).

Enquanto Rocha et al. (2021) observaram que os indivíduos que tiveram algum grau de contato com o extrato aquoso de *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt (Comelinaceae), popularmente conhecida como trapoeraba-roxa ou coração-roxo, apresentaram menor atividade de oviposição e de alimentação nos bioensaio com e sem chance de escolha. As larvas alimentadas com extrato sofreram maior perda de peso quando comparadas com o controle. Os extratos também reduziram a fertilidade dos ovos.

### 3.9. Crassulaceae e Elaeagnaceae

Hidayati et al. (2016) ao realizarem o teste de preferência com chance de escolha para alimentação, verificaram que os extratos aquosos das folhas de *Kalanchoe daigremontiana* Raym.-Hamet & H. Perrier (Crassulaceae) nas concentrações inferior a 1% atuaram estimulando a alimentação das larvas de *P. xylostella*, enquanto os extratos nas concentrações superior a 1% agiram como fagodeterrente. Os autores constataram que o extrato aquoso de *K. daigremontiana* à 0.5% provocou 50% de mortalidade das larvas 72 horas após a ingestão.

Os extratos aquoso, hexânico e etanólico das folhas e frutos de *Elaeagnus latifolia* L. (Elaeagnaceae) foram moderadamente eficazes no controle da *P. xylostella*, pois provocaram mais de 40% de mortalidade das larvas e mais de 30% de mortalidade das pupas. A maior

mortalidade larval foi observada no extrato etanólico das folhas à 5% e a maior mortalidade pupal foi observada no extrato hexânico dos frutos à 5 %. Todos os extratos testados demonstraram atividade antialimentar sobre as larvas de *P. xylostella* (PUMNAUN et al., 2019).

### 3.10. Euphorbiaceae

Essa é a segunda família com mais espécies testadas sobre *P. xylostella* nos últimos 15 anos. Lingathurai et al. (2011) utilizou três solventes diferentes para extrair os compostos bioativos das folhas de *Acalypha fruticosa* Forssk., sendo eles: clorofórmio, acetato de etila e hexano. Os autores verificaram que o extrato de clorofórmio foi o mais tóxico entre os três solventes, provocando cerca de 70% de mortalidade das larvas em 96h e atividade antialimentar de 93%.

Os extratos aquosos das folhas de *Jatropha curcas* (Adans.) Griseb., *Ricinus communis* L. e *Croton dichogamus* Pax reduziram consideravelmente o número de larvas de *P. xylostella* por planta durante o período observado. Esse resultados foram estatisticamente semelhantes aos inseticidas sintéticos, sendo o extrato de *J. curcas* semelhante ao Attack® e ao Lambda Super®, o extrato de *R. communis* semelhante ao Attack® (AMOABENG et al., 2013) e o extrato de *C. dichogamus* semelhante ao clorpirifós (Mpumi et al., 2021). Os autores observaram que o extrato aquoso de *R. communis* reduziu os danos provocados pelas larvas e causou mortalidade significativa nos inimigos naturais (Coccinelidae e Syrphidae).

Kodjo et al. (2011) verificaram que os extratos aquoso das folhas, raízes e sementes de *R. communis* reduziram o número de larvas de *P. xylostella* por planta e provocaram efeito dissuasor da oviposição e deformações nos indivíduos adultos, além disso os extratos foram altamente tóxicos para larvas de *P. xylostella* no teste por ingestão e por aplicação tópica. Enquanto Leyva et al. (2017) observaram que 24 horas após a aplicação tópica, o extrato aquoso das hastes de *Euphorbia lactea* Haw provocou 74% de mortalidade das larvas de primeiro instar e 60% de mortalidade das larvas de segundo instar de *P. xylostella*. O efeito inseticida do extrato diminuiu ao longo do tempo, já que 48 horas após a aplicação os valores de mortalidade reduziram consideravelmente.

*Croton* corresponde ao gênero mais estudado dessa família. De acordo com Silva et al. (2018), os extratos etanólico de *Croton jacobinensis* Baill., *Croton micans* Muell., *Croton rhamnifolius* H.B.K. e *Croton sellowii* Baill. foram tóxicos para larvas de *P. xylostella*, porém o grau de toxicidade do extrato variou dependendo da parte da planta (folha ou caule) e da espécie utilizada.

O extrato etanólico das folhas de *C. rhamnifolius* apresentou a maior toxicidade, devido a menor concentração necessária para a mortalidade de 50% dos indivíduos (CL50= 14.95 µg/mL). A menor toxicidade foi observada no extrato etanólico do caule de *C. sellowii*. Todos os extratos prolongaram a fase larval, com exceção do extrato do caule de *C. sellowii*. Os autores observaram que não houve alteração na fase pupal provocada pelos extratos (Silva et al., 2018). Recentemente, pesquisadores constataram que a ingestão do extrato etanólico das sementes de *Vernicia fordii* (Hemsl.) Airy Shaw provocou toxicidade moderada sobre larvas de segundo instar de *P. xylostella* (ZHANG et al., 2021).

### 3.11. Fabaceae

De acordo com Egigu et al. (2010), o extrato metanólico das folhas de *Cordeauxia edulis* Hemsl. reduziu significativamente o consumo foliar, a biomassa das larvas e número de ovos depositados pelas fêmeas de *P. xylostella*. Além disso, o extrato atraiu mais *Cotesia vestalis* (Haliday, 1834) (Hymenoptera: Braconidae), inimigo natural da *P. xylostella*, que o controle.

Jesus et al. (2011), constataram que os extratos aquosos de *Dimorphandra mollis* Benth. e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville não interferiram na atratividade alimentar no teste com chance de escolha, mas reduziram número de larvas de *P. xylostella* atraídas no bioensaio sem chance de escolha para a alimentação e reduziram o número de ovos depositados no bioensaio com chance de escolha para a oviposição. Os autores observaram alta taxa de mortalidade das larvas e pupas oriundas do tratamento extrato aquoso de *D. mollis* e *S. adstringens*. Houve prolongamento do período pupal e redução da biomassa larval provocados pelo extrato aquoso de *S. adstringens*, e encurtamento do período larval provocado pelo extrato de *D. mollis* (JESUS et al., 2011).

Fonseca et al. (2018) também testaram os efeitos de *S. adstringens* sobre os parâmetros alimentares e de oviposição de *P. xylostella*. Segundo os autores, o extrato metanólico das folhas e casca de *S. adstringens* em concentrações inferiores a 1 mg·ml<sup>-1</sup> estimularam a alimentação das larvas de terceiro instar, enquanto os extratos em concentrações superiores atuaram como fagodeterrentes no bioensaio com chance de escolha. Foi observado que todas as concentrações testadas reduziram o número de ovos e provocaram supressão da oviposição das fêmeas.

O extrato aquoso das folhas de *Bobgunnia madagascariensis* (Desv.) J.H. Kirkbr. & Wiersema, *Cassia sophera* L. e *Tephrosia vogelii* Hook. F. reduziram significativamente o número de larvas de *P. xylostella* por planta. Os autores observaram que esses resultados foram semelhantes ao encontrado no controle positivo, sendo *B. madagascariensis*

semelhante ao inseticida Dimetoato, *C. sephora* semelhante aos inseticidas Lambda Super® e Attack® e o extrato aquoso de *T. vogelii* semelhante ao Clorpirifós (AMOABENG et al., 2013; MAZHAWIDZA e MVUMI, 2017; MPUMI et al., 2021).

As propriedades bioativas das sementes de *Pachyrhizus erosus* (L.) Urban e das raízes de *Lonchocarpus* sp. foram extraídas utilizando clorofórmio como solvente. Os extratos de *P. erosus* em concentrações superiores a 0.25% reduziram a oviposição das fêmeas e atuaram como dissuasor da oviposição de *P. xylostella*, enquanto o extrato de *Lonchocarpus* sp. mesmo reduzindo a oviposição apresentaram índice de dissuasão negativo (BASUKRIADI e WILKINS, 2014).

As folhas *Deguelia utilis* (A.C. Sm.) A.M.G. Azevedo, que foram utilizadas na preparação do extrato aquoso, não influenciaram no consumo alimentar de *P. xylostella* e nem no número de larvas por planta nos experimentos realizados em campo. Por outro lado, reduziram o número de ovos por fêmeas e provocaram 20% de mortalidade das larvas que se alimentaram de folhas de brassicas contaminadas com extrato de *D. utilis* (CERDA et al., 2019).

### 3.12. Huaceae e Lamiaceae

Ntonifor et al. (2010) utilizaram seis solventes diferentes para extrair os compostos bioativos das sementes de *Afrostryax kamerunensis* Perkins & Gilg (Huaceae), sendo eles: água, etanol, acetato de etila, acetona, hexano e metanol. Os autores constataram que os extratos elaborados não apresentaram atividade antialimentar sobre larvas de terceiro instar de *P. xylostella*.

Os extratos aquosos de *Mentha arvensis* L. e *Vitex negundo* L., ambas pertencentes a Lamiaceae, demonstraram atividade antialimentar e provocaram mais de 40% de mortalidade das larvas de *P. xylostella* após o contato com folhas de brassicas contaminadas (YANG et al., 2008). Diferente das sementes de *Mentha satureioides* R.Br. (Lamiaceae) que não apresentaram toxicidade em larvas de *P. xylostella* após a aplicação tópica do extrato aquoso (AMOABENG et al. 2018).

Matharu e Mehta (2018) também testaram as folhas de *V. negundo* sobre os parâmetros comportamentais de *P. xylostella*, os resultados obtidos pelos pesquisadores comprovaram que o extrato hexânico e metanólico nas concentrações superiores a 0.652 e 2.5% dissuadiram a oviposição das fêmeas e provocaram atividade antialimentar nas larvas, respectivamente. Os autores observaram que a intensidade do efeito antialimentar foi proporcional à concentração do extrato. Enquanto o extrato etanólico das folhas de *V. negundo* à 1%

reduziram a infestação de larvas de *P. xylostella* nas plantações de repolho (YANKANCHI e PATIL, 2009).

Amoabeng et al. (2013) verificaram que o extrato aquoso das folhas de *Ocimum gratissimum* L. (Lamiaceae) reduziu significativamente o número de larvas de *P. xylostella* por planta, sendo semelhante ao inseticida sintético Attack<sup>®</sup>.

Os compostos bioativos do extrato aquoso de *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae) também foi testado sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella*, no entanto o artigo científico não está disponível na íntegra (FACKNATH, 2006).

### 3.13. Melanthiaceae e Melastomataceae

O extrato hidroetanólico dos rizomas de *Trillium govanianum* Wall. ex Royle (Melanthiaceae) demonstrou eficácia promissora no controle das larvas de *P. xylostella*, devido à baixa concentração necessária para a mortalidade de 50% dos indivíduos (CL<sub>50</sub>= 1541.2 mg L<sup>-1</sup>) (DOLMA et al., 2021).

As raízes e rizomas de *Veratrum nigrum* L. (Melanthiaceae) também influenciaram na sobrevivência das larvas, de acordo com Vanichpakorn et al. (2010) os extratos de acetona, de acetato de etila e de etanol de *V. nigrum* provocaram mortalidade larval superior a 80%, enquanto os extratos a base de água e éter de petróleo não diferiram estatisticamente do controle, pois causaram mortalidade inferior a 18%.

Fioratti et al. (2016) observaram que o extrato aquoso das folhas de *Miconia albicans* (Sw.) Steud. (Melastomataceae) não interferiu na preferência alimentar no teste com chance de escolha para alimentação, os autores pressupõem que esse resultado seja devido à baixa concentração utilizada no extrato.

### 3.14. Meliaceae

O extrato aquoso de *Azadirachta indica* A. Juss reduziu a atratividade das larvas e o número de ovos por fêmea, mas não alterou o consumo alimentar no teste com chance de escolha (JESUS et al., 2011; BOIÇA JUNIOR et al., 2013). No teste sem chance de escolha para a alimentação foi observado redução no número de larvas atraídas e no consumo alimentar. Houve redução na biomassa larval e alto índice de mortalidade das larvas após a ingestão de brassicas contaminadas com extrato (JESUS et al., 2011; AHMAD et al., 2019). Os autores observaram que a taxa de mortalidade foi proporcional à concentração do extrato, onde o extrato aquoso na concentração de 1% provocou 33.3% de mortalidade das larvas, enquanto o extrato a 3% causou 70% de mortalidade (AHMAD et al., 2019).

Charleston et al. (2006) verificaram que o extrato aquoso das folhas de *Melia azedarach* L. reduziram consideravelmente o número de larvas por planta na quarta semana de observação e prolongaram na nona e décima semana de observação, sendo semelhante ao inseticida sintético Neemix 4.5<sup>®</sup>. Enquanto o extrato aquoso e metanólico das folhas de *Trichilia silvatica* C. DC. reduziram o consumo alimentar das larvas e atuaram como fagodeterrente (COUTO et al., 2016a).

Por fim, o extrato etanólico das folhas de *Clerodendrum inerme* L. Gaertn. L. reduziu a porcentagem de danos e a infestação nas plantações de repolho, os resultados demonstrados por Yankanchi e Patil (2009) foram superiores ao inseticida sintético Challenger 10EC.

### 3.15. Myrtaceae, Nitrariaceae e Oleaceae

As folhas de *Campomanesia adamantium* (Cambess.), *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg e *Campomanesia xanthocarpa* Mart. ex O. Berg, espécies pertencentes a Myrtaceae, foram utilizadas na preparação de extratos aquosos e afetaram a oviposição das fêmeas de *P. xylostella*, causando uma redução média de 71%. O extrato aquoso de *C. guazumifolia* apresentou maior deterrência na oviposição (SOUZA et al., 2021).

Segundo Bernardes et al. (2016), o extrato aquoso de *C. xanthocarpa* reduziu a biomassa das pupas e a eclosão das larvas, no entanto não interferiu nos outros parâmetros biológicos da *P. xylostella*. Enquanto o extrato aquoso dos botões florais de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry (Myrtaceae) reduziu o número de larvas de *P. xylostella* por planta, sendo semelhante ao Clorpirifós (MPUMI et al., 2021).

Os extratos etanólico das sementes de *Peganum harmala* L. provocaram altas taxas de mortalidade larval no bioensaio por ingestão e reduziram significativamente a biomassa das larvas, a taxa de pupação e viabilidade dos ovos. Os autores também observaram dissuasão no teste com chance de escolha para oviposição, sendo o melhor valor de dissuasão apresentado pela concentração de 40 mg/mL (ABBASIPOUR et al., 2010).

Os compostos bioativos dos extratos aquosos de *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) e *Ligustrum robustum* (Roxb.) Blume (Oleaceae) também foram testados sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella*, no entanto os artigos científicos não estão disponíveis na íntegra (FACKNATH, 2006).

### 3.16. Onagraceae e Orobanchaceae

Recentemente, os compostos bioativos de quatro espécies de *Ludwigia* sp. (Onagraceae) foram testados sobre os parâmetros biológicos de *P. xylostella*. Os resultados demonstraram que o extrato aquoso das folhas de *Ludwigia longifolia* (DC.) H. Hara, *Ludwigia nervosa* (Poir.) H. Hara, *Ludwigia sericea* (Cambess.) H. Hara e *Ludwigia tomentosa* (Cambess.) H. Hara prolongaram a fase larval e provocaram mortalidade precoce das larvas, no entanto apenas *L. longifolia* e *L. tomentosa* diferiram estatisticamente do controle, respectivamente (FERREIRA et al., 2020). Essas duas espécies botânicas também reduziram a biomassa das pupas, enquanto *L. tomentosa* reduziu a fecundidade e o número de larvas eclodidas. O extrato aquoso de *L. sericea* e *L. nervosa* não demonstraram bioatividade significativa sobre o ciclo de vida de *P. xylostella* (FERREIRA et al., 2020).

Os extratos de *Pedicularis spicata* Pall. (Orobanchaceae) elaborados com clorofórmio e éter de petróleo foram altamente tóxico para larvas de *P. xylostella* no bioensaio por imersão e moderadamente tóxico no teste por ingestão dos extratos. Os autores observaram que o extrato a base de água e n-butanol estimularam o consumo alimentar dos indivíduos em fase larval, enquanto os extratos de acetato de etila, clorofórmio e de éter de petróleo demonstraram efeito fagodeterrente. Todos os extratos de *P. spicata* reduziram o peso das larvas, a taxa de pupação e a emergência dos adultos de *P. xylostella* (YANG et al., 2012a).

### 3.17. Pandanaceae, Papaveraceae, Phytolaccaceae e Pinaceae

Intithal et al., (2018) verificaram que mais de 50% das larvas de segundo instar de *P. xylostella* morreram após consumirem folhas de brassicas contaminadas com extratos das folhas de *Pandanus amaryllifolius* L. (Pandanaceae) elaborados com clorofórmio. Os autores observaram interferência na oviposição das fêmeas, onde o número de ovos foi inversamente proporcional à concentração do extrato, ou seja, quanto maior a concentração menor foi o número de ovos depositados pelas fêmeas.

A toxicidade de *Phytolacca americana* L. (Phytolaccaceae) e de *Pseudolarix kaempferi* (Lamb.) Gordon (Pinaceae) também foi verificada por Vanichpakorn et al. (2010), os autores utilizaram cinco solventes distintos para extrair os compostos bioativos presentes nas espécies, sendo eles: água, acetona, acetato de etila, etanol e éter de petróleo. Os extratos etanólico e de acetato de etila das raízes de *P. americana* e o extrato etanólico da casca das raízes de *P. kaempferi* apresentaram altas taxas de mortalidade larval, enquanto os outros solventes procuraram baixa mortalidade das larvas.

Os compostos bioativos do extrato aquoso de *Argemone mexicana* L. (Papaveraceae) também foi testado sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella*, no entanto o artigo científico não está disponível na íntegra (FACKNATH, 2006).

### 3.18. Piperaceae

Foram estudadas sete espécies diferentes nessa família, todas pertencentes ao gênero *Piper*. Os extratos de acetona e de acetato de etila das sementes de *Piper guineense* Schumach. & Thonn. não apresentaram atividade antialimentar contra larvas de *P. xylostella*, no entanto os extratos aquoso e o etanólico em concentrações  $\geq 300$ ppm demonstraram índice antialimentar superior a 35%, e os extratos hexânico e metanólico em concentrações  $\geq 1000$ ppm apresentaram o índice inferior a 27%. Houve 100% de mortalidade das larvas de *P. xylostella* que foram alimentadas com extratos aquoso e etanólico de *P. guineense* na concentração  $\geq 500$ ppm, e apenas 16% das larvas morreram após receberem aplicação tópica dos extratos (NTONIFOR et al., 2010).

Kraikrathok et al. (2013) verificaram que os extratos do caule de *Piper interruptum* Opiz, das sementes de *Piper nigrum* L. e das folhas de *Piper retrofractum* Vahl e *Piper sarmentosum* Roxb. elaborados com hexano, diclorometano, acetato de etila e etanol demonstraram atividade inseticida contra larvas de *P. xylostella* 24 horas após a aplicação do tratamento, sendo o extrato hexânico de *P. retrofractum* (CL<sub>50</sub>= 237ppm) o mais tóxico e o extrato hexânico de *P. nigrum* o menos tóxico (CL<sub>50</sub>= 18.435ppm) entre os extratos testados.

Recentemente, Ningsih et al. (2020) constataram que o extrato hexânico dos frutos de *Piper aduncum* é uma alternativa eficaz e promissora no controle de *P. xylostella*, devido a sua baixa concentração necessária para provocar a mortalidade de 95% dos indivíduos (CL<sub>95</sub>= 4662.5ppm). Os compostos bioativos do extrato aquoso de *Piper betle* L. também foi testado sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella*, no entanto o artigo científico não está disponível na íntegra (FACKNATH, 2006).

### 3.19. Poaceae e Polygonaceae

Os resultados obtidos por Komla et al. (2006) e Yang et al. (2015) revelaram alto grau de toxicidade do extrato aquoso de *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng. (Poaceae) e do extrato etanólico de *Polygonum aviculare* L. (Polygonaceae) contra larvas de terceiro e quarto instar, sendo observado 85 e 90% de mortalidade das larvas, respectivamente. O extrato de *C. schoenanthus* também demonstrou atividade antialimentar em *P. xylostella*.

As folhas de *Cymbopogon citratus* Stapf. (Poaceae), utilizadas na preparação do extrato aquoso, não interferiram no número de larvas de *P. xylostella* por planta na estação seca,

porém aumentaram o número de larvas na terceira, quinta e sétima semana de observação na estação chuvosa (CERDA et al., 2019).

Os compostos bioativos de *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle (Poaceae) e *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash (Poaceae) também foram testados sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella*, no entanto os artigos científicos não estão disponíveis na íntegra (FACKNATH, 2006; PHUKHAHAD e AUAMCHAROEN, 2021).

### 3.20. Rubiaceae e Rutaceae

Os extratos de três espécies de *Alibertia* sp. provocaram alterações significativas no ciclo de vida da *P. xylostella*. Segundo Peres et al. (2017), os extratos aquoso das folhas de *Alibertia intermedia* (Mart.) e *Alibertia sessilis* (Vell.) K. Schum. prolongaram a duração larval e retardaram a emergência dos adultos, respectivamente. Esses extratos reduziram os outros parâmetros biológicos e provocaram deformações nas larvas, pupas e adultos. A redução na duração larval e prolongamento da longevidade dos machos foi observado nos indivíduos tratados com extrato aquoso das folhas de *Alibertia edulis* (Rich.).

Recentemente, essas espécies de *Alibertia* foram utilizadas na preparação de extratos etanólicos. Os resultados demonstraram que o extrato de *A. intermedia* reduziu o período larval e a sobrevivência dos ovos e intensificou a fecundidade das fêmeas na geração parental, enquanto o extrato de *A. edulis* reduziu a sobrevivência dos ovos na geral parental e na geração seguinte (F1). Todos os extratos etanólicos de *Alibertia* reduziram a biomassa pupal na geração parental e apenas o extrato de *A. edulis* reduziu a duração e a sobrevivência das larvas na geração F1 (SILVA et al., 2020).

Em outros trabalhos, Silva et al. (2021a) e Silva et al. (2021b) constataram que os extratos aquoso das folhas de *Psychotria capillacea* (Müll. Arg.) Standl., *Psychotria deflexa* DC., *Psychotria leiocarpa* Cham. & Schltdl. e *Psychotria carthagenensis* Jacq. apresentaram atividade ovicida sobre os ovos de *P. xylostella*, mas não foram tóxicos para as larvas e pupas.

Os compostos bioativos do extrato aquoso de *Murraya koenigii* (L.) Spreng. (Rutaceae) foram testados sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella*, no entanto o artigo científico não está disponível na íntegra (FACKNATH, 2006).

### 3.21. Sapindaceae e Simaroubaceae

O extrato aquoso de *Sapindus saponaria* L. (Sapindaceae) não influenciou na atratividade das larvas de *P. xylostella* no teste com chance de escolha para a alimentação, mas reduziu o número de ovos no teste com chance de escolha para oviposição. Os autores observaram redução na atratividade larval e no consumo foliar no teste sem chance de

escolha. O extrato também provocou redução na biomassa larval, prolongamento da fase pupal e mortalidade considerável de larvas e pupas (JESUS et al., 2011).

As folhas de *Serjania marginata* Casar (Sapindaceae), *Serjania erecta* Radlk (Sapindaceae) e *Simarouba versicolor* A. St.-Hil. (Simaroubaceae), utilizadas na preparação de extratos aquosos, demonstraram redução na fecundidade de *P. xylostella* e atuaram com dissuasor no teste de preferência para oviposição (SOUZA et al., 2020; FACA et al., 2021). Além disso, os extratos de *Serjania* sp. reduziram a viabilidade dos ovos do inseto-daninho (FACA et al., 2021)

Couto et al. (2020) também testaram a toxicidade do extrato etanólico das folhas de *S. marginata*, porém os teste foram feitos sobre o ciclo de vida de *P. xylostella*. Os autores constataram redução significativa na taxa de eclosão e na sobrevivência das larvas. Houve prolongamento da fase imatura do inseto e redução no número de ovos por fêmea e no período de incubação dos ovos.

### 3.22. Solanaceae

Os extratos aquosos dos frutos de *Capsicum frutescens* L. e das folhas *Nicotiana tabacum* G. Don provocaram a redução de 93% das larvas de *P. xylostella* por planta, esse resultado foi estatisticamente semelhante ao encontrado no controle positivo (Attack®) (AMOABENG et al., 2013).

Em outro trabalho, os autores verificaram que o extrato aquoso das sementes de *Nicotiana megalosiphon* Heurck & Mueller Arg. foram altamente tóxico para as larvas de *P. xylostella*, pois os extratos nas concentrações 5% e 10% provocaram 90% e 100% mortalidade das larvas após a pulverização do tratamento, respectivamente (AMOABENG et al., 2018). Cerda et al. (2019) constataram redução no consumo alimentar das larvas, na fecundidade das fêmeas e o número de larvas por planta após a aplicação do extrato aquoso das folhas de *Witheringia solanacea* L'Hér.

Recentemente, os extratos metanólico de *Datura stramonium* L., elaborados com diferentes partes da planta (flores, sementes, raízes, folhas e caule), foram testados quanto à sua toxicidade para as larvas e sua capacidade de dissuadir a oviposição da *P. xylostella*. Os resultados demonstraram que o extrato das flores de *D. stramonium* apresentou a maior toxicidade e o melhor índice de dissuasão da oviposição, enquanto o extrato metanólico do caule foi o menos tóxico para as larvas. O menor índice de dissuasão foi observado no extrato metanólico das folhas (KARIMZADEH e RABIEI, 2020).

### 3.23. Styracaceae e Thymelaeaceae

Padial et al. (2020) observaram que o extrato hidroetanólico das folhas *Styrax camporum* Pohl (Styracaceae) provocaram redução considerável na sobrevivência larval, na biomassa pupal, na longevidade dos adultos, no período de oviposição das fêmeas, no número de ovos e na taxa de eclosão das larvas de *P. xylostella*.

Os extratos metanólico das raízes de *Stellera chamejasme* L. (Thymelaeaceae) demonstraram atividade antialimentar em larvas de segundo e terceiro instar de *P. xylostella*, onde o extrato à 3000 mg·L<sup>-1</sup> apresentou índice antialimentar igual a 87% (WANG et al., 2010).

### 3.24. Verbenaceae e Zingiberaceae

O extrato etanólico das folhas de *Lantana camara* L. (Verbanaceae) reduziu significativamente a infestação de larvas de *P. xylostella*, demonstrando toxicidade superior ao inseticida sintético Challenger 10EC (YANKANCHI e PATIL, 2009). Facknath (2006) também testou o potencial larvicida, antialimentar e impeditivo de oviposição de *L. câmara* sobre *P. xylostella*, no entanto o artigo científico não está disponível na íntegra.

Os compostos bioativos das sementes de *Aframomum citratum* (C. Pereira) K. Schum. (Zingiberaceae) e *Aframomum melegueta* (Roscoe) K. Schum. (Zingiberaceae) foram extraídos utilizando seis solventes distintos, sendo eles: hexano, acetato de etila, acetona, etanol, metanol e água. Os resultados demonstraram que os extratos de acetona e acetato de etila não influenciaram na preferência alimentar das larvas de *P. xylostella*. No entanto, houve redução na alimentação com extrato hexânico e metanólico de *A. melegueta* em concentrações superiores a 100ppm, o mesmo resultado foi observado no extrato aquoso e etanólico de *A. citratum* em concentrações superiores a 500ppm e 1000ppm, respectivamente (NTONIFOR et al., 2010).

Os autores observaram alto índice de mortalidade em larvas de *P. xylostella* que foram alimentadas com extrato etanólico, aquoso e hexânico das duas espécies de *Aframomum*, diferente das larvas que receberam aplicação tópica. Esses extratos não apresentaram efeitos subletais nos parâmetros biológicos de *P. xylostella*, com exceção do extrato de *A. melegueta* que prolongou a fase larval do inseto-daninho (NTONIFOR et al., 2010).

Vanichpakorn et al. (2010) observaram que o extrato dos rizomas de *Curcuma longa* L. elaborados com acetona, etanol, acetato de etila, éter de petróleo e água apresentaram baixa toxicidade em larvas de segundo instar de *P. xylostella* no teste por ingestão, variando de 0 a 20% de mortalidade das larvas. Phukhahad e Auamcharoen (2021) também testaram a

bioatividade do extrato aquoso de *C. longa* sobre larvas de *P. xylostella*, no entanto o artigo científico não está disponível na íntegra.

#### 4. Consideração Final

O trabalho permitiu verificar a diversidade de plantas que foram testadas sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella* ao longo dos últimos 15 anos. Foi possível evidenciar a relevância dos solventes e das estruturas vegetais utilizadas nas preparações dos extratos. Em destaque, para as concentrações empregadas nos extratos afetam fortemente a toxicidade das espécies botânicas, sendo que a concentração mais alta nem sempre é a mais eficaz.

Diante do exposto, faz-se necessário a realização de mais pesquisas com as espécies relatadas, visto que foi possível observar que algumas espécies de Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Solanaceae demonstraram toxicidade semelhante aos inseticidas químicos, enquanto algumas espécies de Asteraceae e Euphorbiaceae apresentaram toxicidade sobre inimigos naturais. Também é imprescindível que sejam efetuados estudos sobre a composição fitoquímica das espécies botânicas e seu mecanismo de ação sobre o inseto-daninho. Os resultados desta revisão contribuirão para a construção do conhecimento acerca do tema abordado, além de servir como base para o desenvolvimento de novas pesquisas.

#### Referências

ABBASIPOUR, H.; MAHMOUDVAND, M.; RASTEGAR, F.; BASIJ, M. Insecticidal activity of *Peganum harmala* seed extract against the diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Bulletin of Insectology**, v. 63, n. 2, p. 259–263, 2010.

AHMAD, B.; MEHMOOD, N.; SOHAIL, K.; SALJOQI, A. U. R.; KHAN, A.; RAB, A.; ZADA, H.; HUSSAIN, S. In vitro management of Diamondback Moth (*Plutella xylostella* L.) using different concentrations of Parthenium and Neem extracts. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 21, n. 3, 659–669, 2019.

AMOABENG, B. W.; STEVENSON, P. C.; PANDEY, S.; MOCHIAH, M. B.; GURR, M. G. Insecticidal activity of a native Australian tobacco, *Nicotiana megalosiphon* Van Heurck & Muell. Arg. (Solanales: Solanaceae) against key insect pests of brassicas. *Crop Protection*, v. 106, p. 6–12. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.11.018>.

AMOABENG, B. W.; GURR, G. M.; GITAU, C. W.; NICOL, H. I.; MUNYAKAZI, L.; STEVENSON, P. C. Tri-Trophic insecticidal effects of african plants against cabbage pests. **PLoS ONE**, v. 8, n. 10, p. 1–10, 2013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0078651>.

ANKERSMIT, G. W. DDT-Resistance in *Plutella maculipennis* (Curt.) (Lep.) in Java. **Bulletin of Entomological Research**, v. 44, n. 3, p. 421–425, 1953. <https://doi.org/10.1017/S0007485300025530>.

APRD - Arthropod Pesticide Resistance Database. (2021). *Plutella xylostella*. Acesso em 28 de outubro de 2021. <https://www.pesticideresistance.org/>.

BARBOSA, D. R.; LENARDON, L.; PARTATA, A. K. Kava-Kava (*Piper methysticum*): uma revisão geral. **Revista Científica do ITPAC**, v. 6, n. 3, p. 1–19. 2013.

BASUKRIADI, A.; WILKINS, R. M. Oviposition deterrent activities of *Pachyrhizus erosus* seed extract and other natural products on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Insect Science**, v. 14, n. 224, p. 1–6. 2014. <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieu106>.

BERNARDES, R. S.; SOUZA, S. A.; MUSSURY, R. M.; SANTOS, F. P.; MOURA, L. O. Efeito de extrato aquoso de *Campomanesia xanthocarpa* sobre o ciclo de vida da traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*) (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, p. 1–7, 2016.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; JANINI, J. C.; DE SOUZA, B. H. S.; RODRIGUES, N. E. L. Efeito de cultivares de repolho e doses de extrato aquoso de nim na alimentação e biologia de *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae). **Bioscience Journal**, v. 29, n. 1, p. 22–31, 2013.

BOO, K. H.; SEO, J. K.; AHN, J.; RIU, K. Z.; KIM, S. IL. The effect of *Achyranthes japonica* extract on larval survival and development and oviposition behavior of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 21, n. 1, p. 29–36, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2017.11.002>.

BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A Química dos Agrotóxicos. **Química Nova Na Escola**, v. 34, n. 1, p. 10–15, 2012.

CARDOSO, M. O.; PAMPLONA, A. M. S. R.; MICHEREFF FILHO, M. Recomendações técnicas para o controle de lepidópteros-praga em couve e repolho no Amazonas. **Embrapa: Circular Técnica**, v. 35, p. 1–16, 2008.

CERDA, H.; CARPIO, C.; LEDEZMA-CARRIZALEZ, A. C.; SÁNCHEZ, J.; RAMOS, L.; MUÑOZ-SHUGULÍ, C.; ANDINO, M.; CHIURATO, M. Effects of aqueous extracts from amazon plants on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) in laboratory, semifield, and field trials. **Journal of Insect Science**, v. 19, n. 5, p. 1–9, 2019. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iez068>.

CHARLESTON, D. S.; KFIR, R.; DICKE, M.; VET, L. E. M. Impact of botanical extracts derived from *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* on populations of *Plutella xylostella* and its natural enemies: a field test of laboratory findings. **Biological Control**, v. 39, n. 1, p. 105–114, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.05.012>.

COUTO, I. F. S.; FUCHS, M. L.; MAUAD, M.; SCALON, S. P. Q.; DRESCH, D. M.; MUSSURY, R. M. Feeding preference of *Plutella xylostella* for leaves treated with plant extracts. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 88, n. 3, p. 1781–1789, 2016a. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201620150236>.

COUTO, I. F. S.; IGLESIAS, F.; FIORATTI, C. A. G.; SILVA, R. M.; MUSSURY, R. M. Efeito de extratos aquosos de anonas sobre o desenvolvimento de *Plutella xylostella*. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, p. 1–8, 2016b.

COUTO, I. F. S.; SOUZA, S. A.; VALENTE, F. I.; SILVA, R. M.; SCALON, S. P. Q.; PEREIRA, F. F.; SILVA, S. V.; CARVALHO, E. M.; MUSSURY, R. M. Changes in the biological characteristics of *Plutella xylostella* using ethanolic plant extracts. **Gesunde Pflanzen**, v. 72, n. 4, p. 383–391, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10343-020-00520-8>.

DOLMA, S. K.; SURESH, P. S.; SINGH, P. P.; SHARMA, U.; REDDY, S. G. E. Insecticidal activity of the extract, fractions, and pure steroidal saponins of *Trillium govanianum* Wall. ex D. Don for the control of diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) and aphid (*Aphis craccivora* Koch). **Pest Management Science**, v. 77, n. 2, p. 956–962, 2021. <https://doi.org/10.1002/ps.6107>.

EGIGU, M. C.; IBRAHIM, M. A.; YAHYA, A.; HOLOPAINEN, J. K. Yeheb (*Cordeauxia edulis*) extract deters feeding and oviposition of *Plutella xylostella* and attracts its natural enemy. **BioControl**, v. 55, n. 5, p. 613–624, 2010. <https://doi.org/10.1007/s10526-010-9287-9>.

FACA, E. C.; FERREIRA, E. A.; SILVA, R. M.; MUSSURY, R. M. Efeito de extratos aquosos de *Serjania* spp. sobre a oviposição de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. 1–13, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21802>.

FACKNATH, S. Effects of phytoextracts and natural enemy to control *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) in cabbage. **Allelopathy Journal**, v. 17, n. 2, p. 207–221, 2006.

FARRAR, R. R.; SHAPIRO, M.; SHEPARD, M. Relative activity of baculoviruses of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), v. 52, n. 5, p. 657–667, 2007. <https://doi.org/10.1007/s10526-006-9048-y>.

FERREIRA, E. A.; SOUZA, S. A.; DOMINGUES, A.; DA SILVA, M. M. M.; PADIAL, I. M. P. M.; CARVALHO, E. M.; CARDOSO, C. A. L.; SILVA, S. V.; MUSSURY, R. M. Phytochemical screening and bioactivity of *Ludwigia* spp. In the control of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Insects**, v. 11, n. 596, p. 1–14, 2020. <https://doi.org/10.3390/insects11090596>.

FERRREIRA, E. C. B.; NOVA, I. C. V.; ALMEIDA, W. A.; ALBUQUERQUE, F. M. S.; CRUZ, G. S.; COSTA, H. N.; PROCÓPIO, T. F.; SILVA, W. A. V.; FERREIRA, M. R. A.; PAIVA, P. M. G.; SOARES, L. A. L.; TEIXEIRA, A. A. C.; TEIXEIRA, V. W.; NAPOLEÃO, T. H.; BARROS, R.; PONTUAL, E. V. *Opuntia ficus-indica* cladode extract is an embryotoxic, larvicidal, and oviposition-deterrent agent for the diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Crop Protection**, v. 139, p. 1–10, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105351>.

FIORATTI, C. A. G.; SILVA, R. M.; SILVA, G. D. B.; SANTOS, L. P.; MUSSURY, R. M. Antibiose e antixenose de extrato aquoso de plantas do Cerrado brasileiro sobre *Plutella*

*xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, p. 1–12, 2016.

FONSECA, J.; COUTO, I. F. S.; SILVA, R. M.; FIORATTI, C. A. G.; PEREIRA, F. F.; MAUAD, M.; SCALON, S. DE P. Q.; CARVALHO, E. M.; MUSSURY, R. M. Efeito de extratos metanólicos de *Stryphnodendron adstringens* (Mart) Coville na alimentação e reprodução de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Interciencia**, v. 43, n. 3, p. 182–187, 2018.

FURLONG, M. J.; WRIGHT, D. J.; DOSDALL, L. M. Diamondback moth ecology and management: Problems, progress, and prospects. **Annual Review of Entomology**, v. 58, n. 1, p. 517–541, 2013. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153605>.

HIDAYATI, D.; DARMANTO, Y.; NURHIDAYATI, T.; ABDULGANI, N. Short Communication: Larvicidal and antifeedant activities of *Kalanchoe daigremontiana* against *Plutella xylostella* larvae. **Nusantara Bioscience**, v. 8, n. 2, p. 312–315, 2016. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n080229>.

IMTITHAL, I. J.; MUSTAPHA, W. A. W.; IDRIS, A. B. Toxicity of *Pandanus amaryllifolius* L. chloroform extract against diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **AIP Conference Proceedings**, v. 1940, n. 1, 1–7, 2018. <https://doi.org/10.1063/1.5027949>.

JESUS, F. G.; PAIVA, L. A.; GONÇALVES, V. C.; MARQUES, M. A.; BOIÇA JUNIOR, A. L. Efeito de plantas inseticidas no comportamento e biologia de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Arquivos Do Instituto Biológico**, v. 78, n. 2, p. 279–285, 2011. <https://doi.org/10.1590/1808-1657v78p2792011>.

JIMÉNEZ, J. S.; VALERO, A. F.; MESEQUER, I. O.; GONZÁLEZ, L. C. Efecto insecticida del extracto de *Frucraea hexapetala* (Jacq.) Urban sobre *Plutella xylostella* L. **Centro Agrícola**, v. 43, n. 1, p. 85–90, 2016.

JUNHIRUN, P.; PLUEMPANUPAT, W.; BULLANGPOTI, V. Toxicological study of *Wedelia trilobata* (Asteraceae) extracts as alternative control strategies for *Plutella xylostella*

- (Lepidoptera: Plutellidae). **Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences**, v. 77, n. 4, p. 721–725, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.gmhc.2013.04.007>.
- JUNHIRUN, P.; PLUEMPANUPAT, W.; YOOBOON, T.; RUTTANAPHAN, T.; KOUL, O.; BULLANGPOTI, V. The study of isolated alkane compounds and crude extracts from *Sphagneticola trilobata* (Asterales: Asteraceae) as a candidate botanical insecticide for lepidopteran larvae. **Journal of Economic Entomology**, v. 111, n. 6, p. 2699–2705, 2018r. <https://doi.org/10.1093/jee/toy246>.
- KARIMZADEH, J.; RABIEI, A. Larvicidal and oviposition deterrent effects of the jimsonweed (*Datura stramonium* L.) extracts on the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 22, n. 5, p. 1279–1293, 2020.
- KODJO, T. A.; GBÉNONCHI, M.; SADATE, A.; KOMI, A.; YAOVI, G.; DIEUDONNÉ, M.; KOMLA, S. 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, p. 2899–2914, 2011.
- KOMLA, S.; KOFFI, K.; WIYAO, P.; NINKABOU, I.; BINDE, A. A. Pesticidal properties of *Cymbopogon schoenanthus* against the diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Hyponomeutidae). **Discovery and Innovation**, v. 18, n. 3, p. 220–225, 2006. <https://doi.org/10.4314/dai.v18i3.15748>.
- KRAIKRATHOK, C.; NGAMSAENGI, S.; BULLANGPOTI, V.; PLUEMPANUPAT, W.; KOUL, O. Bio efficacy of some Piperaceae plant extracts against *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences**, v. 78, n. 2, p. 305–309, 2013.
- KULKARNI, J.; KAPSE, N.; KULKARNI, D. K. Plant-based pesticide for control of *Helicoverpa armigera* on *Cucumis sativus*. **Asian Agri-History**, v. 13, n. 4, p. 327–332, 2009.

LEYVA, O. B.; VASALLO, C. V. M.; GONZÁLEZ, L. C.; CARBONELL, R. J. Extracto acuoso de *Euphorbia lactea* Haw como alternativa local para el control de *Plutella xylostella* L. en col. **Revista Centro Agrícola**, v. 44, n. 1, p. 49–55, 2017.

MATHARU, K. S.; MEHTA, P. K. Antifeedant and ovipositional deterrent activity of medicinal plants of Western Himalaya on *Plutella xylostella*. **Journal of Environmental Biology**, v. 39, p. 966–972, 2018. <https://doi.org/10.22438/jeb/39/6/MRN-559>.

MAZHAWIDZA, E.; MVUMI, B. M. Field evaluation of aqueous indigenous plant extracts against the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. and the rape aphid, *Brevicoryne brassicae* L. in brassica production. **Industrial Crops and Products**, v. 110, p. 36–44, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.09.053>.

MONNERAT, R. G.; BORDAT, D. Influence of HD1 (*Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki*) on the developmental stage of *Diadegma* sp. (Hym., Ichneumonidae) parasitoid of *Plutella xylostella* (Lep., Yponomeutidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 122, p. 49–51, 1988.

MORAES, R. F. *Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2019.

MPUMI, N.; MACHUNDA, R. L.; MTEI, K. M.; NDAKIDEMI, P. A. Insecticidal Efficacy of *Syzygium aromaticum*, *Tephrosia vogelii* and *Croton dichogamus* extracts against *Plutella xylostella* and *Trichoplusia ni* on *Brassica oleracea* crop in Northern Tanzania. **AIMS Agriculture and Food**, v. 6, n. 1, p. 185–202, 2020. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2021012>.

NINGSIH, F. K.; ADITIYA, A. P.; PRIJONO, D. Laboratory effectiveness of some insecticides and *Piper aduncum* fruit extract against diamondback moth (*Plutella xylostella* [L.]) from Cisarua-Bogor and Pangalengan-Bandung, West Java, Indonesia. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 468, n. 1, p. 1–7, 2020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/468/1/012003>.

NTONIFOR, N. N.; MUELLER-HARVEY, I.; BROWN, R. H. Extracts of tropical African spices are active against *Plutella xylostella*. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v. 8, n. 2, p. 498–502, 2010.

OKWUTE, S. K. Plants as potential sources of pesticidal agents: a review. In: R. P. Soundararajan (Ed.), **Pesticides—Advances in Chemical and Botanical Pesticides** (pp. 207–232). London, UK: IntechOpen, 2012. <https://doi.org/http://doi.org/10.5772/46225>.

PADIAL, I. M. P. M.; MATIASSO, A. S.; SOUZA, S. A.; MUSSURY, R. M. Efeito de extratos vegetais de *Styrax camporum* Pohl. sobre a oviposição de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 67038–67055, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-224>.

PERES, L. L. S.; SOBREIRO, A. I.; COUTO, I. F. S.; SILVA, R. M.; PEREIRA, F. F.; HEREDIA-VIEIRA, S. C.; CARDOSO, C. A. L.; MAUAD, M.; SCALON, S. P. Q.; VERZA, S. S.; MUSSURY, R. M. Chemical compounds and bioactivity of aqueous extracts of *Alibertia* spp. in the control of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Insects**, v. 8, n. 125, p. 1–13, 2017. <https://doi.org/10.3390/insects8040125>.

PHUKHAHAD, S.; AUAMCHAROEN, W. Biological activity of ethanol extracts and essential oils from *Curcuma longa* (Zingiberaceae), *Cymbopogon nardus* (Gramineae) and *Acorus calamus* (Acoraceae) against *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Entomological Science**, v. 56, n. 2, p. 172–184, 2021. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-26065-5\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-26065-5_14).

PIRIZ, M. A.; LIMA, C. A. B.; JARDIM, V. M. R.; MESQUITA, M. K.; SOUZA, A. D. Z.; HECK, R. M. Plantas medicinais no processo de cicatrização de feridas: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16, n. 3, p. 628–636, 2014. <https://doi.org/10.25191/recs.v3i2.2429>.

PUMNUAN, J.; SANNONGMUEANG, T.; INYOD, T.; INSUNG, A. Insecticidal properties of bastard oleaster (*Elaeagnus latifolia*) extracts against diamondback moth (*Plutella xylostella*). **Acta Horticulturae**, v. 1259, p. 135–142, 2019. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1259.22>.

REDDY, S. G. E.; DOLMA, S. K.; VERMA, P. K.; SINGH, B. Insecticidal activities of *Parthenium hysterophorus* L. extract and parthenin against diamondback moth, *Plutella*

- xylostella* (L.) and aphid, *Aphis craccivora* Koch. **Toxin Reviews**, v. 37, n. 2, p. 161–165, 2017. <https://doi.org/10.1080/15569543.2017.1339281>.
- ROCHA, A. N.; CARVALHO, E. M.; MAUAD, J. R. C.; MUSSURY, R. M. *Tradescantia pallida* L. (Commelinaceae) influences the activity of oviposition and feeding of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. 1–12, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17583>.
- SANTOS, L. P.; FIORATTI, C. A. G.; SILVA, R. M.; MUSSURY, R. M. Bioatividade do extrato aquoso de *Jacaranda decurrens* subsp. *symmetrifoliolata* (Bignoniaceae) sobre *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, p. 1–8, 2016.
- SILVA, C. G. V.; OLIVEIRA, J. C. S.; CAMARA, C. A. G. Insecticidal activity of the ethanolic extract from *Croton* species against *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, v. 71, n. 2, p. 8543–8551, 2018. <https://doi.org/10.15446/rfna.v71n2.62881>.
- SILVA, P. R. C.; CAMAROTI, J. R. S. L.; ALMEIDA, W. A.; FERREIRA, E. C. B.; PAIVA, P. M. G.; BARROS, R.; NAPOLEÃO, T. H.; PONTUAL, E. V. *Schinus terebinthifolia* leaf extract is a larvicidal, pupicidal, and oviposition deterring agent against *Plutella xylostella*. **South African Journal of Botany**, v. 127, n. 1, p. 124–128, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.08.054>.
- SILVA, R. M.; FIORATTI, C. A. G.; FACA, E. C.; MUSSURY, R. M. Extratos aquosos de *Psychotria* sp. interferem na biologia de *Plutella xylostella*. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. 1–12, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21474>.
- SILVA, R. M.; SANTOS, L. P.; BRITO SILVA, G.; MIRANDA, L. O.; FIORATTI, C. A. G.; SCALON, S. DE P. Q.; MAUAD, M.; MUSSURY, R. M. *Alibertia* spp. (Rubiaceae) extracts interfere with the development and reproduction of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Gesunde Pflanzen**, v. 72, n. 4, p. 351–360, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10343-020-00517-3>.

SOUZA, S. A.; PADIAL, I. M. P. M.; FERREIRA, E. A.; DOMINGUES, A.; MUSSURY, R. M. Extrato aquoso de *Simarouba versicolor* A. St-Hill (Simaroubaceae) afeta a oviposição de traça-das-crucíferas. In: C. C. Santos (Ed.), **Agrobiodiversidade: Manejo e Produção Sustentável** (pp. 116–125). Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2020. <https://doi.org/10.46420/9786588319147cap10>.

SOUZA, S. A.; PADIAL, I. M. P. M.; SILVA, M. M. M.; FERREIRA, E. A.; DOMINGUES, A.; CARVALHO, E. M.; MAUAD, M.; MUSSURY, R. M. Extratos aquosos de espécies do gênero *Campomanesia* (Myrtaceae) afeta a oviposição de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). In: D. R. J. Freitas (Org.), **Ciências biológicas: gênese na formação multidisciplinar** (pp. 58–67). Ponta Grossa, PR: Atena, 2021.

TRINDADE, R. C. P.; GOMES, I. B.; LEMOS, E. E. P.; SANT'ANA, A. E. G. Toxicity of soursop extracts to diamondback moth. **Bioscience Journal**, v. 34, n. 1, p. 104–111, 2018. <https://doi.org/10.14393/BJ-v34n1a2018-37017>.

TRINDADE, R. C. P.; SILVA, P. P.; ARAÚJO-JÚNIOR, J. X.; LIMA, I. S.; PAULA, J. E.; SANT'ANA, A. E. G. Mortality of *Plutella xylostella* larvae treated with *Aspidosperma pyrifolium* ethanol extracts. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1813–1816, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008001200024>.

TRINDADE, R. C. P.; SOUZA LUNA, J.; LIMA, M. R. F.; SILVA, P. P.; SANTANA, A. E. G. Larvicidal activity and seasonal variation of *Annona muricata* (Annonaceae) extract on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 37, n. 2, p. 223–227, 2011.

VANICHPAKORN, P.; DING, W.; CEN, X. Insecticidal activity of five chinese medicinal plants against *Plutella xylostella* L. larvae. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 13, n. 3, p. 169–173, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2009.12.006>.

VATS, T. K.; RAWAL, V.; MULLICK, S.; DEVI, M. R.; SINGH, P.; SINGH, A. K. Bioactivity of *Ageratum conyzoides* (L.) (Asteraceae) on feeding and oviposition behaviour of diamondback moth *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 39, n. 4, p. 311–318, 2019. <https://doi.org/10.1007/s42690-019-00042-5>.

WANG, Y. N.; CHENG, J.; JLN, Y. S.; REN, J. J.; GUO, H. L.; ZHAO, L.; DU, J.; LIU, Y. B.; ZHAO, L. L.; BU, C. Y.; SHI, G. L. Antifeedant activities of the methanol extracts of *Stellera chamejasme* against *Plutella xylostella*. **2010 4th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering**, p 10–12, 2012. <https://doi.org/10.1109/ICBBE.2010.5516451>.

YAN, G. J.; LI, J. T.; YANG, M. L. Biological activity of ethanol extract from *Cynanchum komarovii* against *Plutella xylostella*. **International Conference on Ecological Protection of Lakes-Wetlands-Watershed**, v. 1, p. 440–442, 2011.

YANG, M. L.; DING, J. H.; JIANG, R. Effects of extracts from *Polygonum aviculare* L. against some agricultural pests. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 25, n. 2, p. 345–349, 2015.

YANG, M. L.; MA, M. X.; HAO, F. X. Insecticidal activity of extract from *Cynanchi auriculati* against agricultural pests. **Advances in Intelligent and Soft Computing**, v. 134, p. 419–424, 2012. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-27537-1\\_51](https://doi.org/10.1007/978-3-642-27537-1_51).

YANG, M.; LIANG, R.; HAO, F. Insecticidal, antifeedant and growth-inhibition activities of different extracts from *Pedicularis spicata* against *Plutella xylostella*. **Information Technology and Agricultural Engineering**, v. 134, p. 425–431, 2012. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-27537-1\\_52](https://doi.org/10.1007/978-3-642-27537-1_52).

YANG, S. D.; ZHAO, T. Y.; LI, C. Y.; LAN, Y. N.; EGASHIRA, K. Anti-feeding and insecticidal activities of extracts from seven wild herbs against diamondback moth (*Plutella xylostella*). **Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University**, v. 53, n. 1, p. 143–148, 2008. <https://doi.org/10.5109/10085>.

YANKANCHI, S.; PATIL, S. R. Field efficacy of plant extracts on larval populations of *Plutella xylostella* L. and *Helicoverpa armigera* Hub. and their impact on cabbage infestation. **Journal of Biopesticides**, v. 2, n. 1, p. 32–36, 2009.

ZALUCKI, M. P.; SHABBIR, A.; SILVA, R.; ADAMSON, D.; LIU, S. S.; FURLONG, M. J. Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella*

(Lepidoptera: Plutellidae): just how long is a piece of string? **Journal of Economic Entomology**, v. 105, n. 4, p. 1115–1129, 2012. <https://doi.org/10.1603/EC12107>.

ZHANG, H.; CHEN, G.; LÜ, S.; ZHANG, L.; GUO, M. Insecticidal activities against *Odontotermes formosanus* and *Plutella xylostella* and corresponding constituents of tung meal from *Vernicia fordii*. **Insects**, v. 12, n. 425, p. 1–15, 2021. <https://doi.org/10.3390/insects12050425>.

## CAPÍTULO II

### Efeito de extratos aquosos de Rubiaceae e Fabaceae na alimentação e oviposição de *Plutella xylostella* L., 1758 (Plutellidae: Lepidoptera)

#### Resumo

*Plutella xylostella* é considerada a espécie mais resistente a inseticidas no mundo. Dependendo das condições climáticas e época de plantio, esse inseto pode gerar prejuízos econômicos aos produtores de brássicas. Pensando nisso, foi avaliado a ação dos extratos aquosos de Rubiaceae e Fabaceae sobre a alimentação e oviposição de *P. xylostella*. No experimento para avaliar oviposição de *P. xylostella*, casais foram acondicionados em gaiolas de experimentação para avaliar, com chance de escolha, o efeito dos extratos de *Alibertia edulis*, *Alibertia intermedia*, *Alibertia sessilis*, *Psychotria deflexa*, *Psychotria leiocarpa*, *Psychotria capillacea*, *Acosmium subelegans* e *Vatairea macrocarpa* sobre a postura de ovos pelas fêmeas. Enquanto para avaliar o efeito do extrato sobre a preferência alimentar, larvas de terceiro instar, foram confinadas em placas de Petri por 24 horas. Observou-se que os extratos aquosos testados apresentaram índice de preferência inferior a 1 para oviposição, recebendo a classificação de ovipodeterrente. O índice de preferência alimentar dos extratos de *A. intermedia* e *A. subelegans* foi superior a 1, classificados como fagoestimulantes, enquanto o índice de preferência alimentar dos demais tratamentos foi inferior a 1, sendo classificados como fagodeterrentes. Os extratos também reduziram viabilidade dos ovos de *P. xylostella* e a maioria dos tratamentos reduziram o consumo alimentar desse inseto-daninho. Concluí que os extratos estudados apresentam propriedades deterrentes sobre a alimentação e oviposição de *P. xylostella*.

**Palavras-chave:** Traça das crucíferas, *Alibertia*, *Psychotria*, *Acosmium*, *Vatairea*, Deterência

#### Abstract

*Plutella xylostella* is considered the most insecticide resistant species in the world. Depending on weather conditions and planting season, this insect can cause economic losses to brassica producers. With this in mind, the action of aqueous extracts of Rubiaceae and Fabaceae on feeding and oviposition of *P. xylostella* was evaluated. In the experiment to evaluate oviposition of *P. xylostella*, couples were placed in experimental cages to evaluate, with free choice, the effect of extracts of *Alibertia edulis*, *Alibertia intermedia*, *Alibertia sessilis*, *Psychotria deflexa*, *Psychotria leiocarpa*, *Psychotria capillacea*, *Acosmium subelegans* and *Vatairea macrocarpa* on egg laying by females. While to evaluate the effect of the extract on food preference, third instar larvae were confined in Petri dishes for 24 hours. It was observed that the aqueous extracts tested showed a preference index lower than 1 for oviposition, receiving the classification of ovipodeterrent. The food preference index of the extracts of *A. intermedia* and *A. subelegans* was higher than 1, classified as phagostimulants, while the food preference index of the other treatments was lower than 1, being classified as phagodeterrent. The extracts also reduced the viability of *P. xylostella* eggs and most treatments reduced the food consumption of this pest. Concluded that the studied extracts have deterrent properties on the feeding and oviposition of *P. xylostella*.

**Key words:** Diamondback moth, *Alibertia*, *Psychotria*, *Acosmium*, *Vatairea*, Deterrence

## 1. Introdução

A resistência de insetos aos inseticidas é um dos principais problemas enfrentados pela agricultura moderna, mais de 530 espécies de insetos já demonstraram resistência a pelo menos uma classe de composto químico, destacando-se espécies das ordens Diptera (199 espécies), Lepidoptera (97 espécies) e Coleoptera (84 espécies) (FRAGOSO, 2014; APRD, 2021).

Dentre os indivíduos de importância agrícola, *Plutella xylostella* L. 1758 (Plutellidae: Lepidoptera) é considerada a espécie mais resistente a inseticidas no mundo (WHALON, 2008; APRD, 2021), sendo detectada resistência para praticamente todos os grupos de inseticida, incluindo dicloro-difenil-tricloroetano (TABASHNIK et al., 1987), organofosforados (YU e NGUYEN, 1992; ZOLFAGHARI e GHADAMYARI, 2021), piretroides (KHALIQ et al., 2007; LIU et al., 2015; WANG et al., 2021), toxinas de *Bacillus thuringiensis* Berliner (TABASHNIK et al. 1990, ZAGO et al. 2014; WANG et al., 2021) e espinosinas (ZHAO et al. 2002, TAMILSELVAN et al., 2021).

A traça das crucíferas, como é conhecida popularmente, é um inseto-daninho especialista em Brassicaceae. Dependendo das condições climáticas e da época do plantio, esse inseto-daninho pode gerar prejuízos econômicos aos produtores por reduzir significativamente a produção de brássicas em diversas regiões do mundo (ZALUCKI et al., 2012; FURLONG et al., 2013). Diante dessa problemática e dos efeitos adversos dos inseticidas comerciais (ROSENSTOCK et al., 1991; CASTELO BRANCO e AMARAL, 2002; VEIGA et al. 2006; CAMILO et al., 2015), surge a necessidade de métodos complementares para o controle da *P. xylostella*.

A utilização de plantas inseticidas como método de controle tem se mostrado uma saída viável quando associada a outras estratégias dentro do Manejo Integrado de Pragas (LOISELEUR, 2017), algumas espécies botânicas são capazes de alterar os parâmetros biológicos e comportamentais dos insetos. Nos últimos anos, os extratos de mais de 100 espécies botânicas foram testados sobre *P. xylostella* (SILVA et al., 2022). Esses trabalhos demonstraram que os extratos de Rubiaceae e Fabaceae provocaram diversos efeitos sobre *P. xylostella*, como deterrência na alimentação e oviposição (EGIGU et al., 2010; BASUKRIADI e WILKINS, 2014), redução na eclosão das larvas (SILVA et al., 2021), deformação nas pupas e nos adultos (PERES et al., 2017), redução na fecundidade e longevidade dos adultos (PERES et al., 2017; FERREIRA et al., 2020; SILVA et al., 2020), além de provocar a mortalidade precoce e reduzir a duração larval (SILVA et al., 2020).

Levando em consideração as propriedades bioativas dessas famílias e a necessidade de métodos de controle para *P. xylostella*, avaliamos os efeitos dos extratos aquosos de *Alibertia*

*edulis* (Rich.), *Alibertia intermedia* (Mart.), *Alibertia sessilis* (Vell.) K. Schum., *Psychotria deflexa* DC., *Psychotria leiocarpa* Cham. & Schldtl., *Psychotria capillacea* (Müll. Arg.) Standl., *Acosmium subelegans* (Mohlenbr.) Yakovlev e *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke sobre os parâmetros comportamentais de lagartas e adultos de *P. xylostella*.

## 2. Material e Métodos

### 2.1. Inseto

Indivíduos de *P. xylostella* foram obtidos por meio de coletas ativas realizadas em hortas orgânicas na região de Dourados - Mato Grosso do Sul e transportados para o Laboratório de Interação Inseto-Planta (LIIP) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). As larvas foram acondicionadas em recipientes plásticos (30 cm de comprimento × 15 cm de largura × 12 cm de altura) e alimentadas com porções de couve orgânica (*Brassica oleracea* var. *acephala* DC.), previamente higienizada com hipoclorito de sódio a 5% e água corrente.

Os adultos de *P. xylostella* foram mantidos em gaiolas plásticas (9 cm de comprimento x 19 cm de largura x 19 cm de altura) e alimentados com solução de mel a 10%. Discos de couve orgânica e de papel filtro (8 cm de diâmetro) foram utilizados como substrato para oviposição. A manutenção da criação de *P. xylostella* foi realizada diariamente, e os insetos mantidos em condições controladas de temperatura ( $25 \pm 2$  ° C), umidade relativa ( $60 \pm 5\%$ ) e fotoperíodo (12 horas).

### 2.2. Material vegetal e método de extração

Folhas de Rubiaceae e Fabaceae foram coletadas no período matutino em três regiões do Mato Grosso do Sul. As plantas foram identificadas pela Dra. Zefa Valdivina Pereira e uma exsicata de cada planta se encontra depositada no herbário da UFGD (Tabela 1). A autorização para coleta de material botânico foi concedida pelo Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) / Conselho de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN), número do cadastro: A560D63 para as *Alibertia* sp., AB049FB para as *Psychotria* sp. e A3C7FDC para *Vatairea macrocarpa* e *Acosmium subelegans*. As folhas foram lavadas em água corrente e secas à sombra por cinco dias e, posteriormente, foram trituradas até a obtenção de um pó fino utilizando-se um liquidificador.

Os extratos utilizados nos experimentos foram preparados por maceração, onde misturou-se 10g de pó vegetal a 100mL de água destilada em temperatura ambiente. Os preparados foram agitados manualmente e mantidos em repouso por 24 horas no refrigerador

(8° C). Após o repouso, procedeu-se a filtragem das soluções com auxílio de papel filtro para obtenção dos extratos a 0.1 g/mL.

**Tabela 1:** Espécie botânica, família, localização de coleta e código das exsicatas das espécies botânica utilizadas nos experimentos.

Espécie	Família	Localização	Código da exsicata
<i>Alibertia intermedia</i>	Rubiaceae	Fazenda Santa Madalena <sup>1</sup>	DDMS 5408
<i>Alibertia sessilis</i>	Rubiaceae	Fazenda Santa Madalena <sup>1</sup>	DDMS 5410
<i>Alibertia edulis</i>	Rubiaceae	Fazenda Santa Madalena <sup>1</sup>	DDMS 5409
<i>Psychotria leiocarpa</i>	Rubiaceae	Mata do Azulão <sup>2</sup>	DDMS 5007
<i>Psychotria capillacea</i>	Rubiaceae	Mata do Azulão <sup>2</sup>	DDMS 5008
<i>Psychotria deflexa</i>	Rubiaceae	Mata do Azulão <sup>2</sup>	DDMS 5005
<i>Acosmium subelegans</i>	Fabaceae	Sítio Pousada das Abelhas <sup>3</sup>	DDMS 5068
<i>Vatairea macrocarpa</i>	Fabaceae	Sítio Pousada das Abelhas <sup>3</sup>	DDMS 5359

<sup>1</sup>Dourados, coordenadas: 22°09'07"S e 54°59'55"O a 483m de altitude; <sup>2</sup>Dourados, coordenadas 22°12'S e 54°54'W a 430m de altitude; <sup>3</sup>Campo Grande, coordenadas: 21°13'28"S, longitude de 54°11'28"W a 437m de altitude)

### 2.3. Bioensaio de preferência de oviposição

Pupas de *P. xylostella* foram retiradas da criação-estoque e depositadas unitariamente em tubos de ensaio com tampa de rosca. Após a emergência dos adultos, esses foram sexados e organizados em casais. Um casal de *P. xylostella* foi inserido no interior de gaiola plástica (15 cm de diâmetro x 10 cm de altura) contendo quatro discos de couve orgânica (4 cm de diâmetro), sendo dois discos tratados com extrato e dois discos tratados com água destilada (controle), que foram dispostos de forma intercalada e equidistante.

As gaiolas foram monitoradas por dez dias, sendo contabilizado diariamente o número de ovos depositados nos discos e a quantidade de larvas eclodidas. Os adultos foram alimentados com solução de mel a 10%. Cada tratamento foi composto por dez repetições e a preferência de oviposição foi calculada utilizando o índice de preferência de Kogan e Goeden (1970), sendo classificado como ovipoestimulante se o índice for maior que 1, neutro se for igual a 1, e como ovipodeterrente se menor que 1, através da fórmula:  $IP = 2A / (M + A)$ , onde: A = número de ovos nos discos tratados com extrato; M = número de ovos nos discos tratados com água destilada.

#### 2.4. Bioensaio de preferência alimentar

Larvas de terceiro instar de *P. xylostella* foram mantidas em jejum por 12 horas para o bioensaio de preferência alimentar com chance de escolha. E posteriormente, essas larvas foram transferidas para placas de Petri (15 cm de diâmetro) contendo quatro discos de couve orgânica, sendo dois discos tratados com extrato e dois discos tratados com água destilada (controle), que foram dispostos de forma intercalada e equidistante. Após 24 horas, os discos foram escaneados e a área consumida foi mensurada por meio do *software* ImageJ. Também foi avaliado a quantidade de indivíduos que permaneceram na fase larval, bem como a quantidade de larvas que sofreram morte precoce e que atingiram a fase pupal.

Cada tratamento foi composto por 10 repetições com 5 subamostra, totalizando 50 placas por tratamento. A preferência alimentar foi calculada utilizando o índice de preferência de Kogan e Goeden (1970), sendo classificado fagoestimulante se o índice for maior que 1, neutro se for igual a 1, e fagodeterrente se menor que 1, através da fórmula:  $IP = 2A / (M + A)$ , onde: A = área consumida nos discos tratados com extrato; M = área consumida nos discos tratados com água destilada.

#### 2.5. Análise estatística

Os bioensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, sendo a normalidade e homogeneidade dos dados testadas por meio de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Os dados que não atenderam aos pressupostos foram transformados para  $\sqrt{x} + 0.5$  ou arcoseno da  $\sqrt{x}/100$ . Após cumpridos os pressupostos, os dados de consumo alimentar foram submetidos ao teste t de Student ( $p < 0.05$ ), enquanto os índices de preferência e a viabilidade dos ovos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e sendo constatado significância entre os tratamentos, aplicou-se teste de comparação de médias (Tukey a 5% de probabilidade) com auxílio do *software* R (R Core Team 2020).

### 3. Resultados

#### 3.1. Oviposição

Observou-se que as fêmeas de *P. xylostella* durante o período experimental depositaram mais ovos nos discos tratados com água destiladas do que nos discos tratados com extrato, exceto para *P. deflexa*, que a partir do oitavo dia de observação apresentaram maior quantidade de ovos nos discos tratados com extrato (Figura 1). Todos os índices de preferência ficaram abaixo de 1, indicando que os extratos estudados são deterrentes para oviposição ( $F = 3,74$ ;  $p = 0,001$ ;  $CV = 49,1\%$ ). O menor índice foi observado no tratamento

com extrato aquoso de *A. sessilis*, enquanto o maior índice foi observado no tratamento com *P. leiocarpa* (Tabela 2).

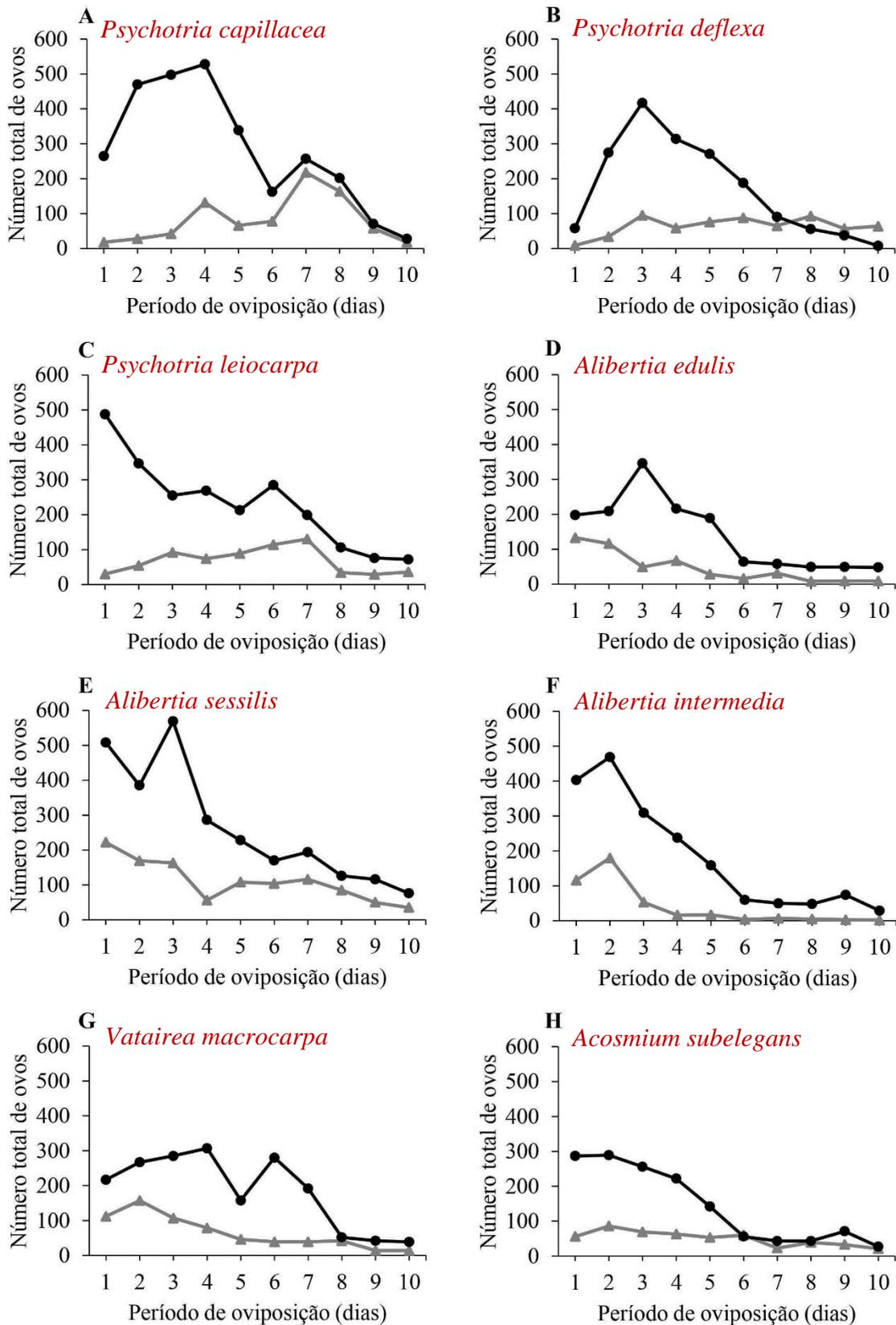
O extrato aquoso de *A. sessilis* também demonstrou a menor porcentagem de viabilidade dos ovos, enquanto os extratos de *P. leiocarpa* e *A. subelegans* apresentaram a maior taxa de eclosão das larvas de *P. xylostella* ( $F= 2,54$ ;  $p= 0,023$ ;  $CV= 28\%$ ) (Tabela 2).

### 3.2. Alimentação

Os discos de couve tratados com extratos apresentaram o menor consumo foliar em relação ao controle, com exceção de *A. subelegans*. Porém, observou-se diferença significativa apenas nos tratamentos com extrato aquoso de *P. capillacea* ( $t= 2.41$ ;  $p= 0.03$ ), *P. deflexa* ( $t= 2,13$ ;  $p= 0,05$ ) e *A. sessilis* ( $t= 2,20$ ;  $p= 0,05$ ), enquanto o consumo foliar encontrado no extrato de *P. leiocarpa* ( $t= 1,03$ ;  $p= 0,32$ ), *A. edulis* ( $t= 1,30$ ;  $p= 0,21$ ), *A. intermedia* ( $t= 0,22$ ;  $p= 0,82$ ), *V. macrocarpa* ( $t= 1,77$ ;  $p= 0,10$ ) e *A. subelegans* ( $t= 1,14$ ;  $p= 0,27$ ) não diferiram estatisticamente do controle (Figura 2).

O extrato aquoso de *A. subelegans* e *A. intermedia* apresentaram índice de preferência alimentar superior a 1, indicando que essas espécies estimularam a alimentação das larvas de *P. xylostella*, por isso são classificadas como fagoestimulante. Por outro lado, o índice de preferência alimentar dos tratamentos com *P. capillacea*, *P. deflexa*, *P. leiocarpa*, *A. edulis*, *A. sessilis* e *V. macrocarpa* foram inferiores a 1, indicando que essas espécies são fagodeterrente, ou seja, inibiram a alimentação das larvas de *P. xylostella* (Tabela 3).

*Psychotria deflexa* apresentou o menor índice de preferência alimentar, enquanto o maior índice foi apresentado pelo extrato de *A. subelegans*, porém não foi observado diferença estatística entre as espécies estudadas ( $F= 1,08$ ;  $p= 0,39$ ) (Tabela 3).

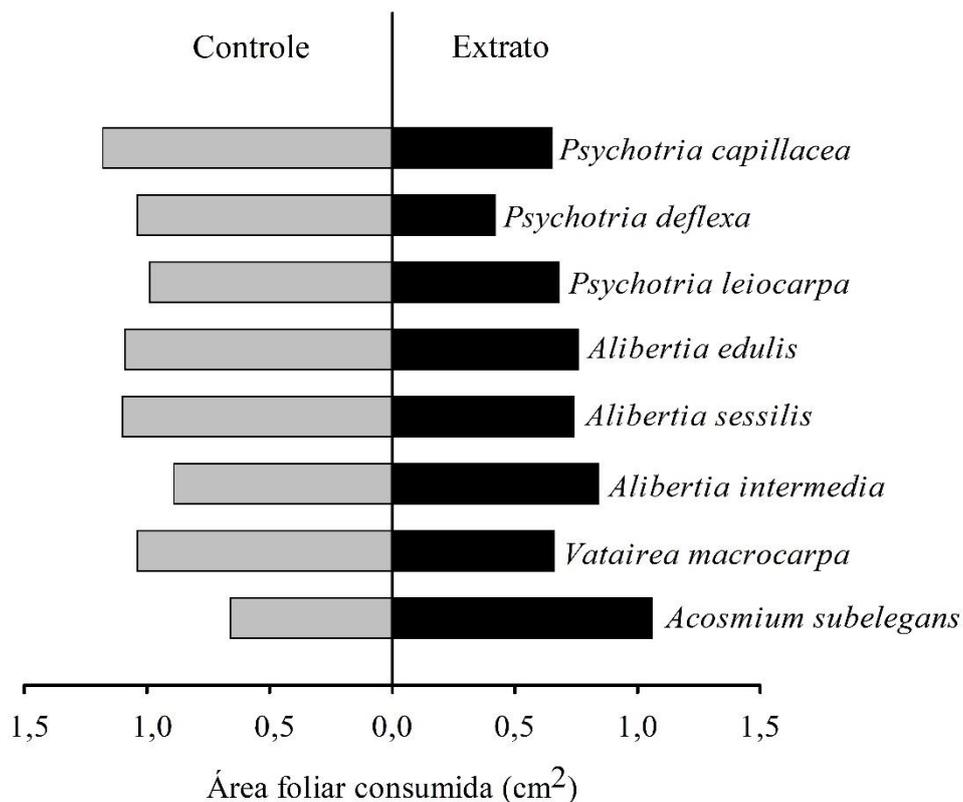


**Figura 1.** Número total de ovos depositados por fêmeas de *Plutella xylostella* durante 10 dias de observação em bioensaio com chance de escolha do substrato para oviposição, sendo (●) água destilada e (▲) extrato aquoso.

**Tabela 2:** Índice de preferência para oviposição e viabilidade dos ovos (média  $\pm$  EP) de *P. xylostella* obtidos pelo bioensaio, com chance de escolha, utilizando água destilada e extratos aquoso de Rubiaceae e Fabaceae.

Tratamento	Índice de Preferência	Viabilidade (%)
<i>Psychotria capillacea</i>	0,53 $\pm$ 0,07ab	60,8 $\pm$ 4,37ab
<i>Psychotria deflexa</i>	0,56 $\pm$ 0,06ab	63,7 $\pm$ 6,91ab
<i>Psychotria leiocarpa</i>	0,65 $\pm$ 0,10ab	71,4 $\pm$ 3,04a
<i>Alibertia edulis</i>	0,82 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	53,7 $\pm$ 7,29ab
<i>Alibertia sessilis</i>	0,34 $\pm$ 0,09b	39,9 $\pm$ 3,47b
<i>Alibertia intermedia</i>	0,44 $\pm$ 0,06b	45,7 $\pm$ 9,23ab
<i>Vatairea macrocarpa</i>	0,50 $\pm$ 0,08ab	66,8 $\pm$ 7,87ab
<i>Acosmium subelegans</i>	0,48 $\pm$ 0,07b	70,1 $\pm$ 6,71a

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).



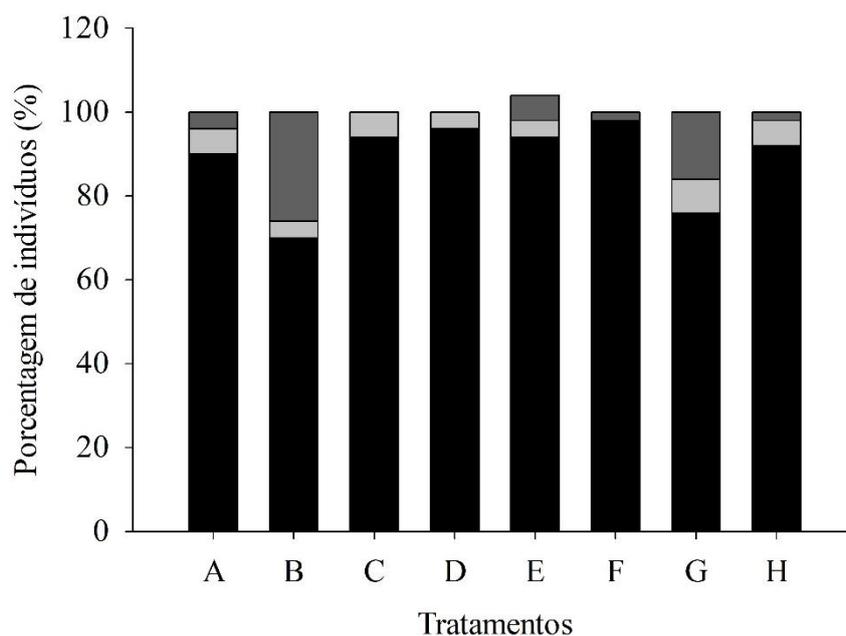
**Figura 2.** Consumo alimentar de larvas de terceiro instar de *Plutella xylostella* obtido no bioensaio com chance de escolha de alimentação.

**Tabela 3:** Índice de preferência alimentar e classificação (média ± EP) obtido pelo bioensaio com chance de escolha utilizando água destilada e extratos aquoso de Rubiaceae e Fabaceae.

Tratamento	Índice de Preferência	Classificação
<i>Psychotria capillacea</i>	0,67 ± 0,20a	Fagodeterrente
<i>Psychotria deflexa</i>	0,59 ± 0,26a	Fagodeterrente
<i>Psychotria leiocarpa</i>	0,86 ± 0,23a	Fagodeterrente
<i>Alibertia edulis</i>	0,88 ± 0,23a	Fagodeterrente
<i>Alibertia sessilis</i>	0,69 ± 0,15a	Fagodeterrente
<i>Alibertia intermedia</i>	1,08 ± 0,13a	Fagoestimulante
<i>Vatairea macrocarpa</i>	0,66 ± 0,17a	Fagodeterrente
<i>Acosmium subelegans</i>	1,19 ± 0,23a	Fagoestimulante

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Foi observado a presença de indivíduos em período pupal e mortos ao final do experimento, principalmente nos tratamentos com *P. deflexa* e *V. macrocarpa* (Figura 3).



**Figura 3.** Porcentagem de indivíduos em período larval (■), pupas (■) e mortos (■) após o bioensaio com chance de escolha para alimentação. A) *Psychotria capillacea*; B) *Psychotria deflexa*; C) *Psychotria leiocarpa*; D) *Alibertia edulis*; E) *Alibertia sessilis*; F) *Alibertia intermedia*; G) *Vatairea macrocarpa*; H) *Acosmium subelegans*.

#### 4. Discussão

As espécies de Rubiaceae e Fabaceae utilizadas neste experimento apresentaram resultados satisfatórios quanto à sua capacidade de modificar o comportamento das larvas e dos adultos de *P. xylostella*, pois a maioria das espécies provocaram deterrência alimentar e de oviposição e reduziram o consumo foliar e a viabilidade dos ovos. Vale ressaltar que este é o primeiro estudo investigativo dos gêneros *Psychotria*, *Alibertia*, *Vatairea* e *Acosmium* sobre a preferência alimentar e de oviposição de lepidópteros.

Em trabalhos anteriores, foi observado que o extrato metanólico de *Cordeauxia edulis* Hemsl. (Fabaceae) e de *Stryphnodendron adstringens* (Mart) Coville (Rubiaceae) provocaram resultados semelhantes no comportamento de *P. xylostella* (EGIGU et al., 2010; FONSECA et al., 2018). No entanto, os extratos das folhas e cascas de *S. adstringens* em concentrações inferiores a 1,5 mg·ml<sup>-1</sup> estimularam o consumo alimentar desse inseto-daninho (FONSECA et al., 2018). Os autores acreditam que esses resultados sejam decorrentes da presença de terpenos, alcaloides e compostos fenólicos nas folhas de *C. edulis* (EGIGU et al., 2010) e da presença de flavonoides, terpenos, alcaloides, saponinas, esteroides e taninos nas folhas e caules de *S. adstringens* (FONSECA et al., 2018).

Enquanto, Basukriadi e Wilkins (2014) verificaram que o extrato das sementes de *Pachyrhizus erosus* (L.) Urban (Fabaceae) também impediu que as fêmeas de *P. xylostella* depositassem seus ovos nas folhas de repolho tratadas com extrato. Nesse caso, os autores afirmam que a presença de rotenona nas sementes de *P. erosus* tenha contribuído para esse resultado.

De acordo com a literatura, algumas espécies de Rubiaceae e Fabaceae demonstraram efeito deterrente sobre outras espécies de insetos, como por exemplo o extrato aquoso das folhas e ramos de *Ateleia glazioveana* Baill (Fabaceae) testado sobre a preferência alimentar de *Ascia monuste orseis* (Latreille, 1819) (Lepidoptera: Pieridae) (RIBEIRO et al., 2016), o óleo essencial de *Gardenia jasminoides* J. Ellis (Rubiaceae) testado sobre a oviposição de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) (WAGAN et al., 2018) e os extratos aquosos das folhas e caules de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Fabaceae), *Coussarea hydrangeifolia* (Benth.) Müll. Arg. (Rubiaceae), *Guettarda angelica* Mart. ex Müll. Arg. (Rubiaceae) e *Rudgea viburnoides* (Cham.) Benth. (Rubiaceae) que foram testados sobre a alimentação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (COSTA, 2015).

As substâncias bioativas presentes nos extratos atuam de diversas maneiras na alimentação dos insetos, onde ao entrarem em contato com essas substâncias, os indivíduos podem: 1) não se alimentar devido ao cheiro emitido pelo extrato; 2) se alimentar e sofrer

morte precoce; 3) realizar a mordida teste e se afastar-se logo em seguida; 4) ou sofrer o efeito *knock-down*, onde as larvas, após realizar a mordida teste, permanecem imóveis por um período de tempo e voltam a consumir o alimento contaminado (MENEZES, 2005; LIMA et al., 2009; PERES et al., 2017; FONSECA et al., 2018). Devido à área foliar consumida nos discos com extrato e à presença de indivíduos mortos ao final do experimento, especulamos que as larvas de *P. xylostella* realizaram a mordida teste, continuaram a alimentação e morreram prematuramente. Porém, torna-se necessário investigar se houve o efeito *knock-down* antes da morte das larvas.

Os resultados do presente trabalho demonstraram redução significativa na viabilidade dos ovos depositados em superfícies contaminadas com extratos. Segundo Mansfield et al. (1992), a composição química e a morfologia dos ovos podem promover interação com algumas das substâncias bioativas presentes no extrato, resultando na inibição da eclosão das larvas. Silva et al. (2021), também observaram que extratos aquoso das folhas de *P. deflexa*, *P. capillacea* e *P. leiocarpa* reduziram a viabilidade dos ovos de *P. xylostella* no teste de toxicidade por contato.

Sendo assim, incluímos as espécies estudadas à lista de plantas com atividade ovipodeterrente e fagodeterrente, com exceção de *A. intermedia* e *A. subelegans* que não demonstraram propriedades deterrentes para a alimentação de *P. xylostella*. Ressaltamos que os resultados foram obtidos em condições controladas de laboratório. Portanto, além de determinar os compostos bioativos presentes nos extratos, também é necessário realizar teste adicionais para compreender melhor o mecanismo de ação dos extratos sobre a oviposição e alimentação da *P. xylostella*.

### **Agradecimentos**

Ao Laboratório de Interação Inseto-Planta da Universidade Federal da Grande Dourados pelo apoio logístico, ao Conselho Nacional de Aperfeiçoamento da Educação Superior-Brasil (CAPES) pela bolsa de estudo da primeira autora e à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pelo recurso disponibilizado pelo processo nº 71 / 711.130 / 2018.

## Referências

APRD - ARTHROPOD PESTICIDE RESISTANCE DATABASE. 2021. Disponível em: <https://www.pesticideresistance.org/search.php>. Acesso em: 28 set. 2021.

BASUKRIADI, A.; WILKINS, R. M. Oviposition deterrent activities of *Pachyrhizus erosus* seed extract and other natural products on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Insect Science**, v. 14, n. 244, p. 1-6, 2014. <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieu106>.

CAMILO, S. S.; SOARES, M. A.; ZANUNCIO, J. C.; LEITE, G. L. D.; PIRES, E. M.; CRUZ, M. C. M. Plantas hospedeiras de *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) afetam o desenvolvimento do parasitoide *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 159–166, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000100015>.

CASTELO BRANCO, M.; AMARAL, P. S. T. Inseticidas para controle da traça-das-crucíferas: como os agricultores os utilizam no Distrito Federal? **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 410–415, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362002000300002>.

COSTA, D. C. M. Toxicidade de extratos botânicos de fabácea e rubiácea para *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). 2015. 74 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

EGIGU, M. C.; IBRAHUM, M. A.; YAHUA, A.; HOLOPAINEN, J. K. Yeheb (*Cordeauxia edulis*) extract deters feeding and oviposition of *Plutella xylostella* and attracts its natural enemy. **BioControl**, v. 55, n. 5, p. 613–624, 2010. <https://doi.org/10.1007/s10526-010-9287-9>.

FERREIRA, E. A.; SOUZA, S. A.; DOMINGUES, A.; DA SILVA, M. M. M.; PADIAL, I. M. P. M.; CARVALHO, E. M.; CARDOSO, C. A. L.; SILVA, S. V.; MUSSURY, R. M. Phytochemical screening and bioactivity of *Ludwigia* spp. in the control of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Insects**, v. 11, n. 9, p. 1–14, 2020. <https://doi.org/10.3390/insects11090596>.

FONSECA, J.; COUTO, I. F. S.; SILVA, R. M.; FIORATTI, C. A. G.; PEREIRA, F. F.; MAUAD, M.; SCALON, S. P. Q.; CARVALHO, E. M.; MUSSURY, R. M. Efeito de

extratos metanólicos de *Stryphnodendron adstringens* (Mart) Coville na alimentação e reprodução de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Interciencia**, v. 43, n. 3, p. 182–187, 2018.

FRAGOSO, D. B. Duro de matar: os superinsetos resistentes a inseticidas da agricultura!. **Informativo técnico: Fronteira agrícola**, n. 5, p. 1-2, 2014.

FURLONG, M. J.; WRIGHT, D. J.; DOSDALL, L. M. Diamondback moth ecology and management: Problems, progress, and prospects. **Annual Review of Entomology**, v. 58, n. 1, p. 517–541, 2013. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153605>.

LIU, X.; NING, Y.; WANG, H.; WANG, K. Cross-resistance, mode of inheritance, synergism, and fitness effects of cyantraniliprole resistance in *Plutella xylostella*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 157, n. 3, p. 271–278, 2015. <https://doi.org/10.1111/eea.12361>.

LOISELEUR, O. Natural products in the discovery of agrochemicals. **CHIMIA International Journal for Chemistry**, v. 71, n. 12, p. 810-822, 2017. <https://doi.org/10.2533/chimia.2017.810>.

KHALIQ, A.; ATTIQUE, M. N. R.; SAYYED, A. H. Evidence for resistance to pyrethroids and organophosphates in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) from Pakistan. **Bulletin of Entomological Research**, v. 97, n. 02, p. 191-200, 2007. <https://doi.org/10.1017/s0007485307004877>.

KOGAN, M.; GOEDEN, R. D. The Host-Plant Range of *Lema trilineata daturaphila* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 63, n. 4, p. 1175–1180, 1970. <https://doi.org/10.1093/aesa/63.4.1175>.

LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; MELO, B. A.; RODRIGUES, V. G.; GUIMARÃES, P. L. Atividade inseticida do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) sobre lagarta-docartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Acta Amazonica**, v. 39, n. 2, p. 377-382, 2009.

MANSFIELD, L. S.; GAMBLE, H. R.; FETTERER, R. H. Characterization of the eggshell of *Haemonchus Contortus*—I. Structural components. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry**, v. 103, n. 3, p. 681–686, 1992. [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(92\)90390-d](https://doi.org/10.1016/0305-0491(92)90390-d).

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

PERES, L. L. S.; SOBREIRO, A. I.; COUTO, I. F. S.; SILVA, R. M.; PEREIRA, F. F.; HEREDIA-VIEIRA, S. C.; CARDOSO, C. A. L.; MAUAD, M.; SCALON, S. P. Q.; VERZA, S. S.; MUSSURY, R. M. Chemical compounds and bioactivity of aqueous extracts of *Alibertia* spp. in the control of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Insects**, v. 8, n. 125, p. 2–13, 2017. <https://doi.org/10.3390/insects8040125>.

RIBEIRO, L. P.; BIERMANN, A. C. S.; DORNELES, M. P.; VENDRAMIM, J. D. Ação de inseticidas botânicos sobre o curuquerê-da-couve. **Agropecuária Catarinense**, v. 29, n. 2, p. 84-89, 2016.

ROSENSTOCK, L.; KEIFER, M.; DANIELL, W. E.; MCCONNELL, R.; CLAYPOOLE, K. Chronic central nervous system effects of acute organophosphate pesticide intoxication. **The Lancet**, v. 338, n. 8761, p. 223–227, 1991. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)90356-T](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)90356-T).

SILVA, R. M.; FIORATTI, C. A. G.; FACA, E. C.; MUSSURY, R. M. Aqueous extracts of *Psychotria* sp. interfere with the biology of *Plutella xylostella*. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. 1-12, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21474>.

SILVA, R. M.; SANTOS, L. P.; SILVA, G. B.; MIRANDA, L. O.; FIORATTI, C. A. G.; SCALON, S. P. Q.; MAUAD, M.; MUSSURY, R. M. *Alibertia* spp. (Rubiaceae) extracts interfere with the development and reproduction of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Gesunde Pflanzen**, v. 72, n. 4, p. 351-360, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10343-020-00517-3>.

TABASHNIK, B. E.; CUSHING, N. L.; JOHNSON, M. W. Diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) resistance to insecticides in Hawaii: intra-island variation and

- cross-resistance. **Journal of Economic Entomology**, v. 80, n. 6, p. 1091–1099, 1987. <https://doi.org/10.1093/jee/80.6.1091>.
- TABASHNIK, B. E.; CUSHING, N. L.; FINSON, N.; JOHNSON, M. W. Field development of resistance to *Bacillus thuringiensis* in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 83, n. 5, p. 1671-1676, 1990. <https://doi.org/10.1093/jee/83.5.1671>.
- TAMILSELVAN, R.; KENNEDY, J. S.; SUGANTHI, A. Monitoring the resistance and baseline susceptibility of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) against spinetoram in Tamil Nadu, India. **Crop Protection**, v. 142, p. 1-30, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105491>.
- VEIGA, M. M.; SILVA, D. M.; VEIGA, L. B. E.; FARIA, M. V. C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, n. 11, p. 2391–2399, 2006. <https://dx.doi.org/10.1590/s0102-311x2006001100013>.
- ZAGO, H. B.; SIQUEIRA, H. Á.; PEREIRA, E. J.; PICANÇO, M. C.; BARROS, R. Resistance and behavioural response of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) populations to *Bacillus thuringiensis* formulations. **Pest Management Science**, v. 70, n. 3, p. 488–495, 2013. <https://doi.org/10.1002/ps.3600>.
- ZALUCKI, M. P.; SHABBIR, A.; SILVA, R.; ADAMSON, D.; SHU-SHENG, L.; FURLONG, M. J. Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): just how long is a piece of string? **Journal of Economic Entomology**, v. 105, n. 4, p. 1115–1129, 2012. <https://doi.org/10.1603/ec12107>.
- ZHAO, J. Z.; LI, Y. X.; COLLINS, H. L.; GUSUKUMA-MINUTO, L. MAU, R. F.; THOMPSON, G. D.; SHELTO, A. M. Monitoring and characterization of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) resistance to spinosad. **Journal of Economic Entomology**, v. 95, n. 2, p. 430-436, 2002. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-95.2.430>.

ZOLFAGHARI, M.; GHADAMYARI, M. Mode of inheritance of chlorpyrifos resistance in diamondback moth. **International Journal of Pest Management**, p. 1–8, 2021. <https://doi.org/10.1080/09670874.2020.1871531>.

WAGAN, T. A.; CAI, W.; HUA, H. Repellency, toxicity, and anti-oviposition of essential oil of *Gardenia jasminoides* and its four major chemical components against whiteflies and mites. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2018. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27366-5>.

WANG, J.; ZHENG, X.; YUAN, J.; WANG, S.; XU, B.; WANG, S.; ZHANG, Y.; WU, Q. Insecticide resistance monitoring of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) populations in China. **Journal of Economic Entomology**, v. 114, n. 3, p. 1282–1290, 2021. <https://doi.org/10.1093/jee/toab027>.

WHALON, M. E.; MOTA-SANCHEZ, D.; HOLLINGWORTH, R. M. Analysis of global pesticide resistance in arthropods. In: WHALON, M.; MOTA-SANCHEZ, D.; HOLLINGWORTH, R. (Orgs.), **Global Pesticide Resistance in Arthropods**. CAB International. p. 5–31. 2008

YU, S. J.; NGUYEN, S. N. Detection and biochemical characterization of insecticide resistance in the diamondback moth. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 44, n. 1, p. 74–81, 1992. [https://doi.org/10.1016/0048-3575\(92\)90011-n](https://doi.org/10.1016/0048-3575(92)90011-n).

### CAPÍTULO III

## Extratos aquosos de *Psychotria* sp. interferem na biologia de *Plutella xylostella*

Aqueous extracts of *Psychotria* sp. interfere with the biology of *Plutella xylostella*

Extractos acuosos de *Psychotria* sp. interfieren con la biología de *Plutella xylostella*

Recebido: 06/10/2021 | Revisado: 14/10/2021 | Aceito: 22/10/2021 | Publicado: 23/10/2021

**Rosicleia Matias da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8988-1948>  
Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil  
E-mail: [rosi-matias09@hotmail.com](mailto:rosi-matias09@hotmail.com)

**Claudemir Antonio Garcia Fioratti**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5719-1456>  
Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil  
E-mail: [claufioratti.ento@gmail.com](mailto:claufioratti.ento@gmail.com)

**Eduardo Carvalho Faca**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2718-1871>  
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Brasil  
[eduardofaca@gmail.com](mailto:eduardofaca@gmail.com)

**Rosilda Mara Mussury**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8961-9146>  
Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil  
E-mail: [mussuryufgd@gmail.com](mailto:mussuryufgd@gmail.com)

#### Resumo

Extratos botânicos com propriedades inseticidas buscam minimizar os problemas provocados pelo uso incorreto e muitas vezes exagerado dos agrotóxicos. Dependendo da concentração utilizada e do método de extração, certos extratos podem provocar diversas reações sobre os insetos-daninhos. Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a toxicidade dos extratos aquosos elaborados por maceração e infusão de *Psychotria capillacea*, *Psychotria deflexa* e *Psychotria leiocarpa* sobre ovos, larvas e pupas de *Plutella xylostella*. Foram utilizados sete tratamentos para avaliar a toxicidade dos extratos, sendo: 1) infusão *P. capillacea*, 2) infusão de *P. deflexa*, 3) infusão de *P. leiocarpa*, 4) maceração *P. capillacea*, 5) maceração de *P. deflexa*, 6) maceração de *P. leiocarpa* e 7) água destilada (controle). Larvas de terceiro instar de *P. xylostella* e pupas com até três dias de formação receberam aplicação tópica dos tratamentos, enquanto fragmentos de couve contendo ovos desse inseto foram imersos nos tratamentos. Os resultados demonstraram que os extratos aquosos por infusão e maceração de *P. capillacea* e *P. leiocarpa* e *P. deflexa* não apresentaram toxicidade significativa sobre as larvas e pupas de *P. xylostella*, enquanto extratos elaborados por maceração reduziram a sobrevivência de ovos desse inseto. Observou-se que os extratos macerados causaram a mortalidade nas primeiras 46 horas e as infusões foram mais efetivas após esse período. Sendo assim, outros testes devem ser realizados para elucidar a eficiência dos extratos de *Psychotria* sobre os parâmetros biológicos e comportamentais de *P. xylostella*, tendo em vista que novas técnicas de extração devem ser exploradas.

**Palavras-chave:** Rubiaceae; Traça-das-crucíferas; Toxicidade; Larvicida; Pupicida; Ovicida.

#### Abstract

Botanical extracts with insecticidal properties seek to minimize the problems caused by the incorrect and often exaggerated use of pesticides. Depending on the concentration used and the extraction method, certain extracts can provoke different reactions on the harmful insects. Therefore, this study aimed to evaluate the toxicity of aqueous extracts prepared by maceration and infusion of *Psychotria capillacea*, *Psychotria deflexa* and *Psychotria leiocarpa* on eggs, larvae and pupae of *Plutella xylostella*. Seven treatments were used to evaluate the toxicity of the extracts: 1) *P. capillacea* infusion, 2) *P. deflexa* infusion, 3) *P. leiocarpa* infusion, 4) *P. capillacea* maceration, 5) *P. deflexa* maceration, 6) of *P. leiocarpa* maceration and 7) distilled water (control). Third-instar larvae of *P. xylostella* and pupae with up to three days of formation received topical application of the treatments, while fragments of cabbage containing eggs of this insect were immersed in the treatments. The results showed that the aqueous extracts by infusion and maceration of *P. capillacea* and *P. leiocarpa* and *P. deflexa* did not present significant toxicity on *P. xylostella* larvae and pupae, while the extracts prepared by maceration reduced the survival of eggs of this harmful insect. It was observed that macerated extracts caused mortality in the first 46 hours and infusions were more effective after this period. Therefore, other tests must be carried out to elucidate the efficiency of *Psychotria* extracts on the biological and behavioral parameters of *P. xylostella*, considering that new extraction techniques must be explored.

**Keywords:** Rubiaceae; Diamondback moth; Toxicity; Larvicide; Pupicide; Ovicide.

## Resumen

Los extractos botánicos con propiedades insecticidas buscan minimizar los problemas causados por el uso incorrecto y muchas veces exagerado de plaguicidas. Dependiendo de la concentración utilizada y el método de extracción, ciertos extractos pueden provocar diferentes reacciones en los insectos dañinos. Por tanto, este estudio tuvo como objetivo evaluar la toxicidad de extractos acuosos preparados por maceración e infusión de *Psychotria capillacea*, *Psychotria deflexa* y *Psychotria leiocarpa* en huevos, larvas y pupas de *Plutella xylostella*. Se utilizaron siete tratamientos para evaluar la toxicidad de los extractos: 1) infusión de *P. capillacea*, 2) infusión de *P. deflexa*, 3) infusión de *P. leiocarpa*, 4) maceración de *P. capillacea*, 5) maceración de *P. deflexa*, 6) maceración de *P. leiocarpa* y 7) agua destilada (testigo). Las larvas de tercer estadio de *P. xylostella* y pupas con hasta tres días de formación recibieron aplicación tópica de los tratamientos, mientras que en los tratamientos se sumergieron fragmentos de col berza que contenían huevos de este insecto. Los resultados mostraron que los extractos acuosos por infusión y maceración de *P. capillacea*, *P. leiocarpa* y *P. deflexa* no presentaron toxicidad significativa sobre larvas y pupas de *P. xylostella*, mientras que los extractos preparados por maceración redujeron la supervivencia de huevo de insectos. Se observó que los extractos macerados causaron mortalidad en las primeras 46 horas y las infusiones fueron más efectivas después de este período. Por tanto, se deben realizar otras pruebas para dilucidar la eficacia de los extractos de *Psychotria* sobre los parámetros biológicos y de comportamiento de *P. xylostella*, considerando que se deben explorar nuevas técnicas de extracción.

**Palabras clave:** Rubiaceae; Polilla crucífera; Toxicidad; Larvicida; Pupicida; Ovicida.

## 1. Introdução

A revolução verde trouxe grandes avanços para humanidade, como por exemplo a eficiência no campo e o aumento significativo na produção de alimentos (Brum, 1988; Sachs, 2009). Entretanto, o uso acentuado e incorreto dos agrotóxicos tornou-se um dos maiores problemas para a agricultura, principalmente no que diz respeito aos impactos negativos que essas substâncias tem causado sobre a biodiversidade (Carvalho, 2017). Outro efeito colateral da utilização errônea desses compostos químicos é a possibilidade de fazer com que os insetos-daninhos desenvolvam resistência aos seus princípios ativos, tornando-os ineficazes para o controle (Miller et al., 2010; Sparks & Nauen, 2015).

Os extratos botânicos com propriedades inseticidas buscam minimizar esses problemas, pois não são letais para uma variedade de indivíduos não-alvo. Dependendo da concentração utilizada e do método de extração, certos extratos podem provocar diversas reações sobre os insetos-daninhos, como inibição da alimentação e da oviposição (Prakash & Rao, 1997; Miresmailli & Isman, 2014), redução da fecundidade (Peres et al. 2017; Ferreira et al. 2020), repelência (Boiça Jr. 2013), alterações morfológicas e fisiológicas (Ribeiro et al. 2016; Peres et al. 2017), toxicidade sobre larvas, pupas e ovos (Risco et al., 2012; Liu et al., 2019; Fernandes et al., 2021) e infertilidade em adultos (Santiago et al., 2008).

Alguns insetos são considerados polinizadores fundamentais para várias espécies de plantas, enquanto outros se tornaram inimigos por parasitarem e destruírem grandes plantações, como é o caso da *Plutella xylostella* L. 1758 (Plutellidae: Lepidoptera), popularmente conhecida por traça-das-crucíferas. Esse microlepidoptero é um dos principais inseto-daninho dos cultivares de brassicas, que pode gerar um prejuízo mundial de 4 a 5 bilhões de dólares anualmente com o manejo e produções de brássicas perdidas (Zalucki et al., 2012). Nos últimos dez anos, diversas plantas foram testadas quanto à atividade inseticida frente aos parâmetros biológicos de *P. xylostella*, entre elas Amaranthaceae, Acoraceae, Piperaceae, Solanaceae, Annonaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Crassulaceae, Meliaceae, Asteraceae, Poaceae e Rubiaceae (Trindade et al., 2011; Couto et al., 2016; Hidayati et al., 2016; Boo et al., 2018; Fonseca et al., 2018; Matharu & Mehta, 2018; Ahmad et al., 2019; Cerda et al., 2019; Karimzadeh & Rabiei, 2020; Ningsih et al., 2020; Da Silva et al., 2020; Mpumi et al., 2020). Sendo essa última família de grande importância econômica e terapêutica no Brasil (Valli et al., 2016).

Rubiaceae é considerada a quarta maior família de Angiospermas do Brasil, com 1.415 espécies amplamente distribuída entre Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (Barbosa et al., 2015; BFG, 2015). Algumas espécies de Rubiaceae apresentam alto grau de toxicidade, devido a presença de flavonoides, iridoides, alcaloides, terpenos, fenóis, saponinas, taninos, ésteres de ácido cafeico e compostos triterpenos oleanólico e ursólico (Silva et al., 2008; Matos et al., 2011; Valli et al., 2016; Peres et al., 2017). Estudos anteriores demonstraram que o extrato metanólico de *Psychotria poeppigiana* Mull. Arg.

(Rubiaceae) promoveu a mortalidade de 45% dos adultos de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) no bioensaio por ingestão e 5% de mortalidade no teste por contato (Silva et al., 2013). Enquanto os extratos etanólicos de *Psychotria hoffmannseggiana* (Roem. & Schult.) Müll. Arg., *Psychotria prunifolia* (Kunth) Steyerl e *Psychotria goyazensis* Müll.Arg. apresentaram atividade ovicida sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) (Souza Júnior et al., 2011).

Considerando o potencial inseticida demonstrado com os extratos de *Psychotria* sp. sobre insetos-daninhos, levantamos a hipótese de que algumas espécies desse gênero apresentam toxicidade sobre *P. xylostella*. Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a toxicidade dos extratos aquosos de *Psychotria capillacea* (Müll. Arg.) Standl., *Psychotria deflexa* DC. e *Psychotria leiocarpa* Cham. & Schltdl, elaborados por maceração e infusão, sobre ovos, larvas e pupas de *P. xylostella*.

## 2. Metodologia

A preparação dos extratos, manutenção da criação de *P. xylostella* e os experimentos foram realizados no Laboratório de Interação Inseto-Planta, localizado na Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, sob condições experimentais com controle de temperatura ( $25 \pm 2$  °C), umidade relativa ( $60 \pm 5$ %) e fotoperíodo (12 horas).

### 2.1. Material vegetal e preparação dos extratos

A metodologia utilizada na obtenção dos extratos aquosos foi adaptada de Peres et al. (2017) e Barbosa et al. (2020). Folhas de *P. leiocarpa*, *P. capillacea* e *P. deflexa*, foram coletadas durante o período da manhã na Mata do Azulão, Fazenda Coqueiro no município de Dourados ( $22^{\circ} 12' S$ ;  $54^{\circ} 54' W$ ). As espécies utilizadas foram identificadas pela Dra. Zefa Valdivina Pereira e uma excisada de cada planta se encontra depositada no herbário da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD): *Psychotria leiocarpa* (DDMS 5007), *Psychotria deflexa* (DDMS 5005) e *Psychotria capillacea* (DDMS 5008).

Os extratos foram preparados por meio de duas técnicas distintas de extração: infusão e maceração. Para obtenção do macerado, em temperatura ambiente, misturou-se 10g de folhas trituradas em 100mL de água destilada. Essa solução foi agitada manualmente e refrigerada por 24 horas, a fim de se extrair os compostos hidrossolúveis. Posteriormente, foi filtrada com o auxílio de papel filtro para a obtenção do extrato aquoso na concentração (peso/volume) de 10%. Para obtenção do extrato por infusão, misturou-se 10g do material vegetal triturado em 100mL de água destilada aquecida. Após agitação manual, a solução foi tampada e deixada em repouso por 15 minutos à temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C). O extrato foi filtrado com o auxílio de papel filtro para a obtenção do extrato por infusão na concentração (peso/volume) de 10%.

Assim, os tratamentos utilizados no ensaio foram: 1) infusão *P. capillacea*, 2) infusão de *P. deflexa*, 3) infusão de *P. leiocarpa*, 4) maceração *P. capillacea*, 5) maceração de *P. deflexa*, 6) maceração de *P. leiocarpa* e 7) água destilada (controle).

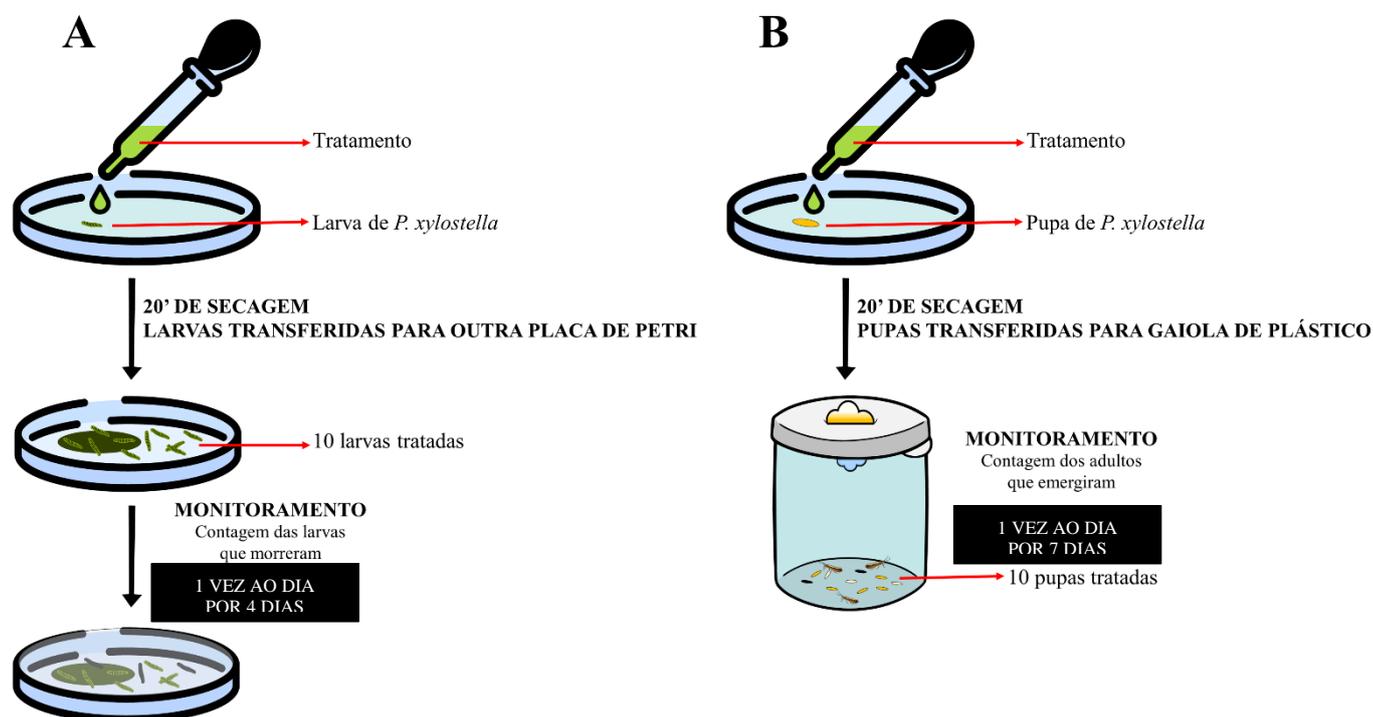
### 2.2. Criação e manutenção de *P. xylostella*

Indivíduos de *P. xylostella* foram coletados em hortas orgânicas no município de Dourados-MS. Posteriormente, foram transportados para o Laboratório de Interação Inseto-Planta (LIIP). As larvas foram acondicionadas em recipiente plástico (30 x 15 x 12 cm) e alimentadas com couve orgânica (*Brassica oleracea* var. *acephala* DC), previamente higienizada com solução de hipoclorito a 5% e água corrente. A manutenção dos recipientes de criação foi feita diariamente até a formação das pupas, que foram retiradas e transferidas para gaiolas de plástico (9 x 19 x 19 cm). Os adultos que emergiram foram alimentados com solução de mel a 10% e para a obtenção das posturas, foi inserido no interior das gaiolas discos de couve orgânica e de papel filtro. Após a oviposição, os discos com ovos foram transferidos para o recipiente plástico contendo couve orgânica (Barros et al., 2012).

### 2.3. Toxicidade dos extratos sobre larvas e pupas de *P. xylostella*

A metodologia para avaliação da toxicidade dos extratos aquosos em larvas e pupas de *P. xylostella* foi adaptada de Risco et al. (2012), Hernández-Lambrano et al. (2014), Huang et al. (2014) e Santos et al. (2015). Dez pupas com até três dias de formação e dez larvas de terceiro instar de *P. xylostella* receberam aplicação tópica dos tratamentos assinalados no item 2.1. Posteriormente, foram secas em temperatura ambiente por 20 minutos, as larvas foram transferidas para uma placa de Petri (12 x 2 cm) contendo discos de couve orgânica e monitoradas a cada 24 horas por quatro dias (Figura 1A). Enquanto as pupas foram transferidas para uma gaiola de plástico (100 x 10 x 12 cm) e monitoradas por 7 dias, para registrar a sobrevivência de larvas e pupas, por meio da contagem das larvas que permaneceram vivas e pelo número de adultos emergidos, respectivamente (Figura 1B). As larvas foram consideradas mortas se não exibissem nenhuma resposta observável a um estímulo mecânico, ou seja, pressão de curto prazo aplicada com um pincel.

**Figura 1.** Esquema representativo do teste de toxicidade dos extratos sobre larvas (A) e pupas (B) de *P. xylostella*. Experimento desenvolvido em condições controladas de temperatura ( $25 \pm 2$  °C), umidade relativa ( $60 \pm 5\%$ ) e fotoperíodo (12 horas).



Fonte: Autores

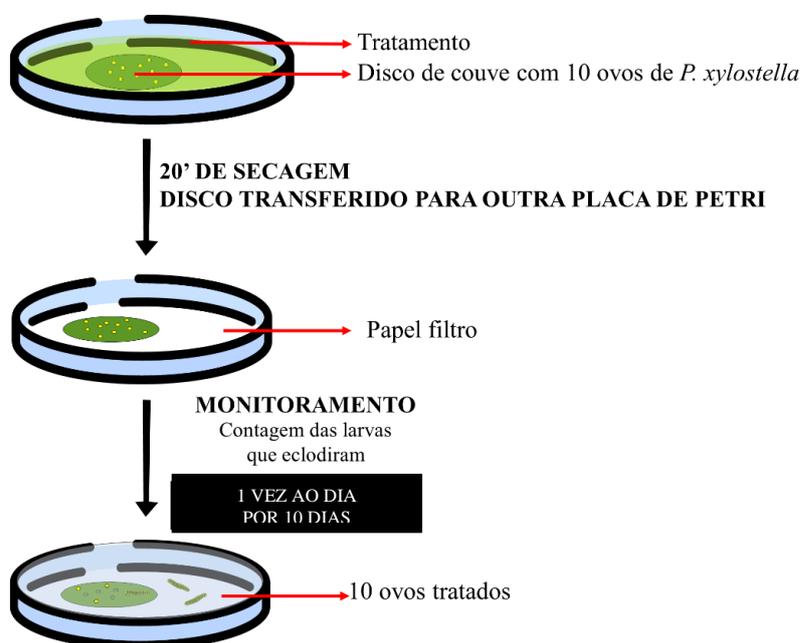
Cada tratamento foi composto por 10 repetições, tendo cada um 10 larvas ou 10 pupas de *P. xylostella*, totalizando 100 indivíduos por tratamento, como demonstrado na ilustração acima.

### 2.4. Toxicidade dos extratos sobre ovos de *P. xylostella*

A metodologia utilizada neste experimento foi baseada em Liu et al. (2019). Cinco casais de *P. xylostella* com até 12h de emergência foram colocados em uma gaiola plástica (10 x 10 x 12 cm) contendo discos de couve e de papel filtro levemente umedecido com água destilada (8 cm de diâmetro). Após 24 horas de exposição, os discos foram retirados das gaiolas e cuidadosamente recortados, de modo que cada fragmento da folha de couve contivesse 10 ovos do inseto-daninho.

Os fragmentos de couve foram imersos nos respectivos extratos vegetais e no controle (água destilada) por 10 segundos, e secos em temperatura ambiente por 20 minutos e, em seguida, transferidos para uma placa de Petri forrada com papel filtro. As placas foram fechadas e monitoradas diariamente por 10 dias, para registrar a sobrevivência dos ovos, por meio da contagem de larvas eclodidas (Figura 2). Cada tratamento foi composto por 10 repetições, tendo cada um 10 ovos de *P. xylostella*, totalizando 100 ovos.

**Figura 2.** Esquema representativo do teste de toxicidade dos extratos sobre ovos de *P. xylostella*. Experimento desenvolvido em condições controladas de temperatura ( $25 \pm 2$  °C), umidade relativa ( $60 \pm 5\%$ ) e fotoperíodo (12 horas).



Fonte: Autores

Cada tratamento foi composto por 10 repetições, tendo em cada um 10 ovos de *P. xylostella*, totalizando 100 ovos, como demonstrado na ilustração acima.

## 2.5. Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2 (planta x métodos de extração). O conjunto de dados foi submetido ao teste de normalidade e homogeneidade. Os valores que não atenderam aos pressupostos foram transformados para arcoseno da  $\sqrt{x}/100$ . Após cumpridos os pressupostos, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e sendo constatado significância entre os tratamentos, aplicou-se teste de comparação de médias (Tukey a 5% de probabilidade) com auxílio do *software* R (R Core Team 2020).

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1. Toxicidade sobre as larvas e pupas de *P. xylostella*

Não houve significância nos fatores isolados e nem interação entre os fatores na variável sobrevivência das larvas. Foi observado que os extratos aquosos de *P. capillacea* e *P. leiocarpa* e *P. deflexa* elaborados por infusão e maceração não apresentaram toxicidade significativa sobre as larvas de *P. xylostella* (Tabela 1). Tal achado pode estar relacionado ao método de aplicação da substância, ou seja, alguns compostos químicos são mais eficazes quando aplicados diretamente no inseto, enquanto outros compostos produzem toxicidade por meio da ingestão dessas substâncias (Gosselin, 1984). Além disso, a barreira natural presente

na estrutura corporal do inseto pode ajudar a prevenir a absorção de produtos tóxicos e reduzir o efeito inseticida da aplicação tópica (Alecio, 2012).

Mesmo não demonstrando toxicidade tópica sobre as larvas de *P. xylostella*, trabalhos anteriores comprovaram que algumas espécies de *Psychotria* possuem toxicidade larval sobre outras espécies de lepidópteras. De acordo com Tavares et al. (2013), no teste por ingestão, os extratos etanólicos das folhas e caules de *Psychotria hoffmannseggiana*, *Psychotria prunifolia*., *Psychotria goyazensis* e *Psychotria capitata* Ruiz & Pavon, apresentaram eficiência superior a 80% na mortalidade de larvas de *Spodoptera frugiperda*. Enquanto a ingestão do extrato etanólico das folhas de *P. prunifolia* provocou a mortalidade das larvas de *Sitotroga cerealella* Oliver 1819 (Lepidoptera: Gelechiidae) (Fouad et al., 2014). Os extratos etanólicos das folhas de *P. leiocarpa*, *Psychotria brachyceras* Müll. Arg., *Psychotria umbellata* Ruiz & Pav. e *Psychotria carthagenensis* Jacq. causaram a mortalidade em larvas de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) quando se alimentaram com os extratos dessas plantas (Matsuura et al. 2016).

**Tabela 1:** Sobrevivência das larvas, pupas e ovos *Plutella xylostella* (média  $\pm$  EP) no fator isolado: Planta. Temperatura  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , Umidade Relativa  $60 \pm 5\%$  e Fotoperíodo 12 horas. Dourados, MS. 2021.

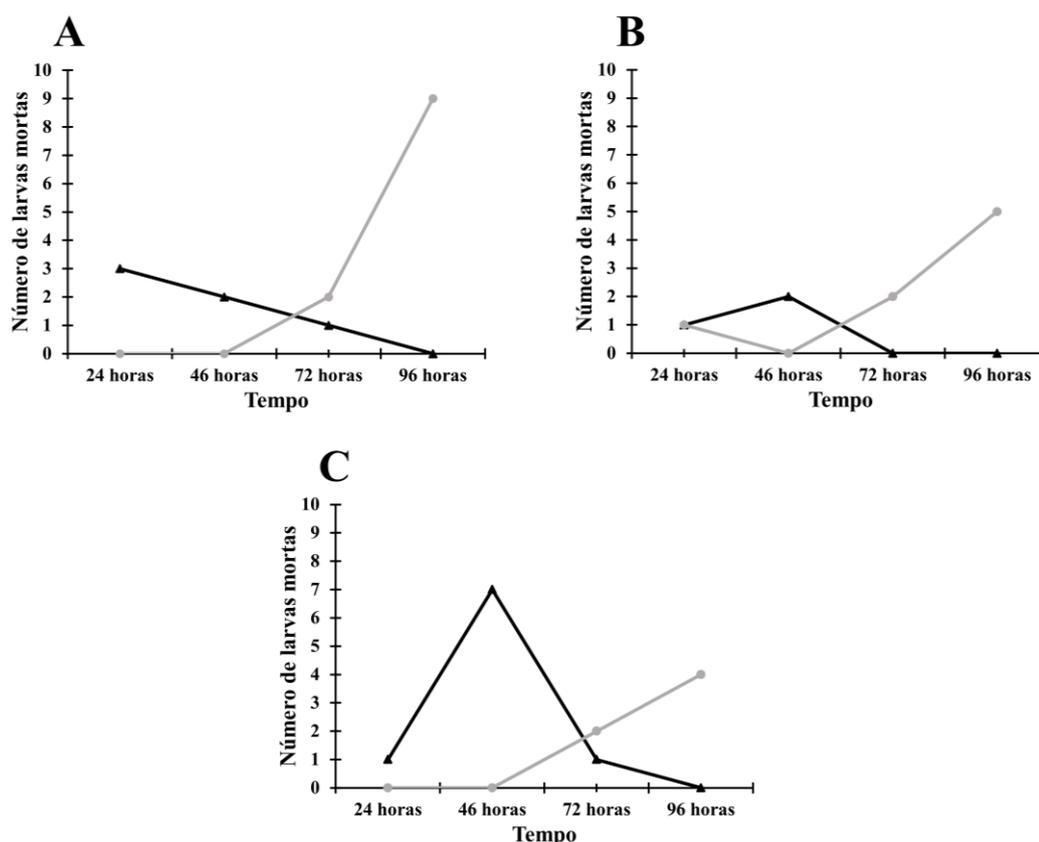
Espécie	Larvas	Pupas	Ovos
Controle	97 $\pm$ 1.47 a n= 200	87 $\pm$ 1.47 a n= 200	89 $\pm$ 1.91 a n= 200
<i>P. capillacea</i>	91.5 $\pm$ 1.96 a n= 200	85.5 $\pm$ 2.11 a n= 200	61 $\pm$ 6.53 b n= 200
<i>P. deflexa</i>	94.5 $\pm$ 1.53 a n= 200	85.5 $\pm$ 1.53 a n= 200	58 $\pm$ 6.08 b n= 200
<i>P. leiocarpa</i>	92.5 $\pm$ 1.60 a n= 200	84 $\pm$ 2.34 a n= 200	60 $\pm$ 5.28 b n= 200
Valor de F	F= 2.50 p= 0.07 GL= 3	F= 0.17 p= 0.92 GL= 3	F= 16.6 p $\leq$ 0.0001 GL= 3
CV (%)	13.7	13.2	34.0

As médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem em nível de significância de 5%. n= número de indivíduos avaliados.

Fonte: Autores

Na tabela acima é possível observar que as variáveis sobrevivência das larvas e das pupas não apresentaram significância no fator isolado planta, sendo observado significância apenas na variável sobrevivência dos ovos. Os resultados também demonstraram que os extratos macerados causaram a mortalidade nas primeiras 46 horas, enquanto as infusões foram mais efetivas após esse período (Figura 3).

**Figura 3.** Taxa de mortalidade das larvas de *P. xylostella* após a exposição aos extratos de **A)** *Psychotria capillacea*, **B)** *Psychotria deflexa* e **C)** *Psychotria leiocarpa* elaborados por maceração (▲) e infusão (●).



Fonte: Autores

Observa-se na figura acima, que taxa mortalidade das larvas alimentadas com extratos macerados possuem uma tendência decrescente, ou seja, com a passar das horas os extratos macerados reduziram ou estacionaram a mortalidade das larvas, enquanto as infusões apresentaram resultado inverso, onde os extratos aumentaram a mortalidade larval com o passar do tempo de observação. Tal observação pode ser explicada considerando que os inseticidas botânicos possuem composições químicas e modos de ação diferentes, ou seja, alguns compostos podem agir imediatamente sobre os insetos enquanto, outros podem levar mais tempo para agir (Borden et al., 2018).

No teste de toxicidade pupal, não houve significância no fator isolado planta e nem interação entre os fatores. Porém, foi observado significância no método de extração, onde as pupas de *P. xylostella* que receberam aplicação tópica dos extratos macerados apresentaram redução no número de adultos emergidos (Tabela 2). Existem poucos trabalhos que elucidam a toxicidade tópica de extratos de Rubiaceae, principalmente no que diz respeito a pupas de lepidópteros, entretanto, o extrato etanólico do caule de *Coutarea hexandra* (Jacq.) K. Schum. apresentou toxicidade tópica sobre pupas de *Aedes Aegypti* L., 1762 (*Diptera*: Culicidae) (Candido et al. 2013), em contrapartida, o extrato etanólico das folhas de *Genipa americana* L. não demonstrou atividade pupicida sobre esse inseto (Barbosa et al., 2014).

Em trabalhos anteriores, foi avaliada a sobrevivência pupal de indivíduos alimentados com extratos de Rubiaceae na fase larval. O extrato aquoso de *Alibertia sessilis* (Vell.) K. Schum. reduziu a sobrevivência pupal de *P. xylostella* em 60%, enquanto os extratos aquosos de *A. edulis* e *A. intermedia* e os extratos etanólicos de *A. edulis*, *A. sessilis* e *A. intermedia* não demonstraram influência sobre a sobrevivência dessas pupas (Peres et al., 2017; Da Silva et al., 2020). Os extratos metanólicos das folhas de

*Palicourea rigida* Kunth. e *Rudgea viburnoides* (Cham.) não influenciaram na sobrevivência pupal de *S. frugiperda* (Alves et al., 2018). Esses resultados contrastantes comprovam que a atividade tóxica dos extratos depende da espécie de inseto estudado, solvente utilizado na extração dos compostos e no método de aplicação dessas substâncias.

**Tabela 2:** Sobrevivência das larvas, pupas e ovos *Plutella xylostella* (média  $\pm$  EP) no fator isolado: Método de Extração. Temperatura  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , Umidade Relativa  $60 \pm 5\%$  e Fotoperíodo 12 horas. Dourados, MS. 2021.

Método de Extração	Larvas	Pupas	Ovos
Infusão	$93 \pm 1.25$ a $n= 400$	$87.2 \pm 2.13$ a $n= 400$	$84 \pm 2.08$ a $n= 400$
Maceração	$94.8 \pm 1.13$ a $n= 400$	$83.8 \pm 2.13$ b $n= 400$	$50.3 \pm 4.04$ b $n= 400$
Valor de F	F= 1.07 p= 0.31 GL= 1	F= 5.37 p= 0.02 GL= 1	F= 82.2 p $\leq$ 0.0001 GL= 1
CV (%)	13.7	13.2	34.0

As médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem em nível de significância de 5%.  $n$ = número de indivíduos avaliados.

Fonte: Autores

Na tabela acima, observa-se que o método de extração dos extratos apresenta significância nas variáveis sobrevivência das pupas e dos ovos, enquanto a sobrevivência das larvas não foi influenciada pelo método de extração.

### 3.2. Toxicidade sobre ovos de *P. xylostella*

Foi observado interação significativa entre os fatores para a variável sobrevivência de ovos, onde todos os extratos macerados das espécies testadas apresentaram toxicidade significativa sobre os ovos de *P. xylostella*, enquanto as infusões não diferiram do controle (Tabela 3). De acordo com Fonsêca (2005), a eficiência dos extratos também pode ser influenciada pelo tempo de preparo e a temperatura utilizada durante a extração. A maceração realizada nesse experimento foi de 24 horas com água destilada em temperatura ambiente, enquanto na infusão o tempo de extração foi de 15 minutos e com água fervente, logo, a maceração teve mais tempo para extrair os compostos bioativos das plantas e a alta temperatura do solvente, na infusão, pode ter provocado a degradação de alguns desses compostos químicos (Shaidi & Naczki, 1995).

Vale ressaltar que o tipo de solvente empregado e o órgão vegetal utilizado também influenciam na eficácia dos extratos (Fonsêca, 2005). Em estudos anteriores, foi demonstrado que o extrato etanólico das folhas e caules de *P. hoffmannseggiana*, *P. prunifolia*, *P. goyazensis* e *P. capitata* causaram uma redução superior a 80% na eclosão das larvas de *S. frugiperda* (Souza Junior et al., 2011; Tavares et al., 2013), onde o extrato do caule de *P. goyazensis* reduziu em 100% a taxa de eclosão dos ovos recém-depositados (Tavares et al., 2013).

A toxicidade de Rubiaceae também foi confirmada em ovos de outros indivíduos, entre eles, citamos o extrato aquoso e etanólico de *Nauclea latifolia* Sm. que reduziram a taxa de eclosão das larvas de *Heligmosomoides bakeri* (Nematoda: Heligmosomatidae) (Josué et al., 2012) e o extrato aquoso de *Palicourea marcgravii* A. St.-Hil. Que causou a mortalidade dos ovos da mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae)) (Pena, 2012).

**Tabela 3:** Sobrevivência das larvas, pupas e ovos *Plutella xylostella* (média ± EP) no desdobramento da interação planta x método de extração. Temperatura 24 ± 1°C, Umidade Relativa 73,3 ± 7% e Fotoperíodo 12 horas. Dourados, MS. 2021.

Tratamento	Larva		Pupas		Ovos	
	Infusão	Maceração	Infusão	Maceração	Infusão	Maceração
Controle	97 ± 2.13 aA n= 100		87 ± 2.13 aA n= 100		89 ± 2.79 aA n= 100	
<i>P. capillacea</i>	89 ± 2.77 aA n= 100	94 ± 2.67 aA n= 100	83 ± 2.13 aA n= 100	88 ± 3.59 aA n= 100	87 ± 3.67 aA n= 100	35 ± 4.01 bB n= 100
<i>P. deflexa</i>	92 ± 2.50 aA n= 100	97 ± 1.53 aA n= 100	84 ± 2.21 aA n= 100	87 ± 2.13 aA n= 100	81 ± 4.33 aA n= 100	36 ± 4.99 bB n= 100
<i>P. leiocarpa</i>	94 ± 2.21 aA n= 100	91 ± 2.33 aA n= 100	81 ± 2.77 aA n= 100	87 ± 3.67 aA n= 100	79 ± 5.26 aA n= 100	41 ± 3.14 bB n= 100
Valor de F	F= 1.46 p= 0.23 GL= 3		F= 0.85 p= 0.47 GL= 3		F= 9.83 p≤ 0.0001 GL= 3	
CV (%)	13.7		13.24		34.0	

As médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna e minúscula na linha, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; n= número de indivíduos analisados.

Fonte: Autores

Na tabela acima é possível observar que houve interação entre os fatores para sobrevivência dos ovos. Esse resultado pode ser muito significativo no campo, pois a redução na taxa de eclosão larval interfere diretamente na próxima etapa do ciclo biológico, ou seja, no número de indivíduos na fase larval. Quanto menos larvas eclodem, menos alimento é consumido, reduzindo assim os danos nos cultivares de brássicas (Maroneze & Gallegos, 2009).

#### 4. Conclusão

Os extratos aquosos a 10% de *P. leiocarpa*, *P. capillacea* e *P. deflexa* elaborado por maceração possuem toxicidade sobre ovos de *P. xylostella*. As infusões não influenciaram na sobrevivência pupal, larval e dos ovos de *P. xylostella*. Sendo assim, encorajamos a continuidade dos estudos que buscam elucidar a eficiência dos extratos de *Psychotria* sobre os parâmetros biológicos (ciclo de vida) e comportamentais (oviposição e alimentação) de *P. xylostella*, tendo em vista que novas técnicas de extração devem ser exploradas.

Outro aspecto a ser avaliado é os efeitos no meio ambiente, dessa forma, novos estudos com concentrações diferentes e aplicação sobre organismos não alvo como inimigos natural, polinizadores, solo, água e ar devem ser estudados, bem como, aspectos relativo à toxidez dos extratos, para garantir a saúde do produtor.

#### Agradecimento

Os autores agradecem ao Laboratório de Interação Inseto-Planta da Universidade Federal da Grande Dourados pelo apoio logístico, ao Conselho Nacional de Aperfeiçoamento da Educação Superior-Brasil (CAPES) pela bolsa de estudo da primeira autora e à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pelo

## Referências

- Ahmad, B., Mehmood, N., Sohail, K., Saljoqi, A. U. R., Khan, A., Rab, A., Zada, H., & Hussain, S. (2019). In vitro management of Diamondback Moth (*Plutella xylostella* L.) using different concentrations of parthenium and neem extracts. *J. Agr. Sci. Tech.*, 21(3), 659–669.
- Alecio, M.R. (2012). *Atividade biológica de extratos de Timbó (Derris scandens Aubl. e Deguelia floribundus Benth) sobre Cerotoma tingomarianus Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae) e Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.
- Alves, D. S., Carvalho, G. A., Oliveira, D. F., & Corrêa, A. D. (2018). Screening of Brazilian plant extracts as candidates for the control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Colombiana de Entomologia*, 44(1), 32–38. <https://doi.org/10.25100/socolen.v44i1.6539>
- Barbosa, D. R. R., Boyarski, D. R. S., Macena, T. F. S., & Clemente, R. C. (2020). Quantificação de compostos fenólicos, poder antioxidante e teor de açúcares em produtos comerciais à base de *Hibiscus sabdariffa* L. *Revista Desafios*, 7(2), 108–123. <https://doi.org/10.20873/uftv7-7770>
- Barbosa, M. R., Zappi, D., Taylor, C., Cabral, E., Jardim, J. G., Pereira, M. S., Calió, M. F., Pessoa, M. C. R., Salas, R., Souza, E. B., Di Maio, F. R., Macias, L., Anunciação, E. A., Germano Filho, P., Oliveira, J. A., Bruniera, C. P., Gomes, M., De Toni, K., & Firens, M. (2015). *Rubiaceae in lista de espécies da flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB210>. Acesso 23 setembro 2021.
- Barbosa, P. B. B. M., de Oliveira, J. M., Chagas, J. M., Rabelo, L. M. A., de Medeiros, G. F., Giodani, R. B., da Silva, E. A., Uchôa, A. F., & Ximenes, M. F. F. M. (2014). Evaluation of seed extracts from plants found in the Caatinga biome for the control of *Aedes aegypti*. *Parasitology Research*, 113(10), 3565–3580. <https://doi.org/10.1007/s00436-014-4022-6>
- Barros, R., Thuler, R. T., & Pereira, F. F. (2012). Técnica de criação de *Plutella xylostella* (L. 1758) (Lepidoptera: Yponomeutidae). Em D. Pratisoli (Org.), *Técnicas de Criação de Pragas de Importância Agrícola, em Dietas Naturais* (pp. 65–84). Vitória, ES: Edufes.
- BFG - The Brazil Flora Group et al. (2015). Growing knowledge: An overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguesia*, 66(4), 1085–1113. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566411>
- Boiça Júnior, A. L., Janini, J. C., de Souza, B. H. S., & Rodrigues, N. E. L. (2013). Efeito de cultivares de repolho e doses de extrato aquoso de nim na alimentação e biologia de *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae). *Bioscience Journal*, 29(1), 22–31.
- Boo, K. H., Seo, J. K., Ahn, J., Riu, K. Z., & Kim, S. -I. (2018). The effect of *Achyranthes japonica* extract on larval survival and development and oviposition behavior of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 21(1), 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2017.11.002>
- Borden, M. A., Buss, E. A., Park Brown, S. G., & Dale, A. G. (2018). Natural products for managing landscape and garden pests in Florida. *Edis*, 2018(5), 1–13. <https://doi.org/10.32473/edis-in197-2018>
- Brum, A. J. (1988). *Modernização da agricultura: trigo e soja*. Petrópolis: Vozes.
- Candido, L. P., Cavalcanti, M. T., & Beserra, E. B. (2013). Bioactivity of plant extracts on the larval and pupal stages of *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 46(4), 420–425. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0118-2013>
- Carvalho, F. P. (2017). Pesticides, environment, and food safety. *Food and Energy Security*, 6(2), 48–60. <https://doi.org/10.1002/fes3.108>
- Cerda, H., Carpio, C., Ledezma-carrizalez, A. C., Sánchez, J., Ramos, L., Muñoz-shugulí, C., Andino, M., & Chiurato, M. (2019). Effects of aqueous extracts from amazon plants on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) in laboratory, semifield and field trials. *Journal of Insect Science*, 19(5), 1–9. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iez068>
- Couto, I. F. S., Fuchs, M. L., Mauad, M., Scalon, S. P. Q., Dresch, D. M., & Mussury, R. M. (2016). Feeding preference of *Plutella xylostella* for leaves treated with plant extracts. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 88(3), 1781–1789.
- Da Silva, R. M., Santos, L. P., Brito Silva, G., Miranda, L. O., Fioratti, C. A. G., Scalon, S. de P. Q., Mauad, M., & Mussury, R. M. (2020). *Alibertia* spp. (Rubiaceae) extracts interfere with the development and reproduction of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). *Gesunde Pflanzen*, 72(4), 351–360. <https://doi.org/10.1007/s10343-020-00517-3>
- Fouad, H. A., Faroni, L. R. D. A., Tavares, W. de S., Ribeiro, R. C., Freitas, S. de S., & Zanuncio, J. C. (2014). Botanical extracts of plants from the Brazilian Cerrado for the integrated management of *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) in stored grain. *Journal of Stored Products Research*, 57, 6–11. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2014.01.001>
- Fernandes, D. A., Rique, H. L., de Oliveira, L. H. G., Santos, W. G. S., de Souza, M. de F. V., & da Cruz Nunes, F. (2021). Ovicidal, pupicidal, adulticidal, and repellent activity of *Helicteres velutina* K. Schum against *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, 43, 1–15. <https://doi.org/10.29374/2527-2179.BJVM112120>
- Ferreira, E. A., de Souza, S. A., Domingues, A., Da Silva, M. M. M., Padial, I. M. P. M., Carvalho, E. M. de, Cardoso, C. A. L., da Silva, S. V., & Mussury, R. M. (2020). Phytochemical screening and bioactivity of *Ludwigia* spp. In the control of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Insects*, 11(9), 1–14. <https://doi.org/10.3390/insects11090596>
- Fonseca, J., Couto, I. F. S., Da Silva Matias, R., Fioratti, C. A. G., Pereira, F. F., Mauad, M., De Paula Quintão Scalon, S., Carvalho, E. M., & Mussury, R. M. (2018). Efeito de extratos metanólicos de *Stryphnodendron adstringens* (Mart) Coville na alimentação e reprodução de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). *Interiencia*, 43(3), 182–187.

- Fonsêca, S. G. C. (2005). *Farmacotécnica de fitoterápicos*. Universidade Federal do Ceará, Departamento de Farmácia. Disponível em: <https://farmacotecnica.ufc.br/wp-content/uploads/2019/11/farmacot-fitoterapicos.pdf>. Acesso 23 setembro 2021.
- Gosselin, R.E., H.C. Hodge, R.P. Smith, and M.N. Gleason. 1976. *Clinical Toxicology of Commercial Products*. Acute Poisoning, 4th ed. The Williams & Wilkins Co., Baltimore, MD.
- Hernández-Lambraño, R., Caballero-Gallardo, K., & Olivero-Verbel, J. (2014). Toxicity and antifeedant activity of essential oils from three aromatic plants grown in Colombia against *Euprosterna elaeasa* and *Acharia fusca* (Lepidoptera: Limacodidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4(9), 695–700. <https://doi.org/10.12980/APJTB.4.2014APJTB-2014-0178>
- Hidayati, D., Darmanto, Y., Nurhidayati, T., & Abdulgani, N. (2016). Short Communication: Larvicidal and antifeedant activities of *Kalanchoe daigremontiana* against *Plutella xylostella* larvae. *Nusantara Bioscience*, 8(2), 312–315. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n080229>
- Huang, S. H., Xian, J. D., Kong, S. Z., Li, Y. C., Xie, J. H., Lin, J., Chen, J. N., Wang, H. F., & Su, Z. R. (2014). Insecticidal activity of pogostone against *Spodoptera litura* and *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *Pest Management Science*, 70(3), 510–516. <https://doi.org/10.1002/ps.3635>
- Josué, W. P., Payne, V. K., Alidou, M. N., Claire, K. M., Jeannette, Y., Gertrude, M. T., Mbida, M., & Bilong, C. F. B. (2012). In vitro ovicidal and larvicidal activities of aqueous and ethanolic extracts of stem bark of *Nauclea latifolia* (Rubiaceae) on *Heligmosomoides bakeri* (Nematoda, Heligmosomatidae). *Medicinal Plants*, 4(4), 212–217. <https://doi.org/10.5958/j.0975-4261.4.4.034>
- Karimzadeh, J., & Rabiei, A. (2020). Larvicidal and oviposition deterrent effects of the jimsonweed (*Datura stramonium* L.) extracts on the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). *J. Agr. Sci. Tech.*, 22(5), 1279–1293.
- Liu, S., Wang, X., Xu, Y., Zhang, R., Xiao, S., Wang, Y., & Zhang, L. (2019). Antifeedant and ovicidal activities of ginsenosides against Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenee). *PLoS ONE*, 14(2), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211905>
- Maroneze, D. M., & Gallegos, D. M. H. N. (2009). Effect of *Melia azedarach* aqueous extract on the development of immature and reproductive stages of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Semina: Ciências Agrárias*, 30(3), 537–550. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2009v30n3p537>
- Matharu, K. S., & Mehta, P. K. (2018). Antifeedant and ovipositional deterrent activity of medicinal plants of Western Himalaya on *Plutella xylostella*. *Journal of Environmental Biology*, 39, 966–972. <https://doi.org/http://doi.org/10.22438/jeb/39/6/MRN-559>
- Matos, F. J., Lorenzi, H., Santos, L. F. L., Matos, M. E. O., Silva, M. G. V., & Sousa, M. P. (2011). *Plantas Tóxicas: estudo de fitotoxicologia química de plantas brasileiras*. Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- Matsuura, H. N., Poth, A. G., Yendo, A. C. A., Fett-Neto, A. G., & Craik, D. J. (2016). Isolation and Characterization of Cyclotides from Brazilian *Psychotria*: Significance in Plant Defense and Co-occurrence with Antioxidant Alkaloids. *Journal of Natural Products*, 79(12), 3006–3013. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.6b00492>
- Miller, A. L. E., Tindall, K., & Leonard, B. R. (2010). Bioassays for monitoring insecticide resistance. *Journal of Visualized Experiments*, 46, 3–7. <https://doi.org/10.3791/2129>
- Miresmailli, S., & Isman, M. B. (2014). Botanical insecticides inspired by plant-herbivore chemical interactions. *Trends in Plant Science*, 19(1), 29–35. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2013.10.002>
- Mpumi, N., Machunda, R. L., Mtei, K. M., & Ndakidemi, P. A. (2020). Insecticidal efficacy of *Syzygium aromaticum*, *Tephrosia vogelii* and *Croton dichogamus* extracts against *Plutella xylostella* and *Trichoplusia ni* on *Brassica oleracea* crop in Northern Tanzania. *AIMS Agriculture and Food*, 6(1), 185–202. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2021012>
- Ningsih, F. K., Aditiya, A. P., & Prijono, D. (2020). Laboratory effectiveness of some insecticides and *Piper aduncum* fruit extract against diamondback moth (*Plutella xylostella* [L.]) from Cisarua-Bogor and Pangalengan-Bandung, West Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 468(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/468/1/012003>
- Pena, M. R. (2012). *Bioatividade de extratos aquosos e orgânicos de diferentes plantas inseticidas sobre a mosca-negra-dos-citros, Aleurocanthus woglumi Ashby 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae)*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.
- Peres, L. L. S., Sobreiro, A. I., Couto, I. F. S., Silva, R. M., Pereira, F. F., Heredia-vieira, S. C., Cardoso, C. A. L., Mauad, M., Scalon, S. P. Q., Verza, S. S., & Mussury, R. M. (2017). Chemical compounds and bioactivity of aqueous extracts of *Alibertia* spp. in the control of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). *Insects*, 8(125). <https://doi.org/10.3390/insects8040125>
- Prakash, A., & Rao, J. (1997). *Botanical pesticides in agriculture*. Boca Raton: CRC Press Inc.
- Ribeiro, L. D. P., Ansante, T. F., & Vendramim, J. D. (2016). Effect of ethanolic extract from *Annona mucosa* seeds on development and feeding behavior of *Spodoptera frugiperda*. *Bragantia*, 75(3), 322–330. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.473>
- Risco, G. V. S., Idrogo, C. R., Kato, M. J., Díaz, J. S., Armando-Jr, J., & Paredes, G. E. D. (2012). Larvicidal activity of *Piper tuberculatum* on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) under laboratory conditions. *Revista Colombiana De Entomologia*, 38(1), 35–41.
- Sachs, I. (2009). Revolução tripla. *Página 22*, (34), 31-31.
- Santiago, G. P., Pádua, L. E. de M., Silva, P. R. R., Carvalho, E. M. S., & Maia, C. B. (2008). Effects of plant extracts on the biology of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) maintained under artificial diet. *Ciencia e Agrotecnologia*, 32(3), 792–796. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542008000300013>

Santos, M. S., Zanardi, O. Z., Pauli, K. S., Forim, M. R., Yamamoto, P. T., & Vendramim, J. D. (2015). Toxicity of an azadirachtin-based biopesticide on *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) and its ectoparasitoid *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae). *Crop Protection*, 74, 116–123. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.04.015>

Shaidi, F., & Naczk, M. (1995). *Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications*. Lancaster: Technomic Pub. Co.

Silva, C. G. V., Oliveira, J. C. S., & Camara, C. A. G. (2018). Insecticidal activity of the ethanolic extract from *Croton* species against *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 71(2), 8543–8551. <https://doi.org/10.15446/rfna.v71n2.62881>

Silva, D. R., Oliveira, T. A., Amaral, L. V., Fachin Espinar, M. T., Ronchi Teles, B., & Nunez, C. V. (2013). Avaliação da atividade inseticida e antibacteriana do extrato metanólico dos galhos de *Psychotria poeppigiana* Mull Arg (Rubiaceae). *Congresso Brasileiro de Química*, 1(1), 1–1.

Silva, V. C., Giannini, M. J. S., Carbone, V., Piacente, S., Pizza, C., Bolzani, V. S., & Lopes, M. N. (2008). New antifungal terpenoid glycosides from *Alibertia edulis*. *Helvetica Chimica Acta*, 91, 1355–1362.

Souza Júnior, A. A., Graziotti, G. H., Petacci, F., Freitas, S. S., Tavares, W. S., Pereira, A. I. A., & Cruz, I. (2011). Efeito inseticida de extratos etanólicos do caule de *Psychotria goyazensis*, *Psychotria hoffmannseggiana* e *Psychotria prunifolia* sobre lagartas e ovos de *Spodoptera frugiperda*. *Horticultura Brasileira*, 29(2), 465–472.

Sparks, T. C., & Nauen, R. (2015). IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121, 122–128. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.11.014>

Tavares, W. S., Graziotti, G. H., Souza, A. A., Sousa Freitas, S., Consolaro, H. N., Ribeiro, P. E. A., & Zanuncio, J. C. (2013). Screening of extracts of leaves and stems of *Psychotria* spp. (Rubiaceae) against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) for maize protection. *Journal of Food Protection*, 76(11), 1892–1901. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-13-123>

Trindade, R. C. P., de Souza Luna, J., de Lima, M. R. F., da Silva, P. P., & Santana, A. E. G. (2011). Larvicidal activity and seasonal variation of *Annona muricata* (Annonaceae) extract on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Revista Colombiana de Entomologia*, 37(2), 223–227.

Valli, M., Young, C. M., & Bolzani, S. (2016). A beleza invisível da biodiversidade: o táxon Rubiaceae. *Rev. Virtual Quim.*, 8(1), 296–310. <https://doi.org/10.5935/1984-6835.20160020>

Zalucki, M. P., Shabbir, A., Silva, R., Adamson, D., Liu, S. S., & Furlong, M. J. (2012). Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): just how long is a piece of string? *Journal of Economic Entomology*, 105(4), 1115–11

## CAPÍTULO IV

# *Psychotria* spp. and *Vatairea macrocarpa* Interfere With the Biological Parameters of *Plutella xylostella* L., 1758 (Lepidoptera: Plutellidae)

Rosicleia Matias da Silva <sup>1</sup>, Claudemir Antonio Garcia Fioratti <sup>1</sup>, Silvana Aparecida de Souza <sup>1</sup>, Eduardo Carvalho Faca <sup>1</sup>, Rosilda Mara Mussury <sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Insect-Plant Interaction, Faculty of Biological and Environmental Sciences, Federal University of Grande Dourados, Highway Dourados-Itahum, km 12, Dourados 79804-970, Mato Grosso do Sul, Brazil. [rosicleiamatias.silva@gmail.com](mailto:rosicleiamatias.silva@gmail.com) (R.M.d.S); [claufioratti.ento@gmail.com](mailto:claufioratti.ento@gmail.com) (C.A.G.F); [silvanaadesouza@gmail.com](mailto:silvanaadesouza@gmail.com) (S.A.d.S); [eduardofaca@gmail.com](mailto:eduardofaca@gmail.com) (E.C.F)

\* Correspondence: [mussuryufgd@gmail.com](mailto:mussuryufgd@gmail.com) (R.M.M)

**Abstract:** In recent years, several botanical species have been tested to determine their ability to reduce the damage caused by *Plutella xylostella* in brassica crops. Taking into account the insecticidal potential demonstrated by many botanical species, the effects of the aqueous extracts of *Psychotria leiocarpa*, *Psychotria deflexa*, *Acosmium subelegans*, and *Vatairea macrocarpa* by infusion and maceration on the biological parameters of *P. xylostella* were evaluated. All extracts reduced *P. xylostella* larval duration and caused larval and egg mortality. In the larvae, the extracts resulted in 70% mortality. In addition, the botanical extracts affected the survival of *P. xylostella* eggs. The extracts of *P. leiocarpa* and *P. deflexa*, prepared by infusion, delayed the emergence of adults, while the extract of *V. macrocarpa* reduced pupal survival. The longevity of adults was also influenced by the extracts, where the maceration of *V. macrocarpa* and *P. deflexa* and infusion of *A. subelegans* reduced the longevity of *P. xylostella* females and the maceration of *V. macrocarpa* and *P. leiocarpa* reduced the longevity of *P. xylostella* males. We conclude that the studied extracts were toxic to *P. xylostella*, especially in the reproduction of diamondback moth, and consequently, the botanical extracts reduced the number of individuals of the next generation.

**Keywords:** Diamondback moth; Rubiaceae; Fabaceae; Insecticidal plant.

**Citation:** da Silva, R.M.; Fioratti, C.A.G.; de Souza, S.A.; Faca, E.C.; Mussury, R.M. *Psychotria* spp. and *Vatairea macrocarpa* Interfere With the Biological Parameters of *Plutella xylostella* L., 1758 (Lepidoptera: Plutellidae). *Agronomy* **2022**, *12*, x. <https://doi.org/10.3390/xxxx>

Academic Editor: Firstname  
Lastname

Received: date  
Accepted: date  
Published: date

**Publisher's Note:** MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



**Copyright:** © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## 1. Introduction

Brassicaceae is a family of vegetables of great importance in Brazilian agriculture, where cultivation is performed mainly by small producers [1,2], providing commercial, nutritional, and economic value to several regions of the country [3]. According to the 2017 Census of Agriculture, more than 187,000 establishments were responsible for the production and distribution of brassicas in Brazil that year [4].

However, numerous factors tend to reduce the production and commercialization of brassicas. Among the biotic factors, the diamondback moth *Plutella xylostella* L. 1758 (Plutellidae: Lepidoptera) is a cosmopolitan insect that causes great economic losses to brassica producers because it significantly reduces the yield and quality of products [5,6]. This insect evolved resistance to almost all classes of insecticides and is considered the most difficult insect to control worldwide [7-9].

Based on this information and the side effects caused by synthetic insecticides [10-13], researchers are seeking control methods that are effective against *P. xylostella* and less harmful to the environment and human health, such as botanical extracts and their derivatives. Phytochemical studies have shown that Rubiaceae and Fabaceae species have

several secondary metabolites with insecticidal activity, which corroborates the results obtained in a toxicity test on *P. xylostella* [14-21].

In previous studies, it was found that the aqueous extract of *Deguelia utilis* I (AC Sm.) AMG Azevedo leaves reduced *P. xylostella* food consumption, larval survival, and oviposition [22], while the methanol extract of leaves and bark of *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville reduced oviposition and the hatching rate of larvae of this insect [20]. In tests involving Rubiaceae, the authors observed a reduction in the hatching rate of *P. xylostella* larvae that received topical applications of the aqueous extracts of *Psychotria capillacea* (Müll. Arg.) Standl., *Psychotria carthagenensis* Jacq., *Psychotria deflexa* DC., and *Psychotria leiocarpa* Cham. & Schltld [23,24].

In addition to plant species and type of extraction agent, the extraction method used to extract bioactive compounds is important. According to the literature, solvent temperature may be favorable for extracting phenols, which are bioactive compounds that have inhibitory activity against insects [25,26]. Thus, we hypothesized that extracts prepared by infusion are more efficient than extracts prepared by maceration in controlling *P. xylostella*.

Thus, the objective of this study was to evaluate the effects of the aqueous extracts of *P. leiocarpa* (Rubiaceae), *P. deflexa* (Rubiaceae), *Acosmium subelegans* (Mohlenbr.) Yakovlev (Fabaceae), and *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke (Fabaceae) on the biological parameters of *P. xylostella*, comparing different extraction methods (infusion and maceration).

## 2. Materials and Methods

*Plutella xylostella* rearing, extraction preparation, and experiments were conducted in the Laboratory of Insect-Plant Interaction (LIIP) in the Infrastructure for Research on Agroenergy and Environmental Conservation (INPAC) building at the Federal University of Grande Dourados (UFGD) under controlled temperature conditions of  $25 \pm 2$  °C, a relative humidity of  $60 \pm 5\%$ , and a photoperiod of 12 hours.

### 2.1. *Plutella xylostella*

*Plutella xylostella* individuals were obtained from active collections in organic gardens in the region of Dourados, Mato Grosso do Sul, and maintained in the LIIP at UFGD, following the methodology adapted from Barros et al. [27].

### 2.2. Botanical material

Leaves of *P. leiocarpa*, *P. deflexa*, *V. macrocarpa*, and *A. subelegans* were collected at Mata do Azulão (Coqueiro Farm) in the municipality of Dourados (22°12'S, 54°54'W at 430 m in altitude) and at Sítio das Abelhas in the municipality of Campo Grande (21°13'28"S, 54°11'28"W at 437 m in altitude), both located in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. Authorization for the collection of botanical material was granted by the National Research Council (CNPq)/Council for the Management of Genetic Heritage and Associated Traditional Knowledge (SISGEN), registration number: A560D63 for *Alibertia* sp., AB049FB for *Psychotria* sp. and A3C7FDC for *Vatairea macrocarpa* and *Acosmium subelegans*. One dried sample of each species was deposited in the herbarium at UFGD under the number *A. subelegans* (DDMS D5068), *P. leiocarpa* (DDMS 5007), *P. deflexa* (DDMS 5005), and *V. macrocarpa* (DDMS 5359).

### 2.3. Preparation of botanical extracts

The collected leaves were washed and dried in a forced air oven at 50 °C for three days. After drying, the material was ground in a knife mill to obtain the vegetable powder. The extracts were prepared using two different extraction techniques: infusion and maceration.

To obtain the extracts by infusion, 10 g of plant powder was mixed with 100 mL of distilled water heated to approximately 80 to 85 °C. After manual stirring, the solution remained at rest for 15 minutes at room temperature (25 ± 2 °C) and was filtered with the aid of filter paper to obtain the extracts at 0.1 g/mL.

To prepare the extracts by maceration, 10 g of dried leaves was ground in a knife mill until a very fine powder was obtained and added to 100 mL of distilled water at room temperature. After manual stirring, the solution was capped and kept at rest for 24 hours in the refrigerator (8 °C). Then, the solution was filtered using filter paper to obtain the extracts at 0.1 g/mL.

#### 2.4. Bioassay

Organic kale discs (4 cm in diameter) were immersed for 1 minute in the treatments and allowed to dry naturally. In Petri dishes 5 cm in diameter, a filter paper disc moistened with distilled water, a kale disc containing the treatment, and a newly hatched caterpillar (0-24 hours) were inserted. The kale discs were replaced daily with newly treated discs until the larval stage was completed. The formed pupae were weighed on a Bel Mark Analytical Balance - 0.001 g - and stored in test tubes that were 10 cm in height and 1 cm in width until the emergence of adults, who were sexed and used in the formation of couples.

Subsequently, the pairs of *P. xylostella* were placed in individual cages (10 cm in diameter x 9 cm in height) containing two disks for laying eggs: one untreated kale disk on another filter paper disk (9 cm diameter). The adults were fed a 10% honey solution. Daily, the kale disks with eggs were transferred to a Petri dish, and new disks were introduced inside the cages. Petri dishes and cages were monitored daily until death (Figure 1).



**Figure 1.** Schematic representation of the methodology used to evaluate insecticide potential.

The biological parameters evaluated were larval and pupal duration (stay in days in the stage), larval and pupal survival (percentage of individuals who reached the next stage), pupal biomass (weight of individuals in the pupal stage), fecundity (number of eggs deposited), fertility (percentage of hatched larvae), and longevity of males and females (duration of adulthood).

#### 2.5. Statistical analysis

The experimental design was completely randomized in a 5 × 2 factorial scheme (plant × extraction method), and in the larval stage, each treatment consisted of 10 replicates and 5 subsamples. In the adult stage, the number of possible replicates was used according to the number of live individuals in the larval stage.

The values that did not meet the assumptions were transformed, the percentage data were transformed to arcsene of  $\sqrt{x}/100$ , and the count data were transformed to  $\sqrt{x}+0.5$ . After fulfilling the assumptions, the data were subjected to analysis of variance (ANOVA), and when there was significance between the treatments, a means comparison test (Tukey's test at 5% probability) was applied with the aid of R software (R Core Team 2020)).

### 3. Results

Regarding the interaction of the plant and extraction method factors, we observed that the biological parameters of larval duration ( $F = 2.03$ ;  $p = 0.10$ ), larval survival ( $F = 1.38$ ;  $p = 0.25$ ), pupal survival ( $F = 0.90$ ;  $p = 0.44$ ), pupal biomass ( $F = 0.75$ ;  $p = 0.56$ ), and fecundity ( $F = 0.77$ ;  $p = 0.55$ ) showed no significant interactions. However, the parameters of pupal duration ( $F = 6.48$ ;  $p = 0.0002$ ), fertility ( $F = 5.89$ ;  $p = 0.0008$ ), and longevity of females ( $F = 8.12$ ;  $p = 0.0007$ ) and males ( $F = 8.79$ ;  $p = 0.00003$ ) showed interactions between the factors.

The botanical extracts prepared by maceration did not influence the pupal duration of *P. xylostella*; however, compared to those prepared for the control group, the extracts prepared by infusion resulted in a significant prolongation of *P. deflexa* and *P. leiocarpa* pupal duration (Table 1).

In addition, the extracts influenced the longevity of adults, where males from the treatments with macerated *V. macrocarpa* and *P. leiocarpa* extracts presented reduced longevity when compared to those from the control, while the longevity of females increased for those treated with *V. macrocarpa* prepared by maceration and *P. deflexa* and *V. macrocarpa* prepared by infusion when compared to the other botanical extracts;

**Table 1:** Pupal duration (days), egg survival (%) and adult longevity (days) of *Plutella xylostella* (mean ± EP) in the unfolding of the Plant × Extraction method interaction. Temperature 24 ± 1°C, Relative Humidity 73.3 ± 7% and Photoperiod 12 hours. Dourados, MS, 2022

Plants	Pupal duration (Days)		Egg survival (%)		Longevity of Females (Days)		Longevity of Males (Days)	
	Maceration	Infusion	Maceration	Infusion	Maceration	Infusion	Maceration	Infusion
<i>A. subelegans</i>	5.31 ± 0.25aA n= 17	5.90 ± 0.19abA n= 12	72.3 ± 2.62bA nc= 4	58.6 ± 8.05cA nc= 4	16.0 ± 1.08aA nc= 4	10.3 ± 2.25bB nc= 4	18.3 ± 1.31aA nc= 4	15.0 ± 3.03aA nc= 4
<i>V. macrocarpa</i>	4.83 ± 0.20aA n= 11	5.83 ± 0.24abB n= 15	80.5 ± 3.93bA nc= 4	85.4 ± 4.92abA nc= 4	9.75 ± 0.63bB nc= 4	15.0 ± 0.41aA nc= 4	9.25 ± 1.11cB nc= 4	18.3 ± 0.73aA nc= 4
<i>P. leiocarpa</i>	5.50 ± 0.21aA n= 17	7.89 ± 0.52cB n= 11	73.5 ± 3.76bA nc= 7	78.2 ± 1.61bA nc= 4	11.0 ± 0.93bA nc= 7	12.5 ± 1.89abA nc= 4	12.3 ± 0.64bcB nc= 7	18.5 ± 0.29aA nc= 4
<i>P. deflexa</i>	5.52 ± 0.26aA n= 15	6.44 ± 0.18bB n= 15	80.6 ± 4.15bA nc= 5	52.3 ± 5.27cB nc= 4	11.0 ± 0.63bB nc= 5	15.5 ± 0.87aA nc= 4	18.0 ± 0.95aA nc= 5	16.0 ± 1.35aA nc= 4
Controle	5.46 ± 0.07aA n= 46		94.6 ± 1.08aA nc= 7		13.1 ± 0.46abA nc= 7		16.4 ± 0.87abA nc= 7	
CV (%)	7.37		17.3		22.2		12.1	

Means followed by distinct letters, capital in the column and lower case in the line, differ from each other at 5% probability by Tukey's test; n= number of individuals analyzed; nc= number of couples formed.

however, this increase did not differ statistically from the that in the control treatment (Table 1).

In the isolated factor plant, the parameters of pupal biomass ( $F = 0.86$ ;  $p = 0.49$ ) and longevity of females ( $F = 1.04$ ;  $p = 0.40$ ) and males ( $F = 2.24$ ;  $p = 0.08$ ) did not show significance; however, the other biological parameters showed significance, namely, larval duration ( $F = 28.6$ ;  $p = 0.0001$ ), larval survival ( $F = 49.6$ ;  $p = 0.0001$ ), pupal duration ( $F = 5.75$ ;  $p = 0.0004$ ), pupal survival ( $F = 2.65$ ;  $p = 0.04$ ), fecundity ( $F = 2.61$ ;  $p = 0.05$ ), and

fertility ( $F = 28.8$ ;  $p = 0.0001$ ). Additionally, all botanical species significantly reduced larval duration and caused more than 70% mortality in these individuals (Table 2).

In the pupal stage, the aqueous extract of *P. leiocarpa* delayed the emergence of adults, while the extract of *V. macrocarpa* reduced the survival of the *P. xylostella* pupae (Table 2). During the reproduction phase, the botanical extracts reduced the number of eggs, but only the extracts of *P. leiocarpa* caused results that were significantly different from the

**Table 2:** Larval and pupal duration (days), larval and pupal survival (%) and pupal biomass (mg) of *Plutella xylostella* (mean  $\pm$  EP) fed with aqueous extract of *Acosmium subelegans*, *Vatairea macrocarpa*, *Psychotria leiocarpa* and *Psychotria deflexa*. Temperature  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , Relative Humidity  $60 \pm 5\%$  and Photoperiod 12 hours. Dourados, MS. 2022

Plants	Larval duration (days)	Larval survival (%)	Pupal duration (days)	Pupal survival (%)	Fecundity (Number of eggs)	Egg survival (%)
<i>A. subelegans</i>	6.48 $\pm$ 0.32a <i>n</i> = 100	29.0 $\pm$ 3.97b <i>n</i> = 100	5.64 $\pm$ 0.17b <i>n</i> = 29	92.6 $\pm$ 4.09ab <i>n</i> = 29	141.1 $\pm$ 20.7ab <i>nc</i> = 8	62.3 $\pm$ 4.66a <i>nc</i> = 8
<i>V. macrocarpa</i>	6.87 $\pm$ 0.44a <i>n</i> = 100	26.0 $\pm$ 5.25b <i>n</i> = 100	5.52 $\pm$ 0.22b <i>n</i> = 26	77.4 $\pm$ 8.31b <i>n</i> = 26	152.4 $\pm$ 20.4ab <i>nc</i> = 8	82.9 $\pm$ 3.06b <i>nc</i> = 8
<i>P. leiocarpa</i>	7.41 $\pm$ 0.44a <i>n</i> = 100	28.0 $\pm$ 3.95b <i>n</i> = 100	6.48 $\pm$ 0.38a <i>n</i> = 28	91.2 $\pm$ 4.78ab <i>n</i> = 28	139.6 $\pm$ 28.6a <i>nc</i> = 11	75.2 $\pm$ 2.50ab <i>nc</i> = 11
<i>P. deflexa</i>	7.74 $\pm$ 0.45a <i>n</i> = 100	30.0 $\pm$ 3.97b <i>n</i> = 100	5.93 $\pm$ 0.20ab <i>n</i> = 30	97.2 $\pm$ 2.78a <i>n</i> = 30	162.2 $\pm$ 13.0ab <i>nc</i> = 9	68.0 $\pm$ 5.86a <i>nc</i> = 9
Controle	11.8 $\pm$ 0.28b <i>n</i> = 100	94.0 $\pm$ 2.94a <i>n</i> = 100	5.46 $\pm$ 0.05b <i>n</i> = 94	98.0 $\pm$ 1.84a <i>n</i> = 94	208.4 $\pm$ 11.1b <i>nc</i> = 14	94.6 $\pm$ 0.73c <i>nc</i> = 14
CV (%)	15.0	66.1	7.37	21.7	23.7	17.3

Means followed by different letters in the column differ from each other at 5% probability by Tukey's test; *n* = number of individuals analyzed; *nc* = number of couples formed.

control. On the other hand, the botanical extracts of Fabaceae and Rubiaceae used in this experiment significantly reduced *P. xylostella* fertility (Table 2).

Considering the isolated factor extraction method, the parameters of larval survival ( $F = 0.21$ ;  $p = 0.64$ ), pupal survival ( $F = 0.90$ ;  $p = 0.35$ ), pupal biomass ( $F = 0.002$ ;  $p = 0.96$ ), fecundity ( $F = 1.76$ ;  $p = 0.19$ ), and longevity of females ( $F = 2.74$ ;  $p = 0.11$ ) were not significant in relation to the other treatments. In contrast, the parameters larval duration ( $F = 4.57$ ;  $p = 0.04$ ), pupal duration ( $F = 37.9$ ;  $p = 0.0001$ ), fertility ( $F = 4.07$ ;  $p = 0.05$ ), and male longevity ( $F = 5.82$ ;  $p = 0.02$ ) were significant. In comparison to the extracts prepared by infusion, the extracts prepared by maceration showed higher means for larval duration and fertility. The pupal duration and longevity of males had significantly higher means

**Table 3:** Larval and pupal duration (days), egg survival (%) and longevity of males (days) of *Plutella xylostella* (mean  $\pm$  EP) fed with aqueous extract of *Acosmium subelegans*, *Vatairea macrocarpa*, *Psychotria leiocarpa* and *Psychotria deflexa* elaborated by maceration and infusion. Temperature  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , Relative Humidity  $60 \pm 5\%$  and Photoperiod 12 hours.

Tratamento	Larval duration (days)	Pupal duration (days)	Egg survival (%)	Longevity of Males (days)
Maceration	8.40 $\pm$ 0.35a <i>n</i> = 250	5.40 $\pm$ 0.10a <i>n</i> = 134	81.1 $\pm$ 2.15a <i>nc</i> = 27	14.9 $\pm$ 0.74a <i>nc</i> = 27
Infusion	7.71 $\pm$ 0.39b <i>n</i> = 250	6.20 $\pm$ 0.16b <i>n</i> = 127	76.5 $\pm$ 3.91b <i>nc</i> = 23	16.8 $\pm$ 0.64b <i>nc</i> = 23
CV (%)	15.0	7.37	17.3	12.1

Means followed by different letters in the column differ from each other at 5% probability by Tukey's test; *n* = number of individuals analyzed; *nc* = number of couples formed.

in the treatments prepared by infusion than in the other treatments (Tables 3).

#### 4. Discussion

The Rubiaceae and Fabaceae species used in this study provided satisfactory results regarding the control of *P. xylostella* populations because they were able to negatively affect the larval stage and the reproductive period of this insect. The larvae treated with aqueous extracts of *P. leiocarpa*, *P. deflexa*, *A. subelegans*, and *V. macrocarpa* reduced larval duration due to the early mortality of the individuals.

In previous studies, even for other insect species, the mortality of individuals after the ingestion of Rubiaceae and Fabaceae extracts was observed. The authors of these



studies observed a 45% mortality rate in adult *Sitophilus zeamais* (Mots. 1855) (Coleoptera: Curculionidae) after ingestion of maize grains treated with methanolic extract of *Psychotria poeppigiana* Mull. Arg. (Rubiaceae) [28], while ethanol extracts of *Psychotria hoffmannseggiana* (Schult.) Müll. Arg., *Psychotria prunifolia* (Kunth) Steyererm., and *Psychotria goyazensis* Müll. Arg., all belonging to Rubiaceae, showed efficiency in causing larval mortality in *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) [29]. A significant reduction in the survival of *P. xylostella* larvae after ingestion of kale treated with aqueous extract of *A. intermedia* and *A. sessilis* (Rubiaceae) [19] resulted in observations similar to those in studies with ethanolic extract of *A. intermedia* [30] and aqueous extract of *Prosopis juliflora* DC. (Fabaceae) [31] and with aqueous extract of *D. utilis* (Fabaceae) [22].

These observations lead us to believe that individuals fed discs treated with plant extracts ingest allelochemicals that can cause early mortality, inhibit feeding after the test bite, or cause sublethal effects, such as interference in the emergence of adults, oviposition rate, viability of eggs, and population growth rate and effects on biological aspects [32,33]. Therefore, the main sublethal effects observed in this experiment were the reduction in fecundity and the prolongation of the pupal period caused by the *P. leiocarpa* extracts, the reduction in the emergence of adults caused by the extracts of *V. macrocarpa*, the reduction in the longevity of the females caused by the extracts of *P. deflexa* and *V. macrocarpa* prepared by maceration and by the extract of *A. subelegans* prepared by infusion, the shortening in the longevity of males due to the extracts of *V. macrocarpa* and *P. leiocarpa* prepared by maceration, and the reduction in fertility derived from the treatments with Fabaceae and Rubiaceae extracts.

Under field conditions, the length of a pupal period may be relevant for producers because it increases the time of insect exposure to natural enemies and prolongs the average time of each generation, thus reducing subsequent populations and losses to producers [31]. This is the first report in which the use of Rubiaceae extract prolonged the *P. xylostella* pupal duration. In previous studies, the authors found that the aqueous extract of *A. edulis* and the ethanolic extracts of *A. intermedia*, *A. edulis*, and *A. sessilis* did not influence the *P. xylostella* pupal duration, while the aqueous extracts of *A. intermedia* and *A. sessilis* delayed adult emergence [19,30].

Phytochemical studies have shown that Rubiaceae and Fabaceae species contain tannins, quercetin, rutin, saponin, and coumarin [14,17,21,34], which explains the reduction in larval survival and changes in the reproduction phase [19, 35,36]. In the present study, it was found that in comparison to the control, the aqueous extract of *P. leiocarpa* reduced female fecundity, while all extracts reduced egg viability.

A similar effect when using an aqueous extract of *A. intermedia* on *P. xylostella* was linked to the presence of rutin in the chemical composition of the plant [19]. On the other hand, compared to the control, the ethanolic extract of *A. intermedia* increased the fecundity of *P. xylostella* and reduced its fertility [30]. After treatment with aqueous extracts of *P. juliflora* and *Leucaena leucocephala* (Lam) De Wit (Fabaceae), fecundity and fertility of *Bemisia tabaci* (Gennadius 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) were significantly reduced, while the aqueous extract of *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth (Fabaceae) altered only the fecundity of this insect [36].

Reductions in quantity and fertility can be very significant in the field, as they directly affect the density of larvae in the next generation and consequently reduce damage caused by larvae [37], as well as the shorten adult longevity, because they have less time to mate and lay eggs, resulting in reduced generation growth.

The results also showed that the extraction method did not affect the toxicity of *P. xylostella*; i.e., the extracts prepared by maceration and infusion had generally the same effect on the insect. The efficacy of an extract is influenced by various factors, such as the solvent type (methanol, ethanol, water, or hexane), plant species, plant part used (root,

stem, leaf, fruit, or flower), and species of the target insect, as well as the type of extraction (maceration, infusion, or decoction) and the solvent temperature [26,38].

## 5. Conclusions

Thus, we conclude that the aqueous extracts of *P. leiocarpa*, *P. deflexa*, *A. subelegans*, and *V. macrocarpa*, regardless of the extraction method, were toxic to the biological parameters of *P. xylostella*, especially the parameters that affect future generations. We emphasize that the results were obtained under controlled laboratory conditions. Therefore, in addition to determining the bioactive compounds present in the extracts, it is also necessary to perform semifield and field tests to better understand the toxicity of the botanical species.

**Author Contributions:** Conceptualization, R.M.d.S and R.M.M.; methodology, R.M.d.S., C.A.G.F and R.M.M.; formal analysis, R.M.d.S., C.A.G.F., S.A.d.S and R.M.M.; investigation, R.M.d.S., C.A.G.F and R.M.M.; resources, R.M.M.; data curation, R.M.d.S and R.M.M.; writing—original draft preparation, R.M.d.S., C.A.G.F., S.A.d.S., E.C.F and R.M.M.; writing—review and editing, R.M.d.S., C.A.G.F., S.A.d.S., E.C.F and R.M.M.; visualization, R.M.d.S and R.M.M.; supervision, R.M.M.; project administration, R.M.d.S and R.M.M.; funding acquisition, R.M.M. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** Foundation for the Support and Development of Education, Science and Technology (FUNDECT) of the state of Mato Grosso do Sul, No. 71/711.130/2018. The APC was funded by Federal University of Grande Dourados.

**Data Availability Statement:** The data presented in this study are available on request from the corresponding author.

**Acknowledgments:** We thank the Laboratory of Insect-Plant Interaction at the Federal University of Grande Dourados for logistical support; the National Council for the Improvement of Higher Education-Brazil (CAPES) for the scholarship for the first author, and the Foundation for Support to the Development of Teaching, Science and Technology of the State of Mato Grosso do Sul (FUNDECT) for the resource provided by grant no. 71/711.130/2018; and Dr. Zefa Valdivina Pereira for the identification of the botanical species.

**Conflicts of Interest:** The authors declare that there is no conflict of interest.

## References

1. May, A.; Tivelli, S.W.; Vargas, P.F.; Samra, A.G.; Sacconi, L.V.; Pinheiro, M.Q. A cultura da couve-flor. *Bol. Tec. IAC*, **2007**, *200*, 1-36.
2. Sales, T.S. Qualidade fisiológica e atividade enzimática em sementes de couve. Tese de Doutorado em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.
3. Trani, P.E.; Tivelli, S.W.; Blat, S.F.; Prael-Pantano, A.; Teixeira, E.P.; Araújo, H.S.; Feltran, J.C.; Passos, F.A.; Figueiredo, G.J.; Novo, M.C.S.S. Couve de folha: do plantio à pós-colheita. *Bol. Tec. IAC*, **2015**, *2014*, 1-36.
4. IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Available online: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/> (accessed 22 September 2022).
5. Talekar, N.S.; Shelton, A.M. Biology, ecology, and management of the diamondback moth in China. *Annu. Rev. Entomol.* **1993**, *38*, 275–301. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001423>
6. Furlong, M.J.; Wright, D.J.; Dosdall, L.M. Diamondback moth ecology and management: Problems, progress, and prospects. *Annu. Rev. Entomol.* **2013**, *58*, 517–541. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153605>
7. Whalon, M.E.; Mota-Sanchez, D.; Hollingworth, R.M. Analysis of global pesticide resistance in arthropods. In *Global Pesticide Resistance in Arthropods*, 1<sup>st</sup> ed.; Whalon, M., Mota-Sanchez, D., Hollingworth, R., Eds.; CAB International, Winslow, UK, 2008; 5, 5-31.
8. Sparks, T.C.; Dripps, J.E.; Watson, G.B.; Paroonagian, D. Resistance and cross-resistance to the spinosyns - A review and analysis. *Pestic. Biochem. Physiol.* **2012**, *102*, 1–10. <https://dx.doi.org/10.1016/j.pestbp.2011.11.004>
9. APRD Arthropod Pesticide, Resistance Database. Available online: <http://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&luc=571> (accessed 08 August 2022).
10. Rosenstock, L.; Keifer, M.; Daniell, W.E.; McConnell, R.; Claypoole, K. Chronic central nervous system effects of acute organophosphate pesticide intoxication. *Lancet* **1991**, *338*, 223–227. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)90356-T](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)90356-T)
11. Castelo Branco, M.; Amaral, P.S.T. Inseticidas para controle da traça-das-crucíferas: como os agricultores os utilizam no Distrito Federal?. *Hortic. Bras.* **2002**, *20*, 410–415. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362002000300002>
12. Veiga, M.M.; Silva, D.M.; Veiga, L.B.E.; Faria, M.V.C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. *Cad. Saude Publica*, **2006**, *22*, 2391–2399. <https://dx.doi.org/10.1590/s0102-311x2006001100013>
13. Camilo, S.S.; Soares, M.A.; Zanoncio, J.C.; Leite, G.L.D.; Pires, E.M.; Cruz, M.C.M. Plantas hospedeiras de *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) afetam o desenvolvimento do parasitoide *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). *Rev. Arvore*, **2015**, *39*, 159–166. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000100015>
14. Silva, J.B.; Salatino, A.; Panizza, S. Ensaios fitoquímicos preliminares em espécies do Cerrado. *Bol. Bot.* **1976**, *4*, 1-4. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9052.v4i0p129-132>
15. Fazolin, M.; Estrela, J.L.V.; Lima, A.P.; Argolo, V.M. Avaliação de plantas com potencial inseticida no controle da vaquinha-do-feijoeiro (*Ceratomyxa tingomarianus* Bechyné). *Bol. Pesq. Desenv.* **2002**, *1*, 1–45.
16. Silva, E.P. Potencial inseticida de extrativos de três espécies vegetais da amazônia em *Cryptotermes brevis* Walker, 1853 (Isoptera: Kalotermitidae). Dissertação Mestrado em Entomologia, Dissertação (Mestrado em Entomologia), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2010.
17. Formagio, A.S.N.; Volobuff, C.R.F.; Santiago, M.; Cardoso, C.A.L.; Vieira, M.C.; Pereira, Z.V. Evaluation of antioxidant activity, total flavonoids, tannins and phenolic compounds in *Psychotria* leaf extracts. *Antioxidants* **2014**, *3*, 745–757. <https://doi.org/10.3390/antiox3040745>
18. Valli, M.; Young, C.M.; Bolzani, S. A beleza invisível da biodiversidade: o táxon Rubiaceae. *Rev. Virtual Quim.* **2016**, *8*, n. 1, p. 296–310. <https://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20160020>
19. Peres, L.L.S.; Sobreiro, A.I.; Couto, I.F.S.; Silva, R.M.; Pereira, F.F.; Heredia-Vieira, S.C.; Cardoso, C.A.L.; Mauad, M.; Scalón, S.P.Q.; Verza, S.S.; Mussury, R. M. Chemical compounds and bioactivity of aqueous extracts of *Alibertia* spp. in the control of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). *Insects* **2017**, *8*, 1–13, 2017. <https://doi.org/10.3390/insects8040125>
20. Fonseca, J.; Couto, I.F.S.; Silva, R.M.; Fioratti, C.A.G.; Pereira, F.F.; Mauad, M.; Scalón, S.P.Q.; Carvalho, E.M.; Mussury, R.M. Efeito de extratos metanólicos de *Stryphnodendron adstringens* (Mart) Coville na alimentação e reprodução de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). *Interciencia* **2018**, *43*, 182–187.
21. Formagio, A.S.N.; Oliveira Junior, P.C.; Volobuff, C.R.F.; Kassuya, C.A.L.; Ferreira, D.C.; Cardoso, C.A.L.; Sarragiotto, M.H.; Pereira, Z.V. Anti-inflammatory activity of methanolic extract and an alkaloid from *Palicourea crocea* (Sw.) Roem and Schult. *Inflammation* **2019**, *42*, 1045–1055. <https://doi.org/10.1007/s10753-019-00966-7>
22. Cerda, H.; Carpio, C.; Ledezma-Carrizalez, A.C.; Sánchez, J.; Ramos, L.; Muñoz-Shugulí, C.; Andino, M.; Chiurato, M. Effects of aqueous extracts from amazon plants on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) in laboratory, semifield, and field trials. *J. Insect Sci.* **2019**, *19*, 1–9. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iejz068>
23. Silva, R.M.; Fioratti, C.A.G.; Faca, E.C.; Mussury, R.M. Extratos aquosos de *Psychotria* sp. interferem na biologia de *Plutella xylostella*. *Res. Soc. Develop.* **2021**, *10*, 1–12. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21474>
24. Silva, R.M.; Fioratti, C.A.G.; Miranda, L.O.; Santos, L.P.; Faca, E.C.; Ferreira, E.A.; Mussury, R.M. Toxicidade do extrato aquoso de *Psychotria* sp. sobre ovos e pupas de *Plutella xylostella* L. 1758 (Plutellidae: Lepidoptera). Anais do IX Convibra Congresso de Agronomia, São Paulo, Brazil, 2021, 1–5.



25. Schaller, A. *Induced plant resistance to herbivory*. 1<sup>a</sup> ed.; Hardcover: Springer, NLD, 2008; 464.
26. Oliveira, D.S. Nova metodologia para extração de compostos fenólicos de vinho tinto e avaliação da estabilidade dos extratos obtidos. Tese de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.
27. Barros, R.; Thuler, R.T.; Pereira, F.F. Técnica de criação de *Plutella xylostella* (L. 1758) (Lepidoptera: Yponomeutidae). In *Técnicas de Criação de Pragas de Importância Agrícola, em Dietas Naturais*, 1st ed.; Pratisoli, D., Ed.; Edufes: Vitória, Brasil, 2012; pp. 65–84.
28. Silva, D.R.; Oliveira, T.A.; Amaral, L.V.; Fachin Espinar, M.T.; Ronchi Teles, B.; Nunez, C.V. Avaliação da atividade inseticida e antibacteriana do extrato metanólico dos galhos de *Psychotria poeppigiana* Mull. Arg. (Rubiaceae). *Cong. Bras. Quim.* **2013**, *1*, 1–2.
29. Souza Júnior, A.A.; Graziotti, G.H.; Petacci, F.; Freitas, S.S.; Tavares, W.S.; Pereira, A.I.A.; Cruz, I. Efeito inseticida de extratos etanólicos do caule de *Psychotria goyazensis*, *Psychotria hoffmannseggiana* e *Psychotria prunifolia* sobre lagartas e ovos de *Spodoptera frugiperda*. *Hortic. Bras.* **2011**, *29*, 465–472.
30. Silva, R.M.; Santos, L.P.; Silva, G.B.; Miranda, L.O.; Fioratti, C.A.G.; Scalon, S.P.Q.; Mauad, M.; Mussury, R.M. *Alibertia* spp. (Rubiaceae) extracts interfere with the development and reproduction of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). *Gesunde Pflanz.* **2020**, *72*, 351–360. <https://doi.org/10.1007/s10343-020-00517-3>
31. Torres, A.L.; Barros, R.; Oliveira, J.V. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Neotrop. Entomol.* **2001**, *30*, 151–156.
32. Seffrin, R.C.A.S.; Costa, E.C.; Longhi, S.J.; Lopes, S.J.; Dos Santos, V.J. Comportamento alimentar de adultos de *Diabrotica speciosa* na presença de extratos aquosos de Meliaceae. *Cienc. Rural*, **2008**, *38*, 2115–2118. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000800004>
33. Carvalhinho, D.T.; Rodrigues, R.H.F.; Carneiro, E.; Lopes, G.N.; Silva, L.B.; Pavan, B.E. Toxicidade de extratos de *Anadenanthera macrocarpa* (Fabaceae: Mimosoideae) e *Bougainvillea buttiana* (Nyctaginaceae) para lepidópteros-praga. *Biotemas* **2017**, *30*, 15–24. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2017v30n2p15>
34. Djoudi, R.; Bertrand, C.; Fiasson, K.; Fiasson, J.L.; Comte, G.; Fenet, B.; Rabesa, Z.A. Polyphenolics and iridoid glycosides from *Tarenna madagascariensis*. *Biochem. Syst. Ecol.* **2007**, *35*, 314–316. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2006.10.012>
35. Kaur, R.; Rup, P.J. Evaluation of regulatory influence of four plant growth regulators on the reproductive potential and longevity of melon fruit fly (*Bactrocera cucurbitae*). *Phytoparasitica* **2002**, *30*, 224–230. <https://doi.org/10.1007/BF03039991>
36. Cavalcante, G.M.; Moreira, A.F.C.; Vasconcelos, S.D. Potencialidade inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre mosca-branca. *Pesq. Agropec. Bras.* **2006**, *41*, 9–14. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000100002>
37. Maroneze, D.M.; Gallegos, D.M.H.N. Effect of *Melia azedarach* aqueous extract on the development of immature and reproductive stages of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Semi. Cienc. Agrar.* **2009**, *30*, 537–550. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2009v30n3p537>
38. Fonsêca, S.G.C. **Farmacotécnica de fitoterápicos**. 64 p. Universidade Federal do Ceará, Departamento de Farmácia, 2005. Available online: <https://farmacotecnica.ufc.br/wp-content/uploads/2019/11/farmacot-fitoterapicos.pdf> (accessed 22 September 2022).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies avaliadas nesse trabalho demonstraram toxicidade por ingestão, porém não esboçaram efeito significativo sobre as larvas de *P. xylostella* que receberam aplicações tópicas. O extrato aquoso de *V. macrocarpa* expressou o melhor resultado na toxicidade por ingestão e na redução da viabilidade pupal. A preferência alimentar também foi afetada pelos extratos, onde as larvas de terceiro instar recusaram se alimentar dos discos tratados com extratos, com exceção dos tratamentos com *A. acosmium* e *A. intermedia* que estimularam a alimentação das larvas.

Os extratos interferiram na fase reprodutiva do inseto, pois impediram que as mariposas ovipositassem e reduziram a viabilidade dos ovos, sendo os extratos de *P. leiocarpa* e *A. sessilis* os mais eficientes nesse quesito. A toxicidade sobre os ovos de *P. xylostella* foi observado nos três experimentos, sendo eles toxicidade por contato, preferência de oviposição e acompanhamento do ciclo de vida do inseto. Entretanto, os ovos oriundos de fêmeas alimentadas com extratos elaborados por infusão, na fase larval, apresentaram menor taxa de eclosão, enquanto as macerações foram mais eficientes sobre os ovos que receberam aplicação tópica.

Como esperado, Asteraceae é uma das famílias com mais espécies estudadas nos últimos anos, seguido de Euphorbiaceae e Fabaceae. A estrutura vegetal e o solvente mais utilizado na extração de compostos foram as folhas e a água, respectivamente. Acreditamos que esses resultados sejam devido a abundância de espécies que essas famílias apresentam, além da facilidade e economia encontrada no extrato aquoso feitos com as folhas.

Sendo assim, é possível concluir que os extratos botânicos utilizados são promissores para o controle de *P. xylostella* e que eles podem ser um componente adicional no manejo desse inseto-daninho no Brasil. Encorajamos a continuidade dos estudos com essas espécies e enfatizamos a necessidade de elucidar os efeitos desses extratos sobre indivíduos não-alvo, tendo em vista que as abelhas são os principais polinizadores de brassicas

Ressaltamos que os resultados foram obtidos em condições controladas de laboratório. Portanto, além de determinar os compostos bioativos presentes nos extratos, também é necessário realizar teste de campo para compreender melhor a toxicidade das espécies botânicas. Por fim, acreditamos que a revisão bibliográfica possa contribuir para a construção do conhecimento acerca do tema abordado, além de servir como base para o desenvolvimento de novas pesquisas.

## CONTRIBUIÇÕES RELEVANTES PARA A COMUNIDADE

O presente trabalho contribuiu para o fortalecimento do Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade (PPGECB), pois alunos do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica para o Ensino Médio (PIBIC-EM) e dos cursos de Ciências Biológicas e de Biotecnologia foram agregados durante o desenvolvimento da pesquisa, servindo de incentivo para eles ingressarem nos cursos de graduação da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais ou no PPGECB.

Os resultados parciais da pesquisa foram apresentados em eventos científicos, como X Congresso Virtual de Agronomia (CONVIBRA) e II Encontro de Entomologia e Conservação da Biodiversidade (II EECB). Os resumos, intitulados de “*Toxicidade do extrato aquoso de Psychotria sp. sobre ovos e pupas de Plutella xylostella L. 1758 (Plutellidae: Lepidoptera)*” e “*Extrato aquoso de Pachira glabra (Malvaceae) apresenta toxicidade sobre ovos e pupas de Plutella xylostella (Lepidoptera: Plutellidae)*” estão disponíveis nos links: [https://convibra.org/congresso/res/uploads/pdf/artigo\\_pdfWHN2tW16.04.2021\\_11.58.04.pdf](https://convibra.org/congresso/res/uploads/pdf/artigo_pdfWHN2tW16.04.2021_11.58.04.pdf) e [https://drive.google.com/file/d/1Exyga8zetek2ovXz5FLO44\\_huuInxpTC/view](https://drive.google.com/file/d/1Exyga8zetek2ovXz5FLO44_huuInxpTC/view), respectivamente.

Os artigos serão publicados em revistas científicas com Qualis A3 e A4, enquanto a tese ficará disponível online no site da Universidade Federal da Grande Dourados, permitindo que outras pessoas tenham acesso ao trabalho desenvolvido. O conteúdo da tese será divulgado, em formato de posts e stories, no perfil social (Instagram) do Laboratório de Interação Inseto-Planta (LIIP) e de forma colaborativa como o perfil social do PPGECB. Atualmente, o perfil social do laboratório (@lab.liip) possui 896 seguidores, enquanto o do programa de pós-graduação (@entomologia\_ufgd) possui 2.068 seguidores, entre os seguidores estão pesquisadores da área e comunidade externa ao mundo acadêmico.

O presente estudo, envolvendo espécies nativas, serve de incentivo para os pesquisadores da área, permitindo que no futuro outras espécies botânicas do Cerrado e de matas da região possam ser investigadas. Além disso, acreditamos que o trabalho beneficia os produtores de brássicas, pois a utilização de extratos botânicos é uma alternativa de controle de baixo custo e de fácil elaboração, quando comparada aos inseticidas sintéticos.

Os consumidores e a natureza são outros beneficiados pelo trabalho, pois os inseticidas botânicos buscam minimizar os efeitos colaterais na saúde humana e no meio ambiente. Por fim, o trabalho evidencia a existência de plantas inseticidas no Mato Grosso do Sul e que elas representam uma alternativa promissora no controle de insetos-daninho. Esperamos com isso, fortalecer e incentivar as pesquisas Sul-Mato-Grossense.