



**EFEITO DE EXTRATOS BOTÂNICOS DE *Styrax*
camporum POHL. (STYRACACEAE) SOBRE *Plutella*
xylostella (LINNAEUS 1758) (LEPIDOPTERA:
PLUTELLIDAE)**

**ISABELLA MARIA POMPEU MONTEIRO PADIAL
ANDRESSA DA SILVA MATIASSO**

**DOURADOS
2019**



**EFEITO DE EXTRATOS BOTÂNICOS DE *Styrax
camporum* POHL. (STYRACACEAE) SOBRE *Plutella xylostella*
(LINNAEUS 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)**

**ISABELLA MARIA POMPEU MONTEIRO PADIAL
ANDRESSA DA SILVA MATIASSO**

Orientadora: Prof.^a Dr. Rosilda Mara Mussury Franco Silva

Co-orientadora: Silvana Aparecida da Souza

Área de Concentração: Entomologia Agrícola

Monografia entregue à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências da disciplina de Trabalho de Conclusão de curso II do curso de Agronomia da UFGD.

**DOURADOS
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

P123e Padial, Isabella Maria Pompeu Monteiro

EFEITO DE EXTRATOS BOTÂNICOS DE *Styrax camporum* POHL. (STYRACACEAE)
SOBRE *Plutella xylostella* (LINNAEUS 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) [recurso
eletrônico] / Isabella Maria Pompeu Monteiro Padial, Andressa da Silva Matiasso. -- 2019.
Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Rosilda Mara Mussury Franco Silva.

Coorientadora: Silvana Aparecida de Souza.

TCC (Graduação em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Laranjinha-do-cerrado. 2. Traça-das-crucíferas. 3. Estoraque-do-campo. 4. Manejo Integrado de Pragas. 5. Inseticida botânico. I. da Silva Matiasso, Andressa. II. Silva, Rosilda Mara Mussury Franco. III. Souza, Silvana Aparecida De. IV. Título.

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.

**EFEITO DE EXTRATOS BOTÂNICOS DE *Styrax camporum* POHL.
(STYRACACEAE) SOBRE *Plutella xylostella* (LINNAEUS 1758)
(LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)**

por

Andressa da Silva Matiasso
Isabella Maria Pompeu Monteiro Padial

Monografia apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
BACHAREL EM AGRONOMIA

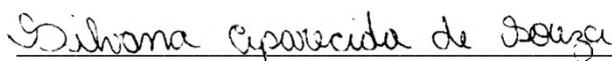
Aprovada em: 22/11/2019



Prof.^a Dr.^a Rosilda Mara Mussury Franco Silva

Orientadora

UFGD/FCBA



Mestranda Silvana Aparecida de Souza

Co-orientadora

UFGD/FCBA



Doutorando Anderson José da Silva Guimarães

UFGD/FCBA



Prof. Dr. Eduardo Neves Costa

UFGD/FCBA



AGRADECIMENTOS

A Deus, pois com Ele tudo posso e sem Ele nada sou.

A Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias pela oportunidade.

A Prof^ª. Dr^ª Rosilda Mara Mussury pela orientação e paciência.

A Mestranda Silvana Aparecida de Souza pela amizade, carinho e orientação durante todo o processo.

Aos colegas do Laboratório de Interação Inseto-Planta (LIIP) onde se desenvolveu toda a pesquisa.

Ao Centro de Estudos em Recursos Naturais – Laboratório de Análise Ambiental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), onde foram feitos os extratos e análises químicas.

A minha mãe, por nunca desistir de mim.

Ao suporte financeiro da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Por fim, todos aqueles que de alguma forma colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho.

Isabella Maria Pompeu Monteiro Padial



AGRADECIMENTOS

A Deus, meu primeiro e grande orientador.

A Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias pela oportunidade.

A Prof^ª. Dr^ª Rosilda Mara Mussury pela orientação e paciência.

A Mestranda Silvana Aparecida de Souza pela amizade, carinho e orientação durante todo o processo.

Aos colegas do Laboratório de Interação Inseto-Planta (LIIP) onde se desenvolveu toda a pesquisa.

Ao Centro de Estudos em Recursos Naturais – Laboratório de Análise Ambiental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), onde foram feitos os extratos e análises químicas.

Aos meus pais, por sempre estarem ao meu lado.

Ao meu esposo e meu irmão, por sempre me transmitirem tranquilidade.

Ao suporte financeiro da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Por fim, todos aqueles que de alguma forma colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho.

Andressa da Silva Matiasso



LISTA DE FIGURAS – REVISÃO

Figura 1. Ciclo de vida de <i>Plutella xylostella</i> . Adaptado de Cipactli Organización Ecológica y Sustentable, 2015.....	7
---	---

LISTA DE FIGURAS – CAPÍTULO I

Figura 2. Processo de criação de <i>Plutella xylostella</i> , metodologia adaptada de Matias et al., 2017.....	26
Figura 3. Preparo dos extratos hidroalcoólicos utilizados no experimento.....	28
Figura 4. Metodologia utilizada para o experimento de ciclo biológico, adaptada de Matias et al., 2017.....	30
Figura 5. Disposição das placas de Petri em delineamento inteiramente casualizado durante a fase imatura de <i>Plutella xylostella</i> e montagem dos casais para a avaliação da fase madura. *R = repetição; S = subamostra. Imagem feita pelos autores.....	31
Figura 6. Dias de vida do macho adulto, à esquerda; fêmea adulta, à direita.....	32
Figura 7. Média do número de ovos por mariposa ovipositados durante todo seu ciclo de vida, à esquerda; média do número de dias do período de oviposição de fêmea adulta, à direita.....	34
Figura 8. Média do número de ovos ovipositados, à esquerda e média do número de larvas eclodida, à direita.....	34



LISTA DE FIGURAS – CAPÍTULO II

Figura 9. Metodologia utilizada para avaliação do efeito inseticida de extratos botânicos sobre <i>Plutella xylostella</i>	47
Figura 10. Média da duração larval (dias) quando tratados com extratos de <i>Styrax camporum</i>	48
Figura 11. Média da sobrevivência larval (%) quando tratados com extratos de <i>Styrax camporum</i>	49
Figura 12. Média da duração pupal (dias) quando tratados com extratos de <i>Styrax camporum</i>	49
Figura 13. Sobrevivência (%) quando tratados com extratos de <i>Styrax camporum</i>	50

LISTA DE FIGURAS – CAPÍTULO III

Figura 14. Preparo dos extratos aquosos utilizados no experimento.....	60
Figura 15. Metodologia utilizada para o experimento de ciclo com extratos aquosos e controle; adaptado de Matias, 2017.....	61
Figura 16. Metodologia utilizada para o experimento ciclo com extratos hidroalcoólicos; adaptado de Matias, 2017.....	62
Figura 17. Média do número de ovos ovipositados, à esquerda; número de larvas eclodidas, à direita, de <i>Plutella xylostella</i> após aplicação de extratos hidroalcoólicos e aquosos de <i>Styrax camporum</i>	64

LISTA DE TABELAS - CAPÍTULO I

Tabela 1. Médias (\pm EP) obtidas nos parâmetros biológicos avaliados na fase



imatura de *P. xylostella*, quando alimentadas com discos de couve tratados com extratos hidroalcoólicos de *S. camporum*.....33

Tabela 2. Médias (\pm EP) obtidas nos parâmetros biológicos avaliados na fase imatura de *P. xylostella*, quando alimentadas com discos de couve tratados com extratos hidroalcoólicos de *S. camporum*.....33

LISTA DE TABELAS - CAPÍTULO II

Tabela 3. Médias obtidas nos parâmetros biológicos na fase imatura da *P. xylostella*, quando expostos aos extratos aquoso e hidroalcoólico de *Styrax camporum*.....47

LISTA DE TABELAS - CAPÍTULO III

Tabela 4. Número de ovos e de larvas eclodidas (\pm EP) de *Plutella xylostella* quando tratadas com extratos hidroalcoólicos e aquosos de *Styrax camporum* ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; 70 ± 5 UR; 12h fotofase).....63

Tabela 5. Número de indivíduos (\pm EP) por geração em condições simuladas de campo, do pior cenário possível e de uma plantação tratada com os extratos aquosos.....66



SUMÁRIO

RESUMO GERAL	1
ABSTRACT	3
INTRODUÇÃO GERAL.....	4
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
A família Brassicaceae	6
<i>Plutella xylostella</i> : morfologia	7
<i>Plutella xylostella</i> : danos econômicos e métodos de controle	9
A família Styracaceae e o gênero <i>Styrax</i> spp	12
REFERÊNCIAS	14
OBJETIVO GERAL	20
HIPÓTESES	20
CAPÍTULO I	21
Resumo	22
Abstract.....	23
Introdução.....	23
Materiais e Métodos	25
Resultados.....	31
Discussão.....	34
Conclusão	37
Referências	37
CAPÍTULO II.....	41
Resumo	42



Abstract.....	42
Introdução.....	43
Materiais e Métodos	44
Resultados.....	47
Discussão.....	50
Conclusão	52
Referências.....	52
CAPÍTULO III	55
Resumo	56
Abstract.....	56
Introdução.....	57
Materiais e Métodos	58
Resultados.....	62
Discussão.....	64
Conclusão	67
Referências	67



RESUMO GERAL

A traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) é, atualmente, a principal praga das brássicas, destruindo plantações ao redor do mundo inteiro. Devido a sua elasticidade genética, a rotatividade de produtos usados no seu controle é vasta, necessitando de uma constante renovação. Como a produção de hortaliças é, em sua maioria, uma prática de agricultores familiares que ofertam seus produtos localmente, a procura por produtos mais seguros e baratos para o controle de pragas é constante. Nesse sentido, o uso de pesticidas de origem vegetal vem crescendo no Brasil e no mundo. *Styrax camporum* Pohl (Styracaceae) é uma planta ocorrente em várias partes do Cerrado brasileiro, apresentando além de vários usos na medicina, atributos citotóxicos descobertos recentemente, que poderiam ter potencial para serem usados no controle de pragas. Sendo assim, a presente pesquisa foi realizada em três capítulos com objetivos distintos, sendo eles: capítulo 1: analisar as alterações no ciclo biológico de *P. xylostella* (Linnaeus., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), quando tratada com extratos hidroalcoólicos de folhas de *S. camporum*, a uma concentração de 1%; o capítulo 2 visa avaliar a eficácia dos extratos aquosos e hidroalcoólicos a 10% e 1%, respectivamente, de *S. camporum* sobre a fase imatura do *P. xylostella* e o capítulo 3 averigua as alterações sobre a oviposição de *P. xylostella*, quando tratada com extratos hidroalcoólicos e aquosos de *S. camporum* em duas situações: na primeira, as larvas de *P. xylostella* foram alimentadas com extratos hidroalcoólicos (concentração de 1%) e sua fase adulta foi avaliada e, na segunda, os adultos foram expostos aos extratos aquosos (concentração de 10%). Em relação ao capítulo 1 foi observado que os adultos submetidos à aplicação de extratos hidroalcoólicos a 1% apresentaram elevada queda no desempenho sexual, possivelmente resultante de triterpenoides e taninos existente nos extratos, que, ao inibirem a alimentação da larva, levaram a má formação dos adultos. Para o capítulo 2 observou-se que o extrato aquoso apresentou maior atividade inibitória sobre larvas de *P. xylostella*, quando comparado ao controle e ao extrato hidroalcoólico. No capítulo 3 foi observado que apesar de os dois tratamentos terem reduzido significativamente o número de ovos em relação ao controle, notou-se que ao serem expostas ao extrato na fase adulta, as mariposas apresentaram uma queda de desempenho



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

consideravelmente maior. Os resultados obtidos demonstram grande aplicabilidade para os extratos de *S. camporum* e corroboram o potencial que alternativas de controle poderiam possuir para o controle da praga. Diante desses resultados, *S. camporum* é uma espécie promissora para o controle de populações de *P. xylostella*.
Palavras-chave: inseticida botânico, laranjinha do cerrado, benjoeiro



ABSTRACT

The Diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) is currently the main Brassic pest, destroying crops around the world. Due to their genetic elasticity, the turnover of products used to control them is vast, requiring constant renewal. As vegetable production is mostly a practice of family farmers who offer their produce locally, the demand for safer and cheaper pest control products is constant. In this sense, the use of pesticides of plant origin has been growing in Brazil and worldwide. *Styrax camporum* Pohl (Styracaceae) is a plant that occurs in various parts of the Brazilian Cerrado. It has, in addition to various uses in medicine, recently discovered cytotoxic attributes that could potentially be used for pest control. Thus, the present research was conducted in three chapters with different objectives, as follows: chapter 1: analyze the changes in the biological cycle of *P. xylostella* (Linnaeus., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), when treated with hydroalcoholic leaf extracts of *S. camporum* at a concentration of 1%; Chapter 2 aims to evaluate the efficacy of aqueous and hydroalcoholic extracts of 10% and 1%, respectively, of *S. camporum* on the immature phase of *P. xylostella* and Chapter 3 looks at changes in *P. xylostella* oviposition when treated. with hydroalcoholic and aqueous extracts of *S. camporum* in two situations: in the first, *P. xylostella* larvae were fed with hydroalcoholic extracts (1% concentration) and their adult phase was evaluated and, in the second, adults were exposed to the extracts. aqueous (10% concentration). Regarding chapter 1, it was observed that adults submitted to 1% hydroalcoholic extracts showed a high decrease in sexual performance, possibly resulting from triterpenoids and tannins in the extracts, which, by inhibiting the larvae feeding, led to the malformation of the larvae. adults. For Chapter 2, it was observed that the aqueous extract showed higher inhibitory activity on *P. xylostella* larvae when compared to the control and hydroalcoholic extract. In chapter 3 it was observed that although both treatments significantly reduced the number of eggs compared to the control, it was noted that when exposed to the extract in adulthood, the moths showed a considerably greater performance drop. The results show great applicability for *S. camporum* extracts and corroborate the potential that control alternatives could have for pest control. Given these results, *S. camporum* is a promising species for the control of *P. xylostella* populations.

Palavras-chave: botanic insecticide, laranjinha do cerrado, benjoeiro



INTRODUÇÃO GERAL

A família Brassicaceae possui origem na costa ocidental da Europa, no mediterrâneo, tendo sido trazida para o Brasil após a sua colonização pelos primeiros imigrantes (CEASA, 2015). Devido a sua alta capacidade adaptativa, ela tornou-se presente no mundo inteiro, sendo economicamente importante em diversos países e frequente nas mesas dos brasileiros (MELO *et al.*, 2016). A família é composta por hortaliças, forragens, produtoras de óleo e plantas ornamentais e medicinais (SANTOS, 2006) e, dentre seus gêneros, o *Brassica* se caracteriza por sua importância nutricional, uma vez que suas espécies apresentam teores consideráveis de β -caroteno, cálcio e vitamina C (SILVA *et al.*, 2012). Dentro de seus representantes estão: a couve-de-folhas (*Brassica oleracea* var. *acephala*), a couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* Linnaeus), o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*), o brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*) e a mostarda (*Brassica juncea*) (WARWICK, 2011).

A cultura das Brássicas é afetada diretamente por diversas pragas agrícolas, sendo a principal delas *Plutella xylostella* (Linnaeus 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), também conhecida como “traça-das-crucíferas”. Essa mariposa possui ampla distribuição pelas propriedades rurais, ciclo curto e elevada capacidade reprodutiva, acarretando em muitas gerações por ano, tornando-a capaz de provocar altos danos econômicos (ZAGO *et al.*, 2010), somando custos com manejo em até 5 bilhões de dólares anualmente (ZALUCKI *et al.*, 2012).

O controle químico ainda é considerado a primeira alternativa para o manejo dessa praga, fazendo-se uso de produtos sintéticos continuamente (CASTELO BRANCO & AMARAL, 2002; DE BORTOLI *et al.*, 2013). O uso irresponsável desses inseticidas atua não apenas na seleção de pragas resistentes, mas também, na eliminação de inimigos naturais (DE BORTOLI *et al.*, 2013). O manejo inadequado e a elasticidade genética dessa praga colaborou para que ela fosse selecionada naturalmente, de tal forma que, segundo dados do “*Arthropod Pesticide Resistance Database*” (APRD), em 2019, a *P. xylostella* já era resistente a mais de 95 produtos catalogados ao redor do planeta (APRD, 2019).

Durante a Segunda Guerra Mundial, inseticidas de origem vegetal, até então muito utilizados, foram substituídos pelos sintéticos, podendo-se destacar o DDT



(D'AMATO *et al.*, 2002). Entretanto, no panorama atual, os inseticidas botânicos voltaram a ganhar força e surgiram como uma boa alternativa para o manejo de pragas agrícolas, uma vez que representam a principal fonte de compostos com atividade biológica para a fabricação de bioinseticidas (SPARKS *et al.*, 2017). Caso esses inseticidas sejam seletivos, eles podem se adequar a prática de Manejo Integrado de Pragas, um sistema que utiliza várias formas de controle, sem esgotar apenas uma (VENDRAMIM, 2000).

A família Styracaceae possui 11 gêneros e cerca de 160 espécies, onde 30 são nativas da China. Ela está presente na América, sul da Europa e leste e sudeste da Ásia, e, no Brasil há apenas o gênero *Styrax* L., representando cerca de 80% de todas as espécies da família (PAULETTI *et al.*, 2006). A maior parte de suas espécies tem propósitos ornamentais, porém, também há aquelas usadas na extração de madeira e medicina. Ligninas, terpenos e esteroides são alguns exemplos dos compostos já extraídos de plantas desse gênero (WANG *et al.*, 2009), além disso, esteroides, ácidos graxos e derivados de benzofurano também foram isolados de sementes de *Styrax perkinsiae* (Styracaceae) (LI *et al.*, 2005).

Levando em consideração o aumento recente na quantidade de estudos relacionados aos inseticidas botânicos, a necessidade de somar métodos de controle alternativos e eficientes para *P. xylostella* e a riqueza de compostos secundários nas espécies das plantas do gênero *Styrax*, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de dois tipos de extrato (hidroalcoólico a 1% e aquoso a 10%) das folhas de *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae) em diferentes estágios do ciclo biológico de *P. xylostella*.



REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. A família Brassicaceae

As brássicas compõe uma grande família, com aproximadamente 338 gêneros e 3.709 espécies vegetais distribuídas mundialmente (WARWICK, 2011). Dentro dela, há várias espécies com ampla importância, não somente econômica, mas também nutricional (WARWICK, 2011), especialmente devido ao alto teor de compostos fenólicos, atividade antioxidante e glucosinolatos encontrados nelas, além de também ser fonte de cálcio, fibra, ferro, vitaminas e minerais (BAENAS et al., 2012).

Pode-se encontrar no país 7 gêneros e aproximadamente 50 espécies de brássicas, onde, o gênero *Brassica*, se identifica como o mais importante economicamente. Uma das principais características da família Brassicaceae, é o grupo químico dos glucosinolatos (REICHELTE *et al.*, 2002; MARAZZI *et al.*, 2004; BARKER *et al.*, 2006; CARTEA *et al.*, 2011), que são capazes de reduzir os ataques de insetos herbívoros (RENEWICK *et al.*, 2006), porém, em alguns insetos, como pulgão *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) e a lagarta *Plutella xylostella* (Linnaeus 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), especialistas que se alimentam exclusivamente das brássicas, esse composto pode atuar estimulando sua alimentação e oviposição (CARVALHO *et al.*, 2010).

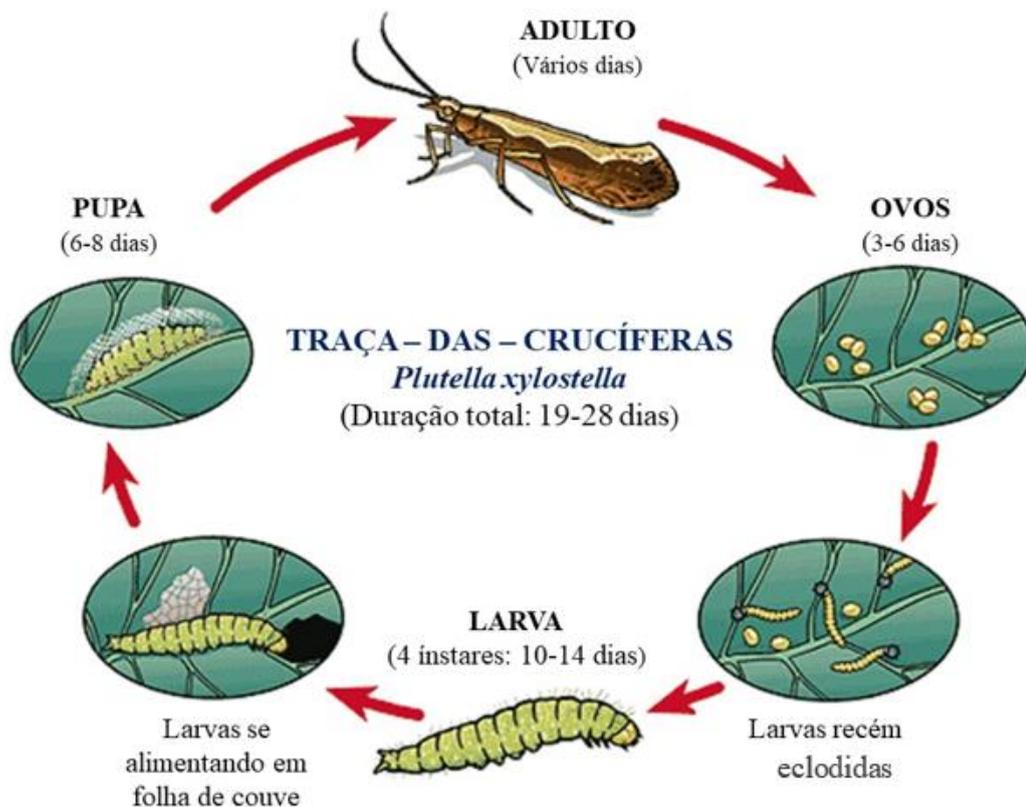
Economicamente, as brássicas têm grande representatividade quando o assunto é segurança alimentar. A maior parte da produção é consumida localmente, mas em lugares como o sul do Canadá, as hortaliças produzidas são escoadas através de caminhões e distribuídas por todo o país. Em especial, a produção de brássicas oleaginosas vem aumentando nos últimos 40 anos e, encontra-se logo atrás da soja e do algodão, como umas das mais importantes plantas na produção de óleo vegetal (RAKOW, 2004).

Como um exemplo de sua importância econômica, temos o alto consumo de couve e couve-folhas no Brasil, que vem aumentando gradativamente conforme surgem novas técnicas culinárias e pesquisas sobre suas qualidades nutricionais (NOVO *et al.*, 2010). Em 2011, segundo o Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM), só no estado

do Amazonas, foram produzidos 295.032 maços de folhas.

1.2. *Plutella xylostella*: morfologia

A *Plutella xylostella* (Linnaeus 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) é um microlepidóptero pertencente a superfamília Yponomeutoidea e família Plutellidae (CAPINERA, 2008). Pesquisadores suspeitam que essa praga possa ter sido originada na África do Sul, Europa ou leste da Ásia (IRAC-BR, 2016), sendo então considerada cosmopolita (CHENG *et al.*, 2008). Devido à sua alta capacidade reprodutiva, pode ter várias gerações por ano, que variam de 4 a 12, em climas frios e quentes, respectivamente. Ela apresenta cinco estágios de desenvolvimento: ovo, lagarta, pré-pupa, pupa e adulto. O tempo de desenvolvimento total é de 25 a 30 dias (Figura 1), dependendo das condições climáticas.



Cipactli Organización Ecológica y Sustentable (2015)

Figura 1. Ciclo de vida de *Plutella xylostella*. Adaptado de Cipactli Organización Ecológica y Sustentable, 2015.



Os machos e as fêmeas vivem cerca de 12 e 16 dias, respectivamente. A mariposa é pequena e possui antenas pronunciadas. Elas medem aproximadamente 6 mm de comprimento e 14 mm de envergadura, possuem coloração parda, e, as asas dianteiras, quando fechadas, apresentam uma faixa marrom clara que pode formar de uma a três manchas amarelas em forma de losango ao longo da linha onde as asas se encontram, sendo essa, a base para o nome em inglês da praga, “diamondback moth”. Além disso, quando vistas em perspectiva, suas asas dianteiras aparentam ter as pontas viradas para cima, já as asas traseiras, são caracterizadas por possuírem uma franja com pelos longos (CAPINERA, 2008).

Elas são voadoras fracas, alcançando distâncias de, no máximo, 2 metros do chão. Contudo, são prontamente carregadas pelo vento (CAPINERA, 2008; IRACBR, 2016). Os adultos possuem hábitos crepusculares, eles se abrigam nas folhagens durante o dia e voam à noite, momento em que se acasalam (CAPINERA, 2008; CARDOSO *et al.*, 2010). Para diferenciar o macho da fêmea, pode-se considerar o padrão característico de seu dorso, onde, as cores das fêmeas são mais leves e as marcas menos distintas que nos machos, ou, pode-se observar a parte ventral do adulto, pois, no abdome dos machos há uma “fenda”, já as fêmeas se caracterizam por possuírem duas manchas circulares de coloração escura (CAPINERA, 2008).

As fêmeas passam o inverno sob as folhas e ovipositam na primavera, nas depressões da folhagem, isoladamente ou em grupos de até 8 ovos. O período dura em torno de 10 dias, e, cada fêmea pode chegar a ovipositar até 300 ovos, no entanto, a média é de 160. Os ovos são ovais, achatados, e possuem coloração branco-amarelada ou verde-pálido. Eles medem aproximadamente 0,44 mm de comprimento e 0,26 mm de largura e as larvas eclodem em um período de 3 a 5 dias (CAPINERA, 2008).

As larvas possuem 4 ínstar. O primeiro ínstar dura em média 4,5 (3-7) dias, sendo que nesse estágio as larvas são incolores e medem até 1,7 mm, vivendo no parênquima das folhas e permanecendo dentro das minas até atingirem o segundo ínstar. No segundo e terceiro ínstar, as larvas passam a ser verdes ou amareladas e chegam a medir 3,5 e 7 mm de comprimento, respectivamente. Nele, elas se alimentam apenas da epiderme das folhas, com período de duração em média de 4 (2–8) dias para cada ínstar. No quarto ínstar, as larvas fazem perfurações por toda



área foliar. Elas se mantêm verdes, medindo cerca de 11,2 mm de comprimento e ficando nessa fase por 5 (2–10) dias. O corpo de *P. xylostella* se afunila em ambas as pontas, possuindo pelos curtos, marcados pela presença de manchas brancas. Na extremidade posterior, é possível ver um par de prolegs em forma de “V” bem pronunciado. Durante seu desenvolvimento, as larvas permanecem ativas, e, quando perturbadas, se mexem violentamente, tecendo um fio de seda para baixo da planta (CAPINERA, 2008).

As pupas começam a ser formadas após 7 a 10 dias do desenvolvimento máximo da larva, dando início ao quarto estágio. A pupação ocorre em um casulo de seda solto, que é formado, geralmente, nas folhas inferiores ou externas. Logo após, há a formação da pupa em si (GALLO *et al.*, 2002). A pupa possui coloração esverdeada nos primeiros dias e gradualmente passa a ser marrom, à medida que se aproxima da fase adulta. A pupa amarelada pode medir até 9 mm de comprimento. A duração média do casulo é de 8,5 (5-15) dias, mas durante uma parte desse tempo, o inseto se encontra no estágio pré-pupal (CASTELO BRANCO & FRANÇA, 2001; CAPINEIRA, 2008; THULER, 2009).

1.3. *Plutella xylostella*: danos econômicos e métodos de controle

A *Plutella xylostella*, chamada popularmente de “traça-das-crucíferas”, é conhecida em todo o mundo pelos graves prejuízos que causa na agricultura. Ela ataca especificamente a família Brassicaceae, o que torna várias ervas daninhas crucíferas hospedeiras importantes, especialmente no início da estação, antes que as culturas cultivadas estejam disponíveis, fazendo com que a praga possua hospedeiros o ano todo. Esse inseto pode chegar a causar danos irreversíveis à produção, além de comprometer o valor comercial dos produtos, uma vez que a presença de larvas em floretes pode resultar em rejeição completa do produto, mesmo que o nível de remoção do tecido vegetal seja insignificante (CASTELO BRANCO *et al.*, 2001; CAPINERA, 2008; FURLONG *et al.* 2013; CAPINERA, 2015; IRAC-BR, 2016).

Os maiores danos são provocados durante a fase larval, pois, mesmo pequenas, são muito numerosas (CAPINERA, 2008; CARDOSO *et al.*, 2010). As larvas recém eclodidas (1º ínstar) são as mais prejudiciais, já que elas penetram as



folhas para se alimentarem do parênquima, e ao fazerem isso, ficam protegidas, dificultando seu controle. A partir do 2º instar elas passam a se alimentar de toda a superfície da folha e de outras estruturas da planta, como caules, brotos e inflorescências, raspando o tecido foliar, o que mais tarde provoca o surgimento de furos (“rendilhado”) (CARDOSO *et al.*, 2010) e diminui a área fotossintética da folha. O processo acarreta em um menor crescimento da planta ou até mesmo em sua morte, levando a quedas drásticas de produtividade e qualidade do produto final (ZALUCKI *et al.*, 2012).

Essa mariposa foi, por muito tempo, considerada uma praga relativamente insignificante. Seu impacto foi ofuscado por desfolhadores como *Pieris rapae* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pieridae) e *Trichoplusia ni* (Hubner, 1803) (Lepidoptera: Noctuidae). No entanto, na década de 1950, o nível geral de abundância começou a aumentar e, em meados 1970, ela tornou-se problemática para as crucíferas em algumas áreas. A resistência a inseticidas foi suspeitada há muito tempo como um componente do problema. Isso foi confirmado em 1980, quando inseticidas piretroides começaram a falhar, e, logo depois, praticamente todos os inseticidas não eram mais eficazes (CAPINERA, 2008). Há muitos outros exemplos da elasticidade genética de *P. xylostella* na literatura. *P. xylostella* foi identificada como o primeiro inseto resistente ao DDT, a toxinas da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner e a pesticidas na Malásia (ANKERSMIT, 1953; CAPINERA, 2008).

O controle com inseticidas sintético ainda é o mais utilizado entre os produtores (CASTELO BRANCO & AMARAL, 2002), pois ele era, inicialmente, eficiente e de fácil aplicação, contudo, seu uso indiscriminado ao longo do tempo e a facilidade da praga em adquirir resistência fez com que as dosagens aumentassem gradualmente de sessões quinzenais para até mesmo 3 vezes por semana sem que se obtivesse um controle satisfatório (CASTELO BRANCO & FRANÇA, 2001). Além de facilitar a seleção natural de pragas mais resistentes, o uso irresponsável de inseticidas culmina no desequilíbrio do ecossistema, afetando inimigos naturais, contaminando o solo e fontes de água e acumulando resíduos tóxicos ao homem no meio-ambiente (CASTELO BRANCO & AMARAL, 2002; ROSENSTOCK *et al.*, 1991).



Os efeitos colaterais do uso desregrado de inseticidas, unidos a elasticidade genética de *P. xylostella*, aumentaram a necessidade de métodos alternativos eficientes para o controle dessa praga, como o uso inseticidas botânicos, controle biológico por microorganismos ou inimigos naturais, óleos essenciais (MONNERAT & BORDAT, 1998; FARRAR *et al.*, 2007; CARDOSO *et al.*, 2010) e até mesmo aqueles que se baseiam no comportamento da praga e boas práticas agrícolas.

Os bioinseticidas vegetais se encontram como uma boa opção por apresentarem compostos secundários em seu metabolismo, podendo afetar diversas pragas agrícolas (TAIZ & ZEIGER, 2004; KRINSKI *et al.*, 2014). O uso de plantas no controle de pragas é uma prática que data desde a idade antiga, uma vez que elas são as maiores fontes de compostos bioativos (KINSKI *et al.*, 2014; SPARKS *et al.*, 2017), no entanto, o primeiro inseticida botânico foi produzido apenas em 1690, a partir do tabaco, utilizando a nicotina como princípio ativo (MORAIS & MARINHO-PRADO, 2016). Diversos estudos foram feitos desde então, de forma que várias famílias já tiveram seu potencial inseticida comprovado, inclusive para *P. xylostella*, como é o caso das famílias Flacourtiaceae, Liliaceae, Solanaceae, Amaranthaceae, Rubiaceae, Annonaceae, Sapindaceae, Myrtaceae e Fabaceae (COUTO *et al.*, 2019; MORAIS & MARINHO- PRADO, 2016; HUSSAIN *et al.*, 2017; PERES *et al.*, 2017; SOUZA *et al.*, 2019).

Destacadas entre as substâncias úteis para o controle de insetos estão aquelas com ação inseticida (AMOABENG *et al.*, 2014), inibidores de oviposição (TORRES *et al.*, 2006), reguladores de crescimento (KOUL, 2012), repelentes (KOUL, 2008), ou aquelas que apenas distanciam os insetos das plantas, como os inibidores de alimentação (COUTO *et al.*, 2016; KOUL, 2005, 2008). Uma diminuição na oviposição e consumo de alimentos em insetos indica uma redução futura da população. Conseqüentemente, o conhecimento do modo de ação dos extratos vegetais permite que as substâncias bioativas das plantas sejam mais eficientemente usadas. De acordo com Shin-Foon e Yu-Tong (1993), isso os torna compatíveis com o Manejo Integrado de Pragas (MIP), especialmente para as crucíferas, cujo valor econômico e período de carência restringem o uso de inseticidas sintéticos.

Em algumas situações (para proteção da cultura), pode ser mais apropriado



usar substâncias que só desencorajem a ação dos herbívoros, já que a eliminação de alguns insetos pode causar desequilíbrio ecológico; além disso, tais substâncias limitam o potencial de desenvolvimento da praga. A vantagem disso é sua ação seletiva contra parasitas e predadores de pragas, bem como polinizadores (SHIN-FOON *et al.*, 1993). Substâncias antifúngicas vegetais, preparadas a partir de metabólitos, são encontrados em todos os grupos químicos; no entanto, os inibidores de alimentação de insetos mais eficazes, vêm de terpenoides, alcaloides, saponinas e polifenóis (KOUL, 2005). Os redutores de oviposição vêm da cumarina e rutina (TABASHNIK, 1985) e, essas substâncias também inibem a oviposição de *P. xylostella*.

Dentre as limitações no uso de inseticidas botânicos, está a falta de conhecimento de sua atuação sobre a fauna benéfica, sobretudo em relação aos inimigos naturais da praga agrícola. De forma que, eles podem ser empregados no MIP apenas se forem seletivos aos inimigos naturais da praga em questão (VENDRAMIM, 2000).

1.4. A família *Styracaceae* e o gênero *Styrax* spp.

Styracaceae, pertencente a ordem *Ericales* (JUDD *et al.*, 1999), é constituída predominantemente por pequenas árvores e arbustos, nativas de regiões de clima tropical e subtropical, distribuídas pelo continente americano, sudoeste asiático e região mediterrânea (BARROSO, 1978; CRONQUIST, 1981). Nela se encontram 11 gêneros e cerca de 150 espécies catalogadas (DICKISON, 1993), das quais, 9 ocorrem no cerrado (MENDONÇA *et al.*, 1998). A família é conhecida pela produção de benjoim, resinas balsâmicas cujo ácido benzoico é o principal constituinte. O benjoim é utilizado na indústria de perfumes, cosméticos e na medicina tradicional, uma vez que possui propriedades expectorantes. Ele também foi empregado em cerimônias religiosas na antiguidade, como um defumatório muito apreciado pelos sacerdotes da época (HOEHNE, 1935; COSTA, 1968).

O gênero *Styrax* L. é o mais abrangente da família, apresentando aproximadamente 120 espécies, distribuídas pelo sudeste da Ásia, oeste da Malásia e América (HUTCHINSON, 1973; NAKAJIMA *et al.* 1986; DICKISON, 1993). Ele é representado por árvores de 6 a 14 metros de altura com caules de até 40 cm de diâmetro; suas folhas



são simples, alternadas e pecioladas, além de apresentarem tricomas estrelados (PERKINS, 1907; LORENZI, 1992). Há três espécies presentes nos cerrados brasileiros, *Styrax camporum* Pohl., *Styrax ferrugineus* Nees et Mart. e *Styrax martii* Seub, e em torno de 25 espécies em todo o país (NAKAJIMA *et al.*, 1986; SARAIVA *et al.*, 1988). Estudos anteriores sobre o gênero realizaram o isolamento de saponinas triterpênicas, que atuam contra células leucêmicas humanas (UMEHARA, 1993; JIANGSU, 1997). Dados fitoquímicos de espécies de *Styrax* apresentam como principais constituintes ligninas e triterpenos (HOPKINS *et al.*, 1967; SEGAL *et al.*, 1967; TAKANASHI *et al.*, 1988; PASTOVORA *et al.*, 1997). Estudos testando o potencial inseticida do gênero *Styrax* ou da família Styracaceae sobre *Plutella xylostella* não foram encontrados na literatura, no entanto, em 2016 uma pesquisa pioneira foi realizada Universidade de Notre Dame Louaize, e constatou efeitos ictiotóxicos e moluscicidas a partir de extratos etanólicos de frutos de *Styrax officinalis* (DIB *et al.* 2016).

Styrax camporum, conhecida popularmente como “cuida do brejo” ou “estoraque do campo” (LORENZI, 1992), é uma planta medicinal muito utilizada na medicina popular para tratar problemas gastrointestinais (LORENZI, 2002). Além disso, ela é caracterizada por secretar uma resina quando suas cascas e troncos são feridos. Esse material foi identificado como uma rica fonte de arilpropanoides e triterpenoides e era amplamente utilizado como um remédio milagroso anti-inflamatório na Ásia e na América (SEGAL *et al.*, 1967, 1964; COSTA, 1968; ANIL, 1980).



REFERÊNCIAS

- AMOABENG, B. W.; GURRB, G. M.; GITAU, C. W.; STEVENSON, P. C. Cost: Benefit analysis of botanical insecticide use in cabbage: Implications for smallholder farmers in developing countries. **Crop Protection**, v. 57, p. 71-76, 2014.
- ANIL, H. **Phytochemistry**, v. 19, p. 2784, 1980
- ANKERSMIT, G. W. DDT resistance in *Plutella maculipennis* (Curt.) Lepidoptera in Java. **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 44, n. 3, p. 421-425, 1953.
- APRD, **Arthropod Pesticide Resistance Database**. *Plutella xylostella*. 2019. Disponível em: <<http://www.pesticideresistance.org/>>.
- BAENAS, N.; MORENO, D. A.; GARCIA-VIGUERA, C. Selecting sprouts of Brassicaceae for optimum phytochemical composition. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 60, n. 45, p. 11409- 11420, 2012.
- BARKER, A.M.; MOLOTSANE, R.; MÜLLER, C.; SCHAFFNER, U.; STÄDLER, E. Chemosensory and behavioral responses of the turnip sawfly, *Athalia rosae*, to glucosinolates and isothiocyanates. **Chemoecology**, v. 16, n. 4, p. 209-218, 2006.
- BARROSO, G. M.; **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1978.
- CAPINERA, J. L. **Encyclopedia of Entomology**. Springer. Gainesville, ed. 2, vol. 4, 2008.
- CAPINERA, J. L. Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Insecta: Lepidoptera: Plutellidae). **IFAS Extension**. EENY-119, p. 1-4, 2015.
- 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**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, p. 15, 2010.
- CARTEA, M. E.; LEMA, M.; FRANCISCO, M.; VELASCO, P. M. Basic information on vegetable *Brassica* crops. In: SADOWSKI, J.; KOLE, C. (Eds.). **Genetics, genomics and breeding of vegetable brassicas**. Enfield: Science Publishers, p. 1-33, 2011.
- 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, v. 32, n. 1, p. 15-20, 2010.
- CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H. **Traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae)**. **Histórico e impacto das introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, p. 85-89, 2001.
- CASTELO BRANCO M; GATEHOUSE A. Survey of insecticide susceptibility in



Plutella xylostella (L) (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the Federal District, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 327-332, 2001.

CASTELO BRANCO, M.; AMARAL, P. S. T. Inseticidas para o controle da traça-das crucíferas. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 410-415, 2002.

CEASA (Centrais de Abastecimento de Campinas). **Couve-flor**. Disponível em: <http://www.ceasacampinas.com.br/novo/Serv_padro_Couve_Flor.asp>.

COUTO, I. F. S.; SILVA, S. V.; VALENTE, F. I.; ARAÚJO, B. S.; SOUVA S. A.; MUAD, M.; SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M. Botanical extracts of the Brazilian savannah affect feeding and oviposition of *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 5, p. 322-333, 2019.

COSTA, A. F.; **Farmacognosia I**, Fundação Calouste Gulbekian, Lisboa, 1968.

CHENG, L.; YU, G.; CHEN, Z.; LI, Z. Insensitive acetylcholine receptor conferring resistance of *Plutella xylostella* to nereistoxin insecticides. **Agricultural Sciences in China**, v.7, n.7, p.847-852, 2008.

CRONQUIST, A.; **An Integrated System of Classification of Flowering Plants**. Columbia, New York, 1981.

D'AMATO, C.; TORRES, J. P. M.; MALM, O. DDT (dicloro difenil tricloroetano): toxicidade e contaminação ambiental - uma revisão. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 6, p. 995-1002, 2002.

DE BORTOLI, S. A.; POLANCZYK, R. A.; VACARI, A. M.; DE BORTOLI, C. P. ; DUARTE, R. T. *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae): tactics for integrated pest management in Brassicaceae. In: SOLONESKI, S.; LARRAMENDY, Weed and pest control - conventional and new challenges. **Rijeka: InTech**, p. 31-51, 2013.

DIB R.; MAKHOUL K.; MAALOUF R. Preliminary bioactivity investigation of *Styrax officinalis* fruit extract as potential biopesticide. **Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy**, Louaize, v. 8, n. 12, p. 209-213, 2016.

DICKISON, W. C. Floral anatomy of the Styracaceae, including observations on intra-ovarian trichomes. **Botanical Journal of the Linnean Society**, vol. 112, p. 223- 255, 1993.

FARRAR, R. R.; SHAPIRO, M.; SHEPARD, M. Relative activity of baculoviruses of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **BioControl**, v. 52, n. 5, p. 657-667, 2007.

FURLONG, M. J.; WRIGHT, D. J.; DOSDALL, L. M. Diamondback moth ecology and management: problems, progress, and prospects. **Annual Reviews Entomology**, v. 58, p. 517- 541, 2013.



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

HOEHNE, F. C.; **Plantas e Substâncias Vegetais Tóxicas e Medicinais**. Graphicards, São Paulo/Rio de Janeiro, 1935.

HOPKINS, C. Y.; EWING, D. F.; CHISHOLM, M. J.; CAN. **Journal of Chemistry**, p. 1425, 1967.

HUSSAIN, M.; QASIM, M.; BAMISILE, B.S.; WANG, L. Role of saponins in plant defense against the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (L.). **Preprints**, v. 1, p. 1-28, 2017. Disponível em: < <https://www.preprints.org/manuscript/201706.0035/v1>>.

HUTCHINSON, J. The families of flowering plants. **Clarendon Press**, Oxford, ed. 3, 1973.

IDAM. Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas. **Tabelas de acompanhamento trimestral da produção vegetal**. 2011: hortaliças. Manaus: SEPROR/IDAM, 2011. 2011.

IRAC-BR. Comitê Brasileiro de Ação à resistência a inseticidas. **Traça-das-crucíferas consegue detectar presença de inseticidas na planta**. 2016. Disponível em: <<http://www.ira-br.org/#!Traçadascrucíferas-consegue-detectar-a-presença-de-inseticidas-na-planta/csfb/56e9a0390cf2d686649c7abd>>.

JIANGSU. New Medical College. **Dictionary of Chinese Materia Medica**; Shanghai Scientific and Technical Publishing House. Shanghai, p. 1723-1725, 1997.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F. **Plant systematics: a phylogenetic approach**. Sinauer Associates, Sunderland, 1999.

KOUL, O.; GURR, G. M.; WRATTEN, S. D.; SNYDER, W. E.; READ, D. M. Y. Plant Biodiversity as a Resource for Natural Products for Insect Pest Management. **Biodiversity and Insect Pests: Key Issues for Sustainable Management**. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK, p. 85-105, 2012.

KOUL, O. Phytochemicals and insect control: An antifeedant approach. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 27, n. 1, p. 1-24, 2008.

KOUL, O. **Insect Antifeedants**. GRG Press, Boca Raton, Florida, p. 1024, 2005.

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

LI, Q. L.; LI B. G.; QI H. Y. et al. Four new benzofurans from seeds of *Styrax perkinsiae*



(J). **Planta Medica**, v. 71, p. 847-851, 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de cultivo e identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Plantarum, Nova Odessa, 1992.

LORENZI, H. **Árvore Brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, ed. 2, Plantarum, Nova Odessa, 2002.

MARAZZI, C.; PATRIAN, B.; STÄDLER, E. Secondary metabolites of the leaf surface affected by sulphur fertilization and perceived by the diamondback moth. **Chemoecology**, v. 14, n. 2, p. 81-86, 2004.

MELO, R. **Produção de brássicas no verão: velhos desafios e novas oportunidades**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalias/busca-de-noticias/-/noticia/3236086/producao-de-brassicas-no-verao-velhos-desafios-e-novas-oportunidades>>.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA, M. C. J.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. Flora vascular do cerrado. **In Cerrado: ambiente e flora**. Embrapa – CPAC, Brasília, p. 288-556, 1998.

MONNERAT, R. G.; BORDAT, D. Influence of HDI (*Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki*) on the developmental stages of *Diadegma* sp. (Hym., Ichneumonidae) parasitoid of *Plutella xylostella* (Lep., Yponomeutidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 122, p. 49-51, 1998.

MORAIS, L. A. S.; MARINHO-PRADO, J. S. **Plantas com Atividade Inseticida. Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas**. Embrapa, p. 542-593, 2016.

NAKAJIMA, J. N.; MONTEIRO, R. Estudos fitogeográficos com espécies de *Styrax* L. (Styracaceae) dos cerrados brasileiros. **Eugeniana**, v. 12, p. 3-10, 1986.

NOVO, M. C. S. S.; PRELA-PANTANO, A.; TRANI, P. E.; BLAT, S. F. Desenvolvimento e produção de genótipos de couve manteiga. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 321-325, 2010.

PAULETTI, P. M.; TELES, H. L.; SILVA, D. H. S.; ARAUJO, Â. R. The Styracaceae. **Pharmacog**, v. 16, p. 576-590, 2006.

PASTOVORA, I.; KOSTER, C. G.; BOON, J. J.; **Phytochemical Analysis**, v. 8, p. 63, 1997.

PERKINS, J. Styracaceae. **Das Pflanzenreich IV**. v. 241, p. 1-111, 1907.

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.



RAKOW, G. Species Origin and Economic Importance of Brassica. **Biotechnology in Agriculture and Forestry**, v. 54, p. 6-8, 2004.

REICHEL, M.; BROWN, P. D.; SCHNEIDER, B.; OLDHAM, N. J.; STAUBER, E.; TOKUHISA, J.; KLIEBENSTEIN, D. J.; MITCHELL-OLDS, T.; GERSHENZON, J. Benzoic acid glucosinolate esters and other glucosinolates from *Arabidopsis thaliana*. **Phytochemistry**, v. 59, n. 6, p. 663-671, 2002.

RENWICK, J. A. A. The chemical world of crucivores: lures, treats and traps. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 104, n. 1, p. 35-42, 2002.

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, p. 223-227, 1991.

SANTOS, M. A. T. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócolis, couve-flor e couve. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 294-301, 2006.

SARAIVA, L. C.; CESAR, O.; MONTEIRO, R. Biologia da polinização e sistema de reprodução de *Styrax camporum* Pohl. e *S. ferrugineus* Nees et Mart. (Styracaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 11, p. 71- 80, 1988.

SEGAL, R.; MILO-GODZWEIG, I.; SOKOLOFF, S.; ZAITSCHEK, D. V.; **Journal of the Chemical Society**, p. 2402, 1967

SILVA, K. S. et al. Produtividade e desenvolvimento de cultivares de repolho em função de doses de Boro. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 520-525, 2012.

SOUZA, S. A.; COUTO, I. F. S.; PEREIRA, M.; CARDOSO, C. A. L.; SCALON, S. P. Q.; PEREIRA, F. F.; CARVALHO, E. M.; MUSSURY, R. M. Aqueous Extracts of Species of the Genus *Campomanesia* (Myrtaceae) affect biological characteristics of *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 5, 2019.

SHIN-FOON, C.; YU-TONG, Q. Experiments on the application of botanical insecticides for the control of diamondback moth in South China. **Journal of Applied Entomology**, v. 116, p. 479- 486, 1993.

SPARKS, T. C.; HAHN, D. R.; GARIZI, N. V. Natural Products, their derivatives, mimics and synthetic equivalents: role in agrochemical discovery. **Pest Management Science**, v. 73, p. 700- 715, 2017.

TABASHNIK, B. E. Deterrence of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) oviposition by plant compounds. **Environmental Entomology**, v. 14, p. 575-578, 1985.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, Porto Alegre: Artmed, ed. 3, 2004.



TAKANASHI, M.; TAKIZAWA, Y.; **Phytochemistry**, v. 27, p. 1224, 1988.

TORRES, A. L., BOIÇA JUNIOR, A. L., MEDEIROS, C. A. M., BARROS, R. Effect of aqueous extracts of *Azadirachta indica* (A. Juss), *Melia azedarach* (L.) and *Aspidosperma pyriformis* (Mart.) on the development and oviposition of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Bragantia**, v. 65, n.3, 447-457, 2006.

THULER, R. T. Criação de *Plutella xylostella*. In: DE BORTOLI, S. A. (Ed.). **Criação de insetos: da base à biofábrica**. Jaboticabal: Edição própria, p. 58-68, 2009.

UMEHARA, K.; TAKAGI, R.; KUROYANAGI, M.; UENO, A.; TAKI, T.; CHEN, Y. **Journal of Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, v. 40, p. 401-405, 1992.

VENDRAMIM, J. D; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. In: GUEDES, J.C; COSTA, I.D; CASTIGLIONI, E. (Org). **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Plallotti, Santa Maria, Brasil p. 234, 2000.

WANG F.; YAN Q. F.; HUA H. M. Chemical constituents and pharmacological effects of the genus *Styrax*. **Guangdong Pharm Coll**, v. 25, n. 5, p. 541-545, 2009.

WARWICK, S. I. Brassicaceae in Agriculture. In: SCHMIDT, R.; BANCROFT, I. (Eds.). Genetics and Genomics of the Brassicaceae. **Springer Science and Business Media**, p. 33-65, 2011.

ZAGO, H. B. *et al.* Distribuição de ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) e o parasitismo por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 2, p. 241-247, 2010.

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**, Lanham, v. 105, n. 3, p. 1115-1129, 2012.



OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos de extratos aquosos e hidroalcoólicos de *Styrax camporum* sobre o desenvolvimento e reprodução de *Plutella xylostella*.

HIPÓTESES

H₀ Os extratos vegetais de *Styrax camporum* não comprometem o desenvolvimento e reprodução de *P. xylostella*.

H₁ Os extratos vegetais de *Styrax camporum* comprometem o desenvolvimento e reprodução de *P. xylostella*.



CAPÍTULO I

**Efeito de extratos hidroalcoólicos de *Styrax camporum* Pohl.
(Styracaceae) sobre o ciclo de vida de *Plutella xylostella* (L.,
1758) (Lepidoptera: Plutellidae).**



Efeito de extratos vegetais de *Styrax camporum* Pohl. sobre o ciclo biológico de *Plutella xylostella* (Linneus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae).

Andressa Matiasso da Silva¹, Isabella Maria Pompeu Monteiro Padial¹, Silvana

Aparecida de Souza², Rosilda Mara Mussury³

¹Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias, curso de Agronomia

– Bacharel, Dourados-Itahum, Km 12, Cidade Universitária, CEP: 79.804-970, Dourados-MS, Brasil. E-mail: bellapadial@hotmail.com

²Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade. Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Cidade Universitária, CEP: 79.804-970, Dourados-MS, Brasil. E-mail: silvanaadesouza@gmail.com

³Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA). Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Cidade Universitária, CEP: 79.804-970, Dourados-MS, Brasil. E-mail: mussuryufgd@gmail.com

Resumo

Diante da necessidade constante de renovação do mercado de fitossanitários, os inseticidas botânicos ganham força e se mostram boas opções para atender a mercados mais criteriosos, como o de orgânicos, que vem se destacando nos últimos anos. *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae) é uma planta que, apesar de possuir diversos efeitos medicinais, seu potencial inseticida ainda não foi testado. Porém em pesquisas realizadas sobre os compostos químicos presente na *S.camporum*, observou-se a presença de alguns compostos bioativos como: terpenoides, saponinas e polifenóis, esses com efeito inseticidas já relatados na literatura. Nesse sentido, o trabalho avaliou os efeitos de folhas de *Styrax camporum* sobre o ciclo biológico de *Plutella xylostella* (Linneus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), ao alimentar as larvas com extratos hidroalcoólicos a 1% de concentração. Observa-se que a fase matura foi intensamente afetada pelo extrato de *S. Camporum*, havendo uma elevada queda no desempenho sexual dos adultos, possivelmente resultante de triterpenóides e taninos presentes nos extratos, que, ao inibirem a alimentação da larva, levaram a má formação dos adultos.

Palavras-chave: cuida do brejo, styracaceae, traça das crucíferas

Abstract



Faced with the constant need for renewal of the phytosanitary market, botanical insecticides are gaining strength and proving to be good options for meeting more discerning markets, such as the organic ones, which has been highlighting in recent years. *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae) is a plant that, despite having several medicinal effects, its potential insecticide has not yet been tested. However, in research conducted on the chemical compounds present in *S. camporum*, it can be observed the presence of some bioactive compounds such as terpenoids, saponins and polyphenols, these with insecticidal effect already reported in the literature. In this sense, the work evaluated the effects of *Styrax camporum* on the biological cycle of *Plutella xylostella* (Linneus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) by feeding the larvae with hydroalcoholic extracts at 1% concentration. It is observed that the mature phase was severely affected by *S. Camporum* extract, it is noted that there was a high drop in adult sexual performance, possibly resulting from triterpenoids and tannins present in the extracts, which, by inhibiting larval feeding, led to adult malformation.

Key words: cuida do brejo, styracaceae, diamondback-moth

Introdução

Apesar do conhecimento popular a respeito das propriedades medicinais de *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae) ser muito antigo, pode-se dizer que grande parte das pesquisas científicas elucidando alguns de seus compostos são recentes (CASA *et al.* 2000). Análises fitoquímicas anteriores localizaram a presença de vários compostos, dentre eles, triterpenoides, polifenóis, éteres aromáticos, benzofuranos e ésteres de ácido graxo. Todas essas substâncias se enquadram em classes químicas envolvidas nas interações-inseto planta (FERNANDES *et al.* 1996; PAULETTI *et al.*, 2000).

Em *S. camporum* foi identificado os triterpenoides como uma das classes predominantes na espécie (PAULETTI *et al.*, 2000). Os limonoides, substâncias do grupo dos triterpenóides, representam um dos principais compostos com atividade inseticida dentro da classe dos terpenos. Sua presença em diversas famílias de plantas, como Meliaceae, Rutaceae e Cneoraceae é bem estudada e, a quantidade de



diferentes triterpenóides com atividades inseticidas eficientes é vasta (LUO *et al.*, 1999). Dentro de seus efeitos já relatados, tem-se profunda relação com a redução da alimentação e a inibição do crescimento, atuando diretamente sobre o sistema endócrino, em enzimas reguladores da metamorfose, prejudicando, principalmente, atividades desenvolvidas através dos túbulos de Malpigue e do *corpus cardiacum* do inseto (CHAMPGNE *et al.*, 1992; DE PAULA *et al.*, 1997; DA SILVA *et al.*, 1999; MAIA *et al.*, 2000). Existem produtos sintéticos, como o Margosan-O®, que são produzidos tendo como base esses compostos, isolados a partir de plantas extensamente estudadas na literatura, como a *Azadirachta indica* A. Juss., *Melia toosendan* Siebold & Zucc. e *Melia azedarach* (Cinamomo) (NAKATANI, 1999; NDUMU *et al.*, 1999).

Os fenóis são uma classe de compostos com atividades antimicrobianas que ocorrem universalmente em folhas de plantas (HARBONE, 1994). Em herbívoros, eles possuem um efeito supressor no consumo foliar, inibindo a digestão, causando a formação de radicais livres no organismo e ferindo a parte do epitélio no intestino dos insetos (CAVALCANTE *et al.*, 2006). Taninos e Flavonoides são alguns grupos de polifenóis com ação inseticida. Os taninos agem desestimulando a alimentação de insetos, tendo grande relação com a mortalidade dos mesmos, expressa na literatura. Ele cria complexos tanino-proteína, que inativam enzimas digestivas e a dificultam (CAVALCANTE *et al.*, 2006). Os flavonoides, interferem no comportamento, desenvolvimento, reprodução e ainda, são antialimentares; sendo citados em diversas pesquisas onde a fase reprodutiva de insetos é comprometida (REYES-CHILPA *et al.*, 1995; MUSAYIMANA *et al.*, 2001; SIMMONDS, 2001).

O grupo dos furanos é extremamente volátil, com um ponto de ebulição de 31,4°C (HOYDONCKX *et al.* 2012). Há relatos de algumas substâncias do grupo dos furanos que, ao serem ativados pela luz, possuem a habilidade de impedir a aproximação de larvas, além disso, já foi relatada na literatura sua ação redutora na capacidade reprodutiva de algumas espécies de borboletas, como a *Papilio polyxenes* (Lepidóptero: Papilionidae) (BEREMBAUM, 1978).

Até meados de 2012, os estudos a respeito de *S.camporum* se restringiam ao uso de suas folhas e caules (BACCHI & SERTIÉ 1995; PAULETTI *et al.*, 2000; TELES *et al.*, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2012; BRAGUINE *et al.*, 2012), com extratos em sua maioria, etanólicos e hidroalcoólicos. Devido a isso, importantes



atividades biológicas foram descobertas a partir de extratos hidroalcoólicos de *S. camporum*, tais como, antifúngica, antibacteriana, antiparasitária, antigenotóxica e anticomplementar (PAULETTI *et al.*, 2000). Além disso, Bacchi *et al.* (1995) realizou pesquisas a respeito da toxicidade subcrônica da planta, através da exposição de cobaias de laboratório (camundongos) por um período de 30 dias e nenhuma diferença em relação ao controle foi observada.

O mercado agrícola sofre de uma enorme demanda todos os anos por produtos fitossanitários, mais especificamente, por inseticidas e formas de manejo diferentes que possam ajudar a manter o equilíbrio ecológico do agrossistema e, ao mesmo tempo, que controlem as populações de artrópodes de forma eficaz. Um dos insetos-pragas que vem sendo intensamente estudado formas de controles que seja eficaz e não injurie o meio ambiente é a *Plutella xylostella* (Linneus., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), essa praga se destaca por apresentar uma alta taxa de alimentação durante sua fase larval, e por ter seu ciclo de vida curto, originando assim em pouco tempo numerosas gerações, podendo ocasionar em prejuízos de até 100% da produção (OOI & KELDERMAN, 1979; VILLAS BÔAS *et al.*, 1990; BEZERRIL & CARNEIRO, 1992; CHEN *et al.*, 1996). A partir dos estudos químicos realizados até o momento sobre a espécie vegetal *S. camporum*, planta se mostra em potencial não apenas para atender essa demanda agrícola, mas também, a tendência que vem surgindo em busca de produtos orgânicos e agroecológicos. Fundamentado nessa situação, o trabalho avalia as alterações no ciclo biológico de *P. xylostella* quando tratada com extratos hidroalcoólicos (1%) das folhas de *S. camporum*.

Materiais e Métodos

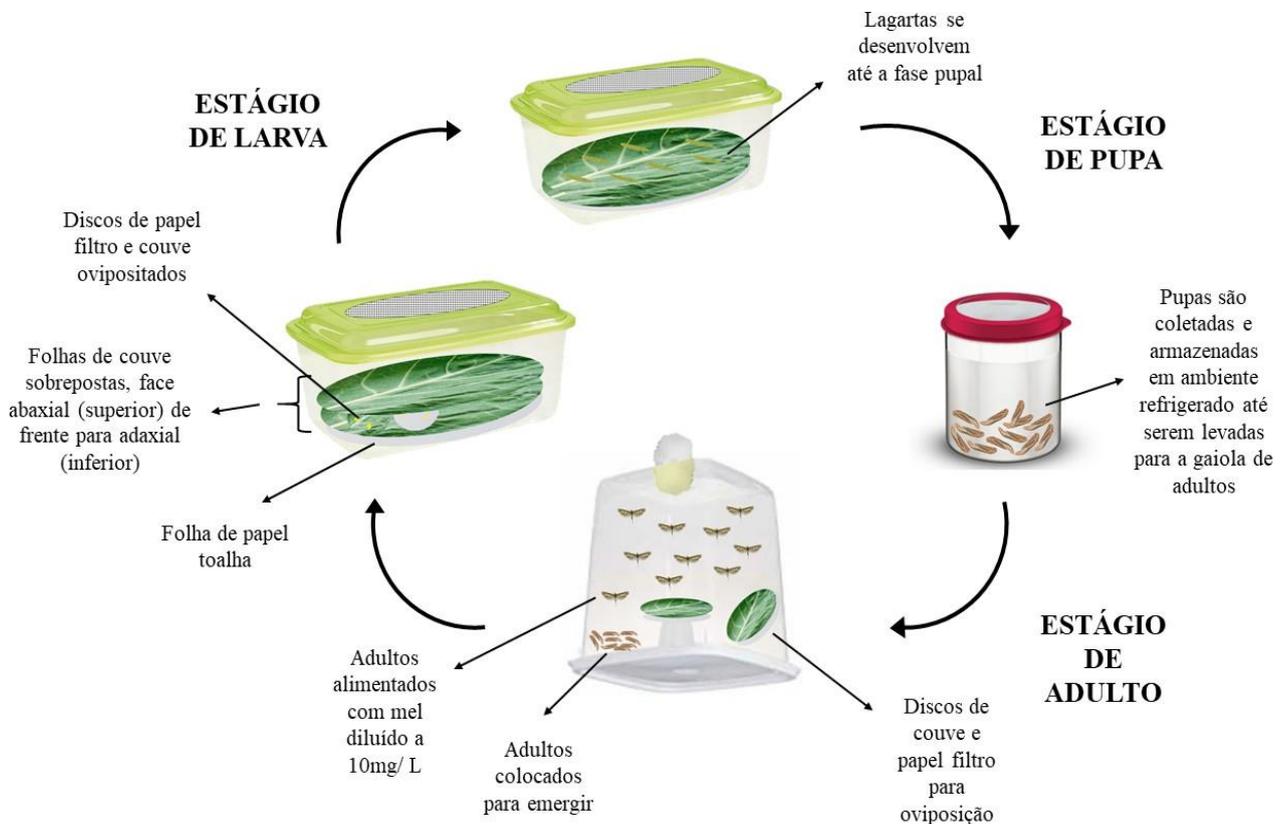
Criação de P. xylostella

Foram coletadas larvas e pupas de *P. xylostella* em hortas de Dourados e Itaporã, Mato Grosso do Sul. Toda a criação (Figura 2) foi mantida no Laboratório de Interação Inseto-Planta (LIIP), da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

Durante todo o desenvolvimento dos adultos utilizaram-se gaiolas de plástico (9 x 19 x 19 cm) com algodões embebidos em uma solução de mel a 10 mg/mL, discos de papel filtro e, discos de couve sobre eles (ambos com 9 cm² de Ø), para

que fossem realizadas as posturas dos ovos.

Após a postura, esses discos foram transferidos para outro recipiente de plástico (30 x 15 x 12 cm), onde as larvas permaneceram desde a eclosão até o empupamento alimentadas com folhas de couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) higienizadas com hipoclorito de sódio. As folhas de couve ficavam sobrepostas uma sobre a outra, sendo que uma ficava com a face abaxial voltada para cima (folha onde foram colocadas as larvas) e a outra folha com a face abaxial voltada para baixo. A folha que apresentava a face abaxial voltada para cima foi substituída por uma nova todos os dias, e, aquela que apresentava a face abaxial voltada para baixo ocupava seu lugar.



PADIAL, I. M. P. M. (2019)

Figura 2. Processo de criação de *Plutella xylostella*, metodologia adaptada de Matias *et al.*, 2017.

Após o início do estágio de pupa, elas foram removidas dos recipientes de plástico e levadas novamente para as gaiolas de adultos. Todo o processo de manutenção da criação foi realizado diariamente e mantido em temperatura de $25 \pm 3^\circ\text{C}$, umidade relativa $70 \pm 5\%$ e fotoperíodo de 12 horas.



Preparação dos extratos hidroalcoólicos

O material vegetal foi recolhido no assentamento Lagoa Grande em Itahum 22° 05'S e 55°15'W, Mato Grosso do Sul. As folhas foram destacadas, e feita a higienização do material, sendo levado em seguida para secar em uma estufa de circulação forçada de ar à 45°C por 3 dias. O material seco foi triturado em um moinho de facas, colocado em potes de plástico e, armazenado sob proteção de luz e umidade.

Para o preparo do extrato hidroalcoólico (Figura 3), o pó vegetal passou por maceração hidro-etanólica (35:65, v/v), contendo 100g do pó em 1000 mL de solução, sendo agitado a cada dois dias com bastões de vidro. O extrato foi filtrado em intervalos de tempo aleatórios por cerca de um mês e meio, sendo, durante esse intervalo de tempo mantido abrigado em temperatura ambiente e protegido do sol. Durante cada filtragem, mais 1000 mL da solução hidroalcoólica foram adicionadas. Por fim, o extrato foi levado para um rotaevaporador à 45°C e sob condições controladas. Depois de concentrado, o produto obtido foi solubilizado em água destilada para que se obtivesse a concentração de 1%.



Figura 3. Passo a passo para o preparo dos extratos hidroalcoólicos utilizados no experimento.

Teste com extrato hidroalcoólico em *P. Xylostella*

O experimento (Figura 4) foi constituído em 2 tratamentos: extrato hidroalcoólico (1%) de *Styrax camporum* e o controle feito com água destilada. Para avaliação da fase larval foi colocado, dentro de placas de Petri (5 cm Ø), uma lagarta recém eclodida, um disco de papel filtro umedecido (5 cm² Ø) e dois discos de couve, (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) (cada um com 4 cm² Ø), submergida dentro do seu respectivo tratamento durante 30 segundos. Por fim, a placa de Petri foi tampada com um papel filme contendo pequenos furos. A troca dos discos tratados foi feita diariamente e, a dos discos de papel filtro em dias alternados.

As larvas foram mantidas nas placas de Petri até o empupamento. Após 24h do início da fase pupal, cada pupa era pesada e transferida para tubos de ensaio tampados com algodão até a emergência dos adultos, posteriormente realizando a sexagem dos adultos. A sexagem pode ser realizada por meio da coloração ou através do segmento

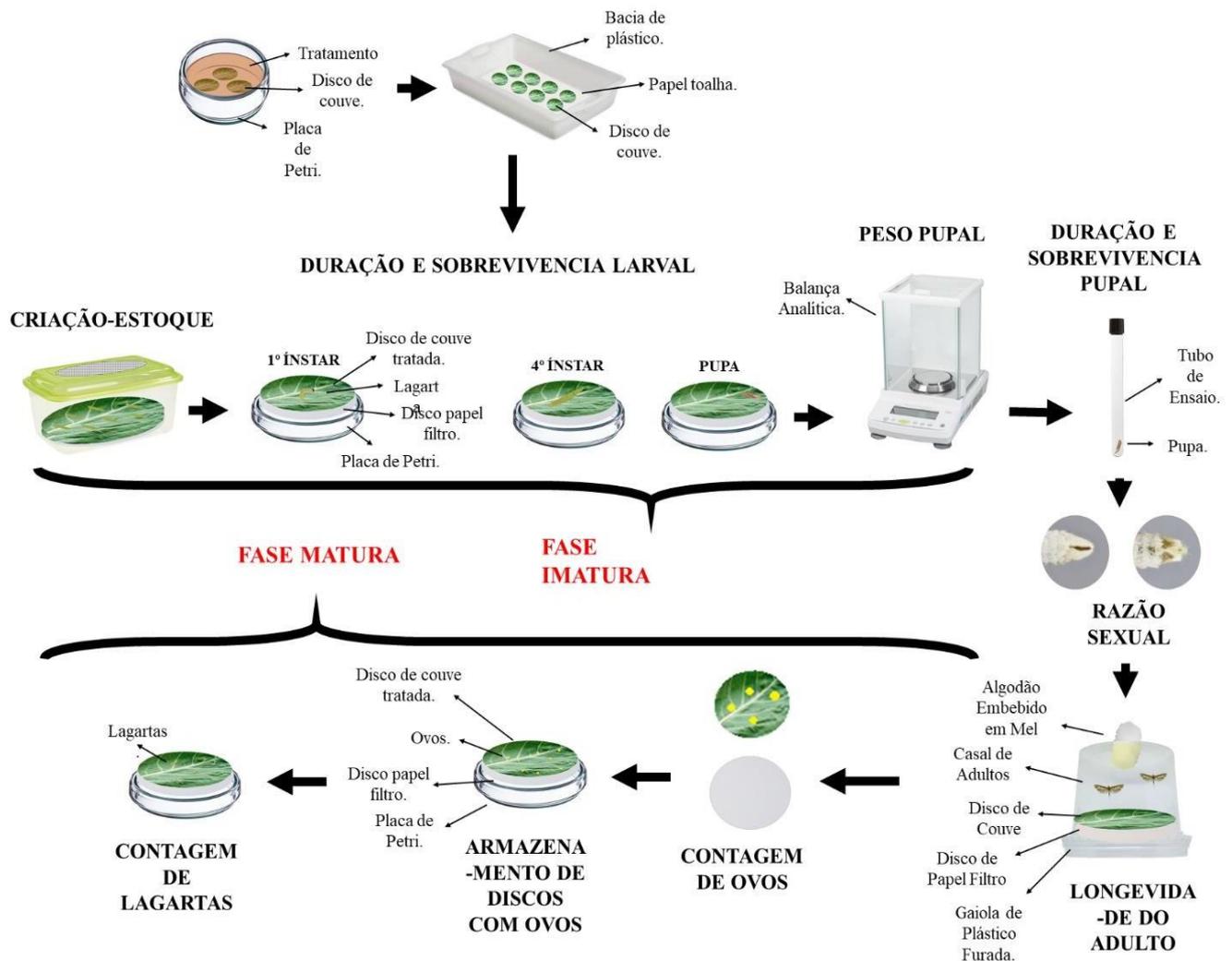


abdominal, os machos exibem mancha clara em forma de diamante na parte dorsal, as fêmeas são mais claras que os machos, já pelo segmento abdominal pode-se observar que nos machos há a presença de uma divisão longitudinal dorsal, nas fêmeas essa característica é ausente (FILGUEIRA, 1987; GALLO *et al.*, 2002; ROSÁRIO & CRUZ, 1986).

Posteriormente foram feitos casais com até 24 horas de emergência. Esses casais foram individualizados em gaiolas (10,5 cm Ø x 9 cm) contendo algodão umedecido em uma solução de mel a 10 mg/mL (trocado a cada dois dias), um disco de papel filtro e um disco de couve (ambos com 9 cm Ø). As gaiolas, inspecionadas todos os dias, recebiam novos discos de couve e, os ovos dos discos anteriores foram contabilizados e armazenados em placas de Petri (9 cm Ø), tampadas com papel filtro, sendo que de 4 a 5 dias depois da contagem dos ovos era feita a contagem das larvas.

No experimento foram avaliadas as seguintes características: duração e sobrevivência larval, biomassa pupal, duração e sobrevivência pupal, número de ovos, número de larvas, período de oviposição e longevidade dos adultos.

A duração larval se refere a quantidade de dias que um indivíduo permaneceu no estágio de larva, e a sobrevivência larval a condição do indivíduo ter passado ou não para o estágio pupal. A duração pupal refere a quantidade de dias que o indivíduo permaneceu no estágio de pupa, e a sobrevivência pupal se refere a condição do indivíduo ter passado ou não para o estágio de adulto. A biomassa pupal foi obtida através da pesagem individual de pupas (Bel Mark Analytical – 0,001 g). O número de ovos foi obtido através da contagem direta dos discos de couve (número obtido por casal). O número de larvas se refere a quantidade de larvas que eclodiram dos ovos. O período de oviposição compreende a primeira e a última postura, contada em dias.



PADIAL, I. M. P. M. (2019)

Figura 4. Metodologia utilizada para o experimento de ciclo biológico, adaptada de Mathias et al., 2017.

Análise Estatística

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (Figura 5), com 10 repetições com 5 subamostras. Foram montados 10 casais com extratos hidroalcoólicos e 5 casais para o controle. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro wilk. Os dados de sobrevivência larval e sobrevivência pupal foram transformados para arcoseno da $\sqrt{x}/100$. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando-se o programa Sisvar.

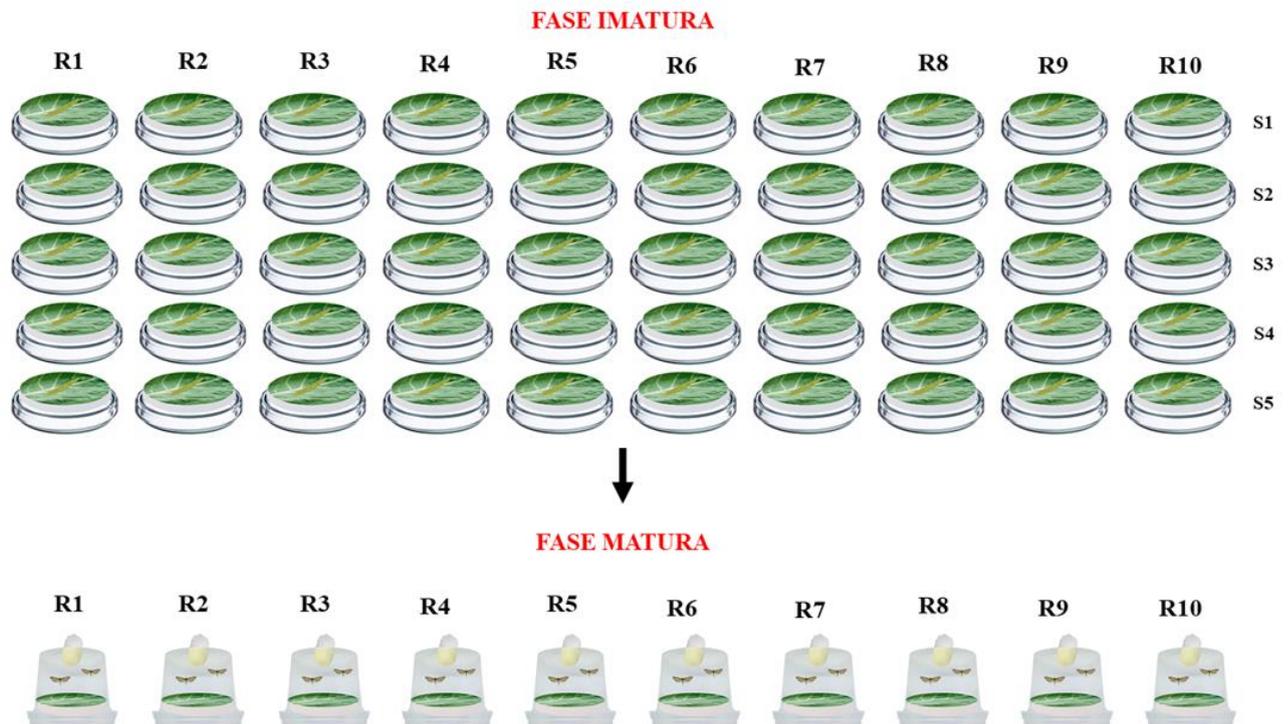


Figura 5. Disposição das placas de Petri em delineamento inteiramente casualizado durante a fase imatura de *Plutella xylostella* e montagem dos casais para a avaliação da fase matura. *R = repetição; S = subamostra.

Resultados

Os extratos hidroalcoólicos de *S. camporum* atuaram no ciclo biológico de *Plutella xylostella*, de forma específica para os parâmetros avaliados tanto na fase imatura, quanto na fase matura.

Durante a fase imatura (Tabela 1), as larvas tratadas com extrato hidroalcoólico de *S. camporum* não diferiram estatisticamente do controle em relação à duração larval ($F= 2.247$; $p= 0.1681$). Da mesma forma, a sobrevivência pupal foi 7,67% menor no tratamento hidroalcoólico com *S. camporum*, mas não foi observada diferença significativa em relação ao controle ($F= 1.339$; $p= 0.2624$). Os parâmetros avaliados que apresentaram diferença significativa em relação ao controle, durante a fase imatura, foram a sobrevivência larval ($F= 13.000$; $p= 0.0020$), duração pupal ($F= 80.237$; $p< 0.0001$) e biomassa pupal ($F= 23.519$; $p= 0.0009$). A sobrevivência larval no tratamento com *S. camporum* foi de 56%, ou seja, 34% a menos, quando comparada com as larvas do controle. A biomassa pupal teve uma queda, em média, de 0,0012 gramas por pupa, representando 22% de



gramas reduzidas do peso de cada uma.

Notou-se que a atuação dos extratos hidroalcoólicos foi muito mais intensa na fase adulta (Tabela 2). Todos os parâmetros avaliados diferiram estatisticamente do controle. A longevidade dos machos caiu para quase a metade, reduzindo de 22 dias (controle) para 12 dias (tratamento), tendo-se uma redução de 45% no tempo de vida de cada um dos machos ($F= 21.739$; $p= 0.0096$). A longevidade das fêmeas apresentou resultados semelhantes ($F= 16.854$; $p=0.0148$). Para o controle as mariposas viveram uma média de 18 dias, enquanto no tratamento esse número caiu para um pouco menos de 11 dias, ou seja, apenas 58,5% do tempo de vida das mariposas do controle (queda de 41,4%) (Figura 6).

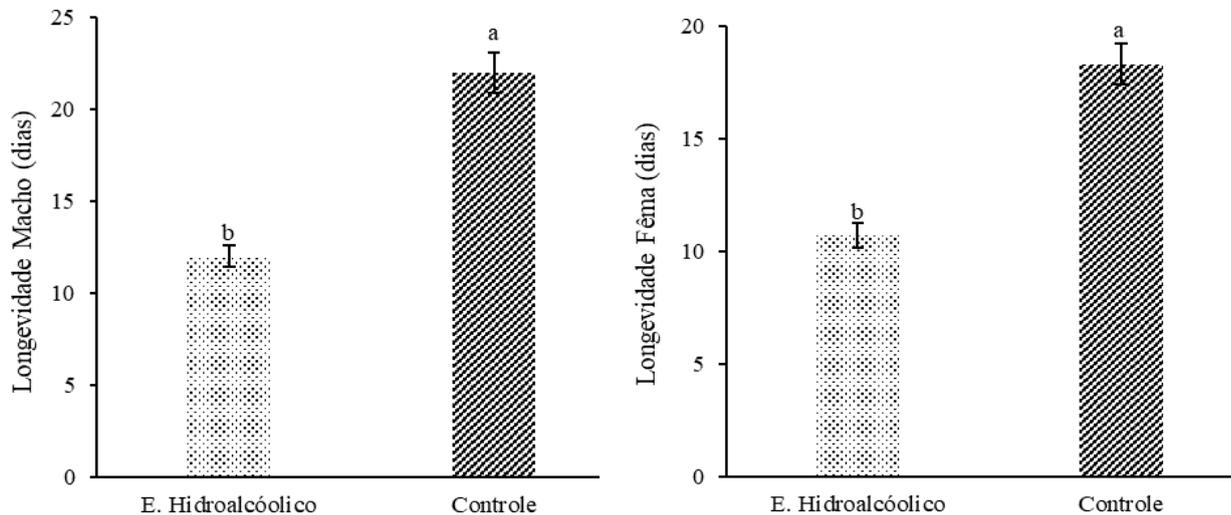


Figura 6. Média de dias de vida do macho adulto, à esquerda; e da fêmea adulta, à direita.

Algumas das maiores quedas no desempenho de *P. xylostella* ocorreram na fase reprodutiva, no período de oviposição e fecundidade. O período de oviposição das fêmeas foi amplamente afetado, uma vez que, 52,8% dos dias de oviposição ativa da fêmea foi reduzida, havendo uma diferença de 7,5 dias hábeis entre o controle e o tratamento com *S. camporum* ($F= 23.810$; $p= 0.0082$). Também é interessante notar que, ao passo que as fêmeas do controle ovipositaram durante 77,6% dos dias de sua vida, as tratadas realizaram postura de ovos por apenas 62,6% (Figura 7).



Tabela 1. Médias (\pm EP) obtidas nos parâmetros biológicos avaliados na fase imatura de *P. xylostella*, quando alimentadas com discos de couve tratados com extratos hidroalcoólicos de *S. camporum*.

Tratamento	Duração Larval (dias)	Sobrevivência Larval (%)	Duração Pupal (dias)	Sobrevivência Pupal (%)	Biomassa Pupal (g)
E. Hidroalcoólico	5,92 \pm 1,02 a n = 50	56,00 \pm 26,33 b n = 50	4,72 \pm 0,34 ab n = 28	85,83 \pm 15,24 ab n = 28	0,0041 \pm 0,0005 b n = 28
Controle	6,94 \pm 0,78 a n = 50	90,00 \pm 10,54 a n = 50	5,95 \pm 0,43 a n = 45	93,50 \pm 10,55 a n = 45	0,0053 \pm 0,0005 a n = 45
C.V. (%)	14,84	25,91	5,98	15,96	12,01

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; n = número de indivíduos.

Tabela 2. Médias (\pm EP) obtidas nos parâmetros biológicos avaliados na fase madura de *P. xylostella*, quando alimentadas com discos de couve tratados com extratos hidroalcoólicos de *S. camporum*.

Tratamento	Longevidade Macho (dias)	Longevidade Fêmea (dias)	Período de Oviposição (dias)	Número de Ovos	Número de Lagartas
E. Hidroalcoólico	12,00 \pm 1,94 b n = 10	10,70 \pm 1,89 b n = 10	6,70 \pm 2,36 b n = 10	143,00 \pm 58,31 b n = 10	94,70 \pm 65,04 b n = 10
Controle	22,00 \pm 7,02 a n = 5	18,29 \pm 5,46 a n = 5	14,20 \pm 3,60 a n = 5	292,00 \pm 83,74 a n = 5	215,80 \pm 71,63 a n = 5
C.V. (%)	19,96	25,27	30,50	25,16	26,55

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; n = número de indivíduos para longevidades; n = número de casais para período de oviposição, número de ovos e número de lagartas.



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

O número de ovos, passou de 292 para 143, isto é, 149 ovos por fêmea deixaram de ser ovipositados, ou, 51% do total ($F= 31.546$; $p= 0.0049$). Nota-se também que a diminuição dos indivíduos da geração F1 (número de larvas) foi o parâmetro que sofreu a maior queda quando as larvas foram alimentadas com extratos de *S. camporum*, sendo que cada casal tratado gerou uma média de 121 larvas a menos que o controle, ou seja, 56,11% da população do controle foi reduzida ao final do ciclo biológico de *P. xylostella* ($F=38.013$ $p= 0.0035$) (Figura 8).

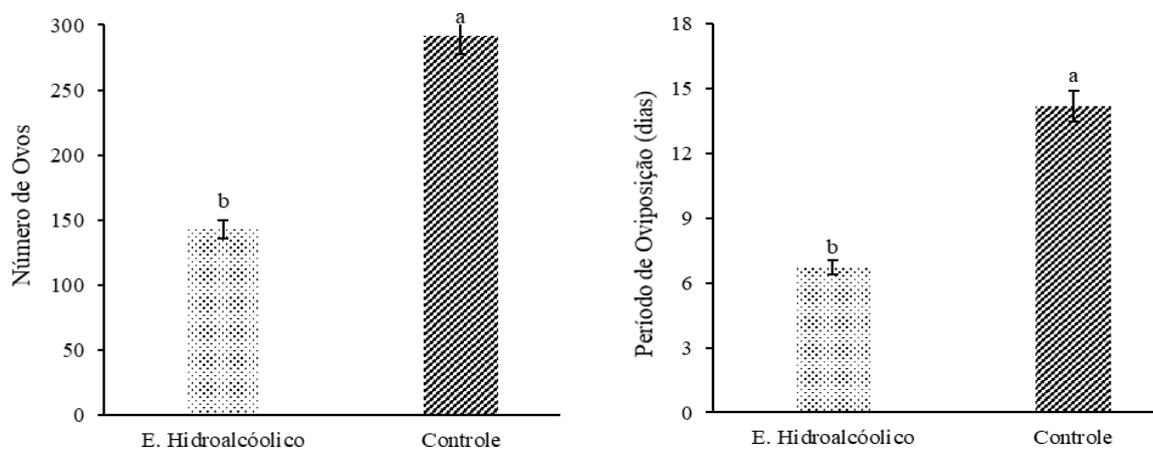


Figura 7. Média do número de ovos por mariposa ovipositados durante todo seu ciclo de vida, à esquerda; média do número de dias do período de oviposição de fêmea adulta, à direita.

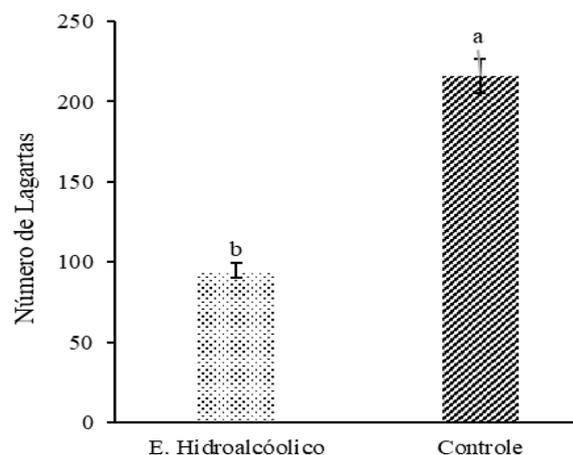


Figura 8. Média do número de ovos ovipositados, à esquerda e média do número de larvas eclodidas, à direita.



Discussão

Torres et al. (2001), argumenta que uma maior duração larval, seguido de sua morte, é uma importante característica a ser adquirida, uma vez que isso elevaria as chances de predação por inimigos naturais e o tempo entre cada uma das gerações, tornando o crescimento populacional mais lento. As vantagens econômicas desses atributos podem ser questionadas, já que uma maior duração larval acarretaria, também, em dias hábeis de consumo foliar, onde a larva poderia se alimentar ou não, dando oportunidade para que maiores prejuízos culturais ocorressem. Além disso, se o aumento da fase larval é obrigatoriamente seguido de morte provocada pelos extratos, a predação por organismos não se revela tão interessante para o manejo da praga. Nesse sentido, uma análise panorâmica deveria ser feita para cada situação, antes de se atestar algum ganho potencial nos lucros.

A duração larval não diferiu estatisticamente quando tratada com os extratos hidroalcoólicos, bem como a viabilidade pupal. No entanto, a porcentagem de viabilidade das larvas apresentou uma modesta redução, afetando a biomassa pupal, já que o desempenho do inseto é diretamente influenciado pelo estágio larva. (MARONEZE & GALLEGOS, 2009), ou seja, a qualidade e quantidade de alimento consumido. Sendo assim, uma redução da biomassa pupal, pode ser uma consequência das dificuldades que a larva teve ao se alimentar. Observando-se as classes químicas dos compostos inseticidas, citadas na Introdução, esses efeitos podem estar relacionados a presença de triterpenóides, taninos e furanos.

Há duas hipóteses para a forma de atuação dos extratos sobre as larvas: Sendo uma delas a ação dos tripernoides e a outra a ação dos taninos. Algumas das principais atuações dos triterpenóides e furanos é sua capacidade de desestimular a alimentação dos insetos, podendo fazer até mesmo com que eles não se aproximem das plantas (BEREMBAUM, 1978; CHAMPGNE et al., 1992; DE PAULA, et al., 1997; DA SILVA, et al., 1999; MAIA, et al., 2000). Nesse sentido, a toxicidade desses compostos, se presentes, pode ter reduzido a alimentação de *Plutella xylostella* devido a reações fagodeterrentes, fazendo com que ela reduzisse o consumo de área foliar, através de um processo de antixenose (efeito de repelência do inseto a planta) afetando diretamente a biomassa pupal.

Os taninos, são conhecidos por formar complexos enzimáticos que dificultam



a digestão do inseto (CAVALCANTE *et al.*, 2006). Nesse caso, a larva não necessariamente iria apresentar um recuo no consumo foliar, mas sim, demorar uma quantidade maior de tempo para metabolizar os nutrientes adquiridos. Ao atingir a fase de pupa, a ingestão dos aleloquímicos poderia atuar juntamente com o citocromo P-450, que, ao degradar substâncias nocivas a pupa, acaba redirecionando recursos importantes da maturação até a fase adulta (BREUER *et al.*, 2003). Tirelli *et al.* (2010), relata que, ao submeter a fase larval de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a extratos com frações tânicas, estas, apresentaram uma redução no volume de fezes excretadas, apesar de seu peso, consumo foliar e duração larval terem se mantido estáveis. O autor argumenta que, ao afetar a digestibilidade do inseto, o alimento passou uma maior quantidade de tempo no trato digestivo do inseto, o que, acarretou em uma menor sobrevivência larval e pupal.

Hernandez & Vendramim (1997) citam que o aumento da duração larval pode estar diretamente ligado a uma redução na alimentação. Essa possibilidade reforça as chances de que não tenha havido redução no consumo foliar de *P. xylostella*, uma vez que não houve diferença estatística na duração das larvas tratadas com *S. camporum*. No entanto, mais estudos devem ser conduzidos, averiguando a porcentagem de área foliar consumida e o peso larval. Em caso de não ter havido queda na alimentação do inseto a não prolongação da fase larval pode ser considerada uma vantagem.

Os extratos hidroalcoólicos afetaram intensamente a fase matura de *P. xylostella*. Essa situação possivelmente é consequência da atuação tóxica dos extratos na fase larval,.

As longevidades de macho e fêmea apresentaram uma queda semelhante, cerca de 43%; se o adulto necessitou redirecionar nutrientes para anulação de substâncias tóxicas, recebendo um aporte menor para que sua maturação fosse completada adequadamente, isso poderia explicar os resultados observados.

A biomassa pupal pode ser tomada como um indicador de fecundidade, isso ocorre pois a quantidade e qualidade do alimento consumido na fase larval influencia o número de ovários em cada óvulo da fêmea, afetando diretamente o número de ovos (SALINAS, 1990; MOLLER, 1998; COSTA *et al.*, 2004). Dessa forma, uma queda na biomassa pupal poderia prejudicar diretamente o desempenho sexual de fêmeas na fase adulta, reduzindo seu potencial reprodutivo, período de



oviposição e, conseqüentemente, o número total de ovos por fêmea.

É interessante notar que, os maiores danos provocados a *P. xylostella* através dos extratos, foram fruto de uma série de conseqüências provocadas pela alimentação comprometida da larva. Os resultados finais, apontam para a morte de mais da metade da população da próxima geração, evidenciando o potencial que a planta possui para que mais estudos sejam realizados nessa área, uma vez que diferentes solventes e partes da planta podem ser utilizadas, no intuito de se obter melhores resultados (ROEL et al., 2000).

Conclusão

A espécie *S. camporum* demonstrou ter potencial inseticida, uma vez que os extratos hidroalcoólicos de *S. camporum* afetaram negativamente o ciclo biológico de *P. xylostella*. A fase imatura de *P. xylostella* foi pouco desfavorecida pelo extratos hidroalcoólicos, sendo que, foi obtido um efeito maior sobre a fase madura. A longevidade dos machos, longevidade das fêmeas, período de oviposição, número de ovos e número de larvas diferiram estatisticamente do controle. A sobrevivência larval e a biomassa pupal caíram cerca de 30%, cada uma. A longevidade dos machos e fêmeas foi reduzida em aproximadamente 44%, cada uma. Já o período de oviposição foi reduzido em mais da metade. O número de ovos e o número de larvas sofreram uma queda de aproximadamente 54%, cada um. No entanto a utilização de inseticidas botânicos hidroalcoólico proveniente da *S. camporum* como uma estratégia de controle de insetos-pragas ainda é promitente, todavia, as pesquisas serem ampliadas com novos bioensaios, podendo assim futuramente viabilizar a adoção desse extrato pelos técnicos e agricultores.

Referências

- BACCHI, E. M ; SERTIÉ , J. A. A.; VILLA, N; KATZ, H. Antiulcer action and toxicity of *Styrax camporum* and *Caesalpinia ferrea*. **Planta Medicinal**, v. 61, p. 204-207, 1995.
- BRAGUINE, C. G; BERTANHA, C. G. S; BRAGUINE, C. G; BERTANHA, C. S; GONÇALVES, U. O; MAGALHÕES, L. G; RODRIGUES, V; MELLEIRO, G. V. M.; GROppo, M; SILVA, M. L; CUNHA, W. R; JANUÁRIO, A. H; PAULETTI, P. M. Schistosomicidal evaluation of flavonoids from two species of *Styrax* against *Schistosoma mansoni* adult worms. **Pharmaceutical Biology**, v. 50, p. 925-929, 2012.
- BEREMBAUM, M. Toxicity of Furanocoumarin to armyworms: A Case of Biosynthetic Escape from Insect Herbivores. **Science**, v. 201, p. 532-536, 1978.
- BREUER, M; HOSTE, B; DE LOOF, A; NAGVI, S. N. H. Effect of *Melia azedarach*



extract on the activity of NADPH-cytochrome c reductase and cholinesterase in insects. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 76, n.1, p. 99–103, 2003.

BEZERRIL, E.F. & CARNEIRO J. DA S. Manejo integrado da traça do repolho, *Plutella xylostella* (L.) no Planalto do Ibiapaba-Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 32., 1992, Brasília. Resumos. **Horticultura Brasileira.**, v.10, n.1, p.49, 1992.

CASA, C. L; VILLEGAS, I; LASTRA, A. DE L; MOTILVA, V; CALERO, M. J. M. Evidence for protective and antioxidant of rutin, a natural flavone, against ethanol induced gastric lesions. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 71, n. 1, p. 45-53, 2000

CAVALCANTE, G.M; MOREIRA, A.F.C; VASCONCELOS, S.D. Potencialidade inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre moscabranca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 9-14, 2006.

CHEN, C; CHANG, S; CHENG, L; HOU, R.F. Deterrent effect of the chinaberry extract on oviposition of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lep. Yponomeutidae). **Journal Applied Entomology**, v.120, p.165-169, 1996.

CHAMPGNE, D. E.; KOUL, O; ISMAN, M. B; SCUDDER, G. G. E; TOWERS, H. N. **Phytochemistry**, v. 31, 377 p. 1992.

COSTA, E. L; SILVA, N. R. F. P; FIÚZA, L. M. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biológica Leopoldensia**, v. 26, p. 173-185, 2004.

DA SILVA, M. F. G. F.; AGOSTINHO, S. M. M.; DE PAULA, J. R.; OIANO, J. R; CASTRO- GAMBOA, I; FILHO, E. R; FERNANDES, J. B. VIEIRA, P. C. **Pure and Applied Chemistry**, v. 71, 1083 p. 1999.

DE PAULA, J. R; VIEIRA, I. J; DA SILVA, M. F. G. F; FO, E. R. FERNANDES, J. B; VIEIRA, P. C; PINHERIO, A. L; VILELA, E. F. **Phytochemistry**, v. 44, p.1449, 1997.

FERNANDES, W. D; FERRAZ, J. M. G; FERRACINI, V. L; HABIB, M.E.M. Deterrência alimentar e toxidez de extratos vegetais em adultos de *Anthonomus grandis* Boh.(Coleoptera: Curculionidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.25, p. 553-556, 1996.

FILGUEIRA, F. A. R. **ABC da olericultura: guia da pequena lavoura: Agronômica Ceres**, São Paulo , 1987.

HARBONE, J. B. **Introduction to ecological biochemistry**. London, ed. 4, p. 384, 1994.

HERNANDEZ, C. R; VENDRAMIM, J. D. Avaliação da bioatividade de extratos aquosos de Meliaceae sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Revista Engenharia Agrícola**, v. 72, n.1, p. 305- 318, 1997.

HOYDONCKX, H. E; VAN RHIJN, W. M; VAN RHIJN, W; DE VOS, D. E; JACOBS, P. A. Furfural and Derivates. **Ullmann's Encyclopediia of Industrial Chemistry**, v. 16,



p. 285-313, 2012.

LUO, X; MA, Y; WU, S; WU, D. J. **Natural Products.**, v. 62, 1022 p. 1999.

MAIA, B. H. L. N. S.; DE PAULA, J. R.; SANT'ANA, J; DA SILVA, M. F. G. F; FERNANDES, NAKATANI, M; HUANG, R. C; OKAMURA, H; IWAGAWA, T. TADERA, K. **Phytochemistry**, n. 49, 1773 p., 1998.

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

MOLLER, J. Investigations on a laboratory culture of the diamond-back moth, *Plutella xylostella* (L.). **Journal of Applied Entomology**, v. 105, n. 5, 1998.

MUSAYIMANA, T; SAXENA, R. C; KAIRU, E. W; OGOL, C. P. K. O; KHAN, Z. R. Effects of neem seed derivatives on behavioral and physiological responses of the 58 *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 94, p. 449-454, 2001.

NAKATANI, M. **Heterocycles**, v. 50, 595 p. 1999.

NDUMU, P. A; GEORGE, J. B. D; CHOUDHURY, M. K. **Phytotherapy Research**, v. 13, 532 p. 1999.

OOI, P.A.C. & K ELDERMAN, W. The biology of three common pests of cabbages in Cameron Highlands, **Malaysia Agriculture**, v.52, p.85-101, 1979.

OLIVEIRA, F. P; FURTADO, R. A; ACÉSIO, N. O; LEANDRO, L. F; MONTANHEIRO G; DE PÁDUO F. C; CORRÊA M. B; BRAGUININI, C. G; PAULETTI, P. M; TAVARES, D. C. *In vivo* protective activity of *Styrax camporum* hydroalcoholic extract against genotoxicity induced by doxorubicin and methyl methanesulfonate in the micronucleus and comet assays. **Planta Medicinal**, v. 78, p. 1899-195, 2012.

TELES, H. L; HERMELY, J. P; PAULETTI, P; PANDOLFI, J. R.; ARAUJOT, A. R; VALENTINI, S. R; YOUNG, M. C; BOLZANI, V. S; SILVA, D. H. Cytotoxic lignans from the stems of *Styrax camporum* (Styracaceae). **Natural Products**, v. 19, p. 319-323, 2005.

TIRELLI, A. A; ALVES, D. S; CARVALHO, G. A; SÂMIA, R.R; BRUM, S. S; GUERREIRO, M. C. Efeitos de frações tânicas sobre parâmetros biológicos e nutricionais de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 1417-1424, 2010.

TORRES, A. L; BARROS, R.; OLIVEIRA, J. V. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical**



Entomology, v. 30, n. 1, p.151-156, 2001.

PAULETTI, P. M; ARAÚJO, A. R; YOUNG, M. C. M.; GIESBRECHT, A. M.; BOLZANI, V. S. **Phytochemistry**, v. 55, p. 597-601, 2000.

REYES-CHILPA, R; VIVEROS-RODRIGUEZ, N; GOMEZ-GARIBAY, F; ALAVEZ-SOLANO, D. Antitermitic activity of *Lonchocarpus castilloi* flavonoids and heartwood extracts. **Journal of Chemical Ecology**, v. 21, p. 455-463, 1995.

ROSÁRIO, C; CRUZ, C. Life cycle of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.)(Lepidoptera: Plutellidae), in Puerto Rico. **The Journal of Agricultura of the University of Puerto Rico**, Rio Piedras, v. 70, n. 4, p. 229-234, 1986.

ROEL, A.R; VENDRAMIM, J.D; FRIGHETTO, R.T.S; FRIGHETTO, N. Atividade tóxica de extratos orgânicos de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, v. 29, n. 4, p. 799-808, 2000.

SALINAS, P. J. Studies on the ecology and behavior of the lagartae *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae) III. **Effects of size and shape of the host plant eaves**, p. 40-43, 1990.

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

VILLAS BOAS, G.L; CASTELO BRANCO, M; GUIMARÃES, A.L. Controle químico da traça das crucíferas em repolho do Distrito Federal. **Horticultura Brasileira.**, v. 8, n. 2, p. 10-11, 1990.



CAPÍTULO II

Efeito de extratos hidroalcoólicos e aquosos de *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae) sobre a fase imatura de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae).



Efeito de extratos vegetais de *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae) sobre a fase imatura de *Plutella xylostella* (Linneus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae).

Andressa Matiasso da Silva¹, Isabella Maria Pompeu Monteiro Padial¹, Silvana

Aparecida de Souza², Rosilda Mara Mussury Franco Silva³

¹Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias, curso de Agronomia

– Bacharel, Dourados-Itahum, Km 12, Cidade Universitária, CEP: 79.804-970, Dourados-MS, Brasil. E-mail: bellapadial@hotmail.com

²Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade. Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Cidade Universitária, CEP: 79.804-970, Dourados-MS, Brasil. E-mail: silvanaadesouza@gmail.com

³Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA). Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Cidade Universitária, CEP: 79.804-970, Dourados-MS, Brasil. E-mail: mussuryufgd@gmail.com

Resumo

O extrato hidroalcoólico (1%) de *S. Camporum* demonstrou no capítulo I ter um eficaz potencial inseticida na fase matura da *Plutella xylostella* (Linneus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). Com base nisso o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito do extrato vegetal de *Styrax camporum* sobre a fase imatura da *P. xylostella*. Nos testes foram preparados extratos hidroalcoólicos e aquosos, esses extratos foram testados sobre *Plutella xylostella* nas concentrações de 1% e 10% e controle, sendo que o extrato aquoso (EA) possuía a concentração de 10 % e o hidroalcoólico (HA) 1% e o controle tratado com água destilada. Inicialmente foi realizada uma pesquisa em artigos publicados para avaliar melhor a atividade antimicrobiana e inseticida da espécie *Styrax*. Em seguida, foram realizados testes para avaliar a duração larval, sobrevivência larval, duração pupal e sobrevivência pupal. Os resultados demonstraram que extrato aquoso obteve uma maior atividade inibitória sobre aspectos do ciclo biológico de *P. xylostella*, apresentando bons resultados em amplo aspecto. O extrato hidroalcoólico não apresentou diferença significativa quando comparado ao controle, podendo assim observar que o extrato aquoso de *S. camporum* se mostrou efetivo frente a maioria das análises realizadas.

Palavras-chave: estoraque-do-campo, cuia-do-brejo, fase imatura.

Abstract

The hydroalcoholic extract (1%) of *S. camporum* was shown in Chapter I to have an effective insecticidal potential in the mature phase of *Plutella xylostella* (Linneus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). Based on this, the objective of this study was to evaluate the effect of *Styrax camporum* plant extract on the immature



phase of *Plutella xylostella*. In the tests were prepared hydroalcoholic and aqueous extracts, these extracts were tested on *Plutella xylostella* in concentrations of 1% and 10% and control, and the aqueous extract (EA) had the concentration of 10% and hydroalcoholic (HA) 1% and the control treated with distilled water. Initially, a search was made in published articles to better evaluate the antimicrobial and insecticidal activity of the *Styrax* species. Then, tests were performed to evaluate larval duration, larval survival, pupal duration and pupal survival. The results showed that aqueous extract had a higher inhibitory activity on aspects of *P. xylostella* biological cycle, presenting good results in a wide aspect. The hydroalcoholic extract did not present significant difference when compared to the control, thus it can be observed that the aqueous extract of *Styrax camporum* was effective against most of the performed analyzes.

Key words: estoraque-do-campo, cuia-do-brejo, immature phase

Introdução

A ordem Lepidoptera sofre metamorfose completa, ou seja, passa pelos estágios de ovo, larva, pupa e adulto (SOUZA, 2010). Os adultos não causam danos aos cultivos de interesse agrônômico, no entanto as larvas atacam plantações, acarretando em enormes prejuízos. Como a larva é a parte fitófaga do ciclo do inseto, é nessa fase, também, onde serão aplicadas os principais métodos de controle, já que é nesse período que ocorrem os danos (CARDOSO *et al.* 2010).

Nessa ordem se encontra a traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), uma das importantes pragas das Brássicas no Brasil, sendo a principal praga da couve e do repolho (CARDOSO *et al.* 2010). As larvas, possuem coloração verde-claro, pelos escuros sobre o corpo e podem atingir até 10 mm de comprimento (CARNEIRO, 1983). Elas atacam os tecidos foliares, raspando-os e deixando a epiderme superior transparente, originando furos nas folhas (SILVA JÚNIOR, 1987; GALLO *et al.* 2002).

O controle da traça-das-crucíferas é difícil, pois ela é uma praga que desenvolve resistência com facilidade, sendo conhecido como o lepidóptero que adquiriu a resistência à maior quantidade de princípios ativos diferentes no mundo (VASQUEZ, 1995). Essas características vem fazendo com que outros métodos de controle venham sendo buscados para seu controle, como: reguladores de crescimento de insetos, armadilhas luminosas, inimigos naturais (MONNERAT & BORDAT, 1998, CASTELO BRANCO & MEDEIROS 2001, MONNERAT *et*



al., 2002), cultivares resistentes, feromônios, rotação de cultura e extratos botânicos (CASTELO BRANCO 1999, IMENES *et al.* 2002).

No Brasil, foram descritos alguns resultados sobre a resistência de diferentes cultivares e híbridos de repolho e couve à *P. xylostella*, no entanto, esses resultados não se devem a alterações no desenvolvimento da praga, mas sim, a características da planta hospedeira (BARROS & VENDRAMIM, 1999; TORRES, 2004). Nesses casos, a resistência de plantas à *P. xylostella* tem sido relacionada a cerosidade da superfície foliar das cultivares, que culminam em um alto teor de sinigrina na epiderme e se tornam tóxicas para *P. xylostella* (EIGENBRODE *et al.* 1990).

Pesquisas com extratos botânicos vem crescendo, buscando reduzir os problemas enfrentados com os inseticidas químicos (toxidez ao homem, poluição ao meio ambiente, desenvolvimento de espécies resistentes, entre outros), buscando novas formas de controle que sejam viáveis e apresentem boa seletividade a organismos não-alvo, baixa toxicidade ao homem e eficiência contra insetos-praga (SCHMUTTERER, 1987; SAXENA, 1989; NEVES & NOGUEIRA, 1996). Extratos botânicos podem ser produzidos a partir de diferentes solventes, como o aquoso, etanólico, metanólico e hidroalcoólico, dessa forma, solventes distintos irão extrair compostos igualmente diferentes (MALINOWSKI *et al.* 2007), resultando em extratos que podem mais ou menos efetivos contra determinada praga.

Com base nisso, a presente pesquisa objetiva avaliar a eficácia de extratos aquosos (concentração de 10%) e hidroalcoólicos (concentração de 1%) de folhas *Styrax camporum* sobre a fase imatura do *P. xylostella*.

Materiais e Métodos

Criação de Plutella xylostella

A criação de *P. xylostella* foi realizada no Laboratório de Interação Inseto-Planta (LIIP) da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) localizada na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). A criação-estoque foi mantida sob condições ambientais controladas com temperatura de 25



$\pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa $70 \pm 5\%$ e fotoperíodo 12h. As larvas e pupas foram coletadas em áreas de plantio de couve localizado nas redondezas das cidades de Dourados e Itaporã-MS.

Seguindo o método de criação de Torres *et al.* (2001), as larvas foram armazenadas em recipiente de plástico (30 x 15 x 12 cm) onde permaneceram desde a eclosão das larvas até fase de pupa, sendo alimentadas com 2 folhas de couve sobrepostas, uma com a face abaxial voltada para cima e outra com a face abaxial voltada para baixo, sendo essas substituídas diariamente. As pupas foram transferidas para a gaiola de adultos (9 x 19 x 19 cm) contendo discos de couve e papel filtro como substrato de oviposição. Os adultos foram alimentados com uma solução de mel 10 mg/mL embebidos em algodão.

Preparo dos extratos:

O material vegetal da *Styrax camporum* foi coletado no assentamento Lagoa Grande, em Itahum ($22^{\circ} 05'S$ e $5^{\circ} 15'W$), Mato Grosso do Sul. Após a coleta esse material foi levado para estufa de circulação forçada de ar por 3 dias a 45°C , sendo triturado em moinho de facas, obtendo-se pó que foi armazenado em potes plásticos.

A partir da técnica de maceração hidroetanólica foi preparado o extrato hidroalcoólico. Foi obtido 75g de pó e diluído em 1000mL de álcool. Esse extrato foi filtrado e agitado por um período de um mês, e após cada filtragem adicionados mais 1000mL de álcool, no fim desse período obteve-se 4000mL de solução. Essa solução foi levada ao rotaevaporador a 40°C , após esse processo o material obtido foi mantido em ambiente refrigerado.

O extrato aquoso foi preparado a partir deste pó macerado, em uma concentração de 10%, 40mL de água destilada para 4g de pó vegetal. Esta mistura foi homogeneizada e permaneceu em repouso por 24h em ambiente refrigerado, logo após, o extrato foi filtrado com o auxílio do tecido *Voil*, afim de extrair os compostos hidrossolúveis.



Extratos sobre geração parental de *P. xylostella*

Para o teste de bioatividade dos extratos vegetais, foi utilizado a metodologia adaptada de Torres *et al.* (2001), em que discos de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) com 4 cm de diâmetro, foram imersos nos extratos por cerca de 1 minuto. O controle constitui de discos imersos em água destilada. Sendo esse bioensaio constituídos por três tratamentos: extrato hidroalcoólico concentração de 1%, extrato aquoso na concentração de 10% e controle feito com água destilada.

Após a imersão nos extratos, os discos de couve foram colocados sobre papel filtro a temperatura ambiente, aguardando assim a retirada do excesso de umidade. Logo após, os discos foram transferidos para placas de Petri. Em cada placa de Petri foram colocados um disco de papel filtro umedecido, um disco de couve de 4 cm de diâmetro tratado com o respectivo extrato e uma larvas recém-eclodida (0-24h) de *P. xylostella*. Posteriormente as placas foram tampadas com papel filme perfurado para a entrada de ar. Os discos de couve tratados foram trocados diariamente até a morte das larvas, ou até que estes empupassem. As pupas foram armazenadas em tubos de ensaio com tampa (Figura 9).

Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 10 repetições de 5 subamostras. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro wilk. Os dados de sobrevivência larval e sobrevivência pupal foram transformados para arcoseno da $\sqrt{x}/100$. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando-se o programa Sisvar.



Figura 9. Metodologia utilizada para avaliação do efeito inseticida de extratos botânicos sobre *Plutella xylostella* (PADIAL, 2019).

Resultados

O extrato aquoso *S. camporum* se mostrou mais eficaz no controle da *P. xylostella*, observando assim que em todos os parâmetros avaliados na fase imatura do inseto houve um melhor desempenho em comparação aos outros extratos. No entanto, é importante ressaltar que o extrato hidroalcoólico de *S. camporum* também diferiu em alguns parâmetros do controle. Houve pequenas alterações do hidroalcoólico quanto a sobrevivência larval, duração pupal e sobrevivência (Tabela 3).

Tabela 3. Médias (\pm EP) obtidas nos parâmetros biológicos na fase imatura da *P. xylostella*, quando expostos aos extratos aquoso e hidroalcoólico de *Styrax camporum*

Tratamento	Duração Larval (dias)	Sobrevivência Larval (%)	Duração Pupal (dias)	Sobrevivência Pupal (%)
E. Hidroalcoólico	5,92 \pm 1,02 n = 50	56,00 \pm 26,33 n = 50	4,72 \pm 0,34 n = 28	85,83 \pm 15,24 n = 28
E. Aquoso	4,49 \pm 0,98 n = 30	49,99 \pm 32,39 n = 30	4,12 \pm 2,31 n = 15	55,00 \pm 49,72 n = 15
Controle	6,94 \pm 0,78 n = 50	90,00 \pm 10,54 n = 50	5,95 \pm 0,43 n = 45	93,50 \pm 10,55 n = 45
C.V. (%)	17,96	31,3	27,35	38,06

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; n = a número de indivíduos.

As larvas de *P. xylostella* tratadas com extrato aquoso de *S. camporum* tiveram uma redução do período larval, essa redução pode ter sido ocasionada pelo interrompimento do ciclo do inseto, causando-lhe a morte, ou por ter seu ciclo reduzido, tornando-se pupa mais cedo. comparadas ao controle, essa redução resultou em média de média 35% de dias a menos na duração do período larval, enquanto o extrato hidroalcolico obteve somente 14% ($F= 10.625$; $p=0.0009$) .(Figura 10)

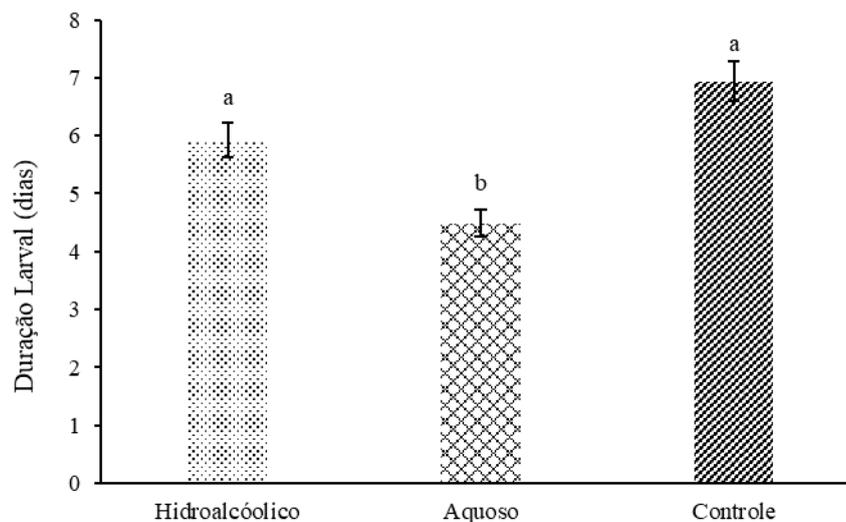


Figura 10. Média da duração Larval (Dias) quando tratados com extratos de *Styrax camporum*

Apesar de o extrato hidroalcoólico não ter diferido significativamente do extrato aquoso quanto a sobrevivência larval da *P. xylostella*, pode-se notar que o extrato aquoso se destaca entre eles, pois apresentou uma diferença de 10% a mais em eficácia em relação ao hidroalcoólico ($F= 6.130$; $p=0.0093$)(Figura 11).

Ressalta-se que a duração pupal ($F=4.810$; $p= 0.0212$) e sobrevivência pupal ($F= 4.358$; $p=0.0286$) também foram afetadas pelo extrato aquoso. O extrato aquoso de *S. camporum* apontou uma diferença na duração pupal de 41% a menos em relação ao controle. Observa-se que o hidroalcoólico apresentou somente 20% (Figura 12). O tratamento com extrato aquoso também que obteve o menor índice de sobrevivência de pupal, com uma sobrevivência de 41% quando comparado ao controle (79,73%) (Figura 13).

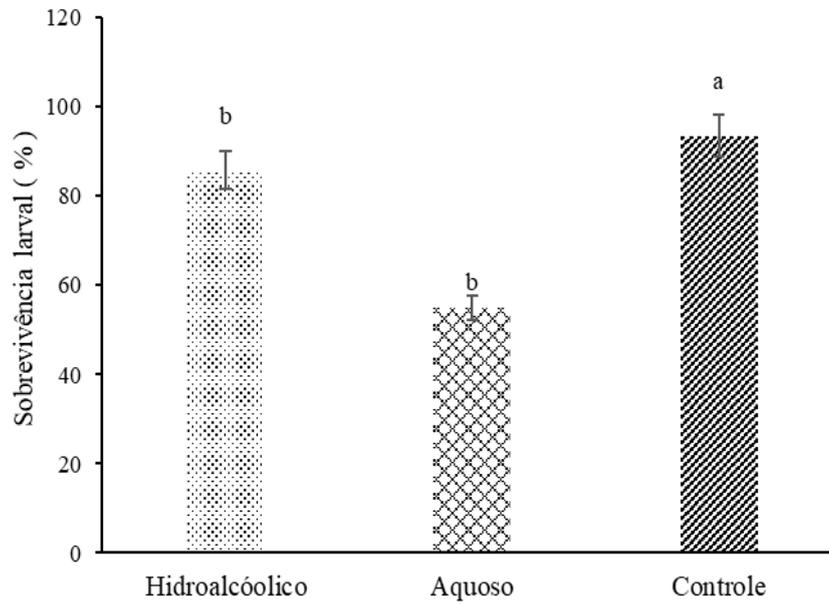


Figura 11. Média da Sobrevivência larval (%) quando tratados com extratos de *Styrax camporum*.

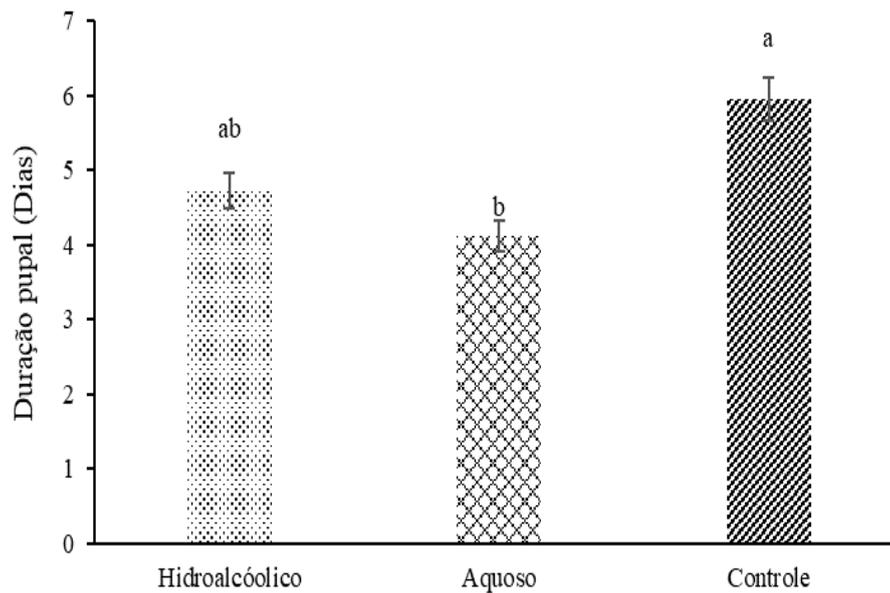


Figura 12. Média da duração pupal (Dias) quando tratados com extratos de *Styrax camporum*.

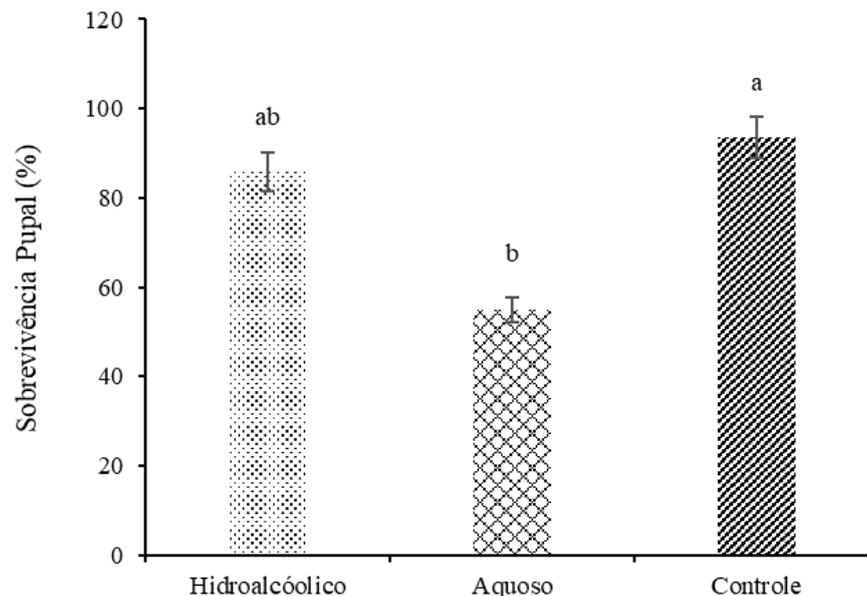


Figura 13. Média da Sobrevivência pupal (%) quando tratados com extratos de *Styrax camporum*.

Discussão

O extrato aquoso provocou uma redução maior para todos os parâmetros avaliados, mesmo que estes não diferissem significativamente. Entende-se que esse resultado possa ter relação com a composição ativa dos extratos. Em levantamento bibliográfico sobre *S. camporum* evidenciou-se a presença de alguns compostos químicos como taninos e flavonoides, apresentando atividade inseticida e solubilidade em água (BATE-SMITH & SWAIN, 1962.; SILVA *et al.* 2007).

Os flavonoides são mecanismos de defesa das plantas contra patógenos, vírus, insetos, bactérias e fungos (MACHADO, 2005). Nesse sentido, sua natureza química vem sendo estudada para aplicação na agricultura (WOO *et al.* 2005), uma vez que, outros autores constataram que sua atividade pode causar interferências na reprodução, alimentação e também atuar como anti-alimentar, originando um processo de antixenose, ao provocar repelência do inseto a planta, impedindo a sua alimentação (BATE-SMITH & SWAIN, 1962.; SILVA *et al.* 2007).

Os taninos atuam no processo da antibiose (relação que bloqueia ou prejudica desenvolvimento e/ou reprodução de uma espécie), sendo redutores digestivos capazes de inativar enzimas e criar um complexo de difícil digestão,



assim o alimento permanece no trato intestinal do inseto por mais tempo, afetando a sobrevivência larval e pupal (CAVALCANTE *et al.* 2006; TIRELLI *et al.* 2010). Em estudos realizados por Cavalcante *et al.*, (2006), foi encontrada relação entre altas concentrações de taninos e mortalidade de ninfas de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera:Aleyrodidae) (mosca branca). Dessa forma, foi demonstrando que a digestibilidade do inseto está diretamente ligada com a sobrevivência larval e pupal (TIRELLI *et al.* 2010), como já comentado no capítulo 1.

Embora a grande maioria dos compostos presentes nesses grupos químicos possam ser extraídos com facilidade com a maioria dos solventes orgânicos, esse efeito pode variar, pois a extração desses metabolitos secundários ativos, depende do solvente usado na extração dos compostos, bem como da espécie da planta em questão (ALALI *et al.* 1999; SHAALAN *et al.* 2005.; CHIRINOS *et al.* 2007). Dessa forma, as substâncias extraídas do extrato aquoso podem ter diferido de forma a apresentar maior efeito sobre a fase imatura da *P. xylostella*.

Além disso, os extratos aquosos de *S. camporum* possuíam uma elevada viscosidade, que não foi identificada nos extratos hidroalcoólicos. Essa característica pode ter dificultado a locomoção, alimentação e digestibilidade das larvas de *P. xylostella*, principalmente as de primeiro e segundo instar, conseqüentemente reduzindo a duração e sobrevivência larval; duração pupal e sobrevivência pupal (TORRES *et al.* 2001.; TIRELLI *et al.* 2010).

É possível que, a medida que tenha ocorrido uma maior mortalidade de larvas e pupas, sua duração tenha, conseqüentemente, sido reduzida também. Nesse caso, observa-se que o processo de antibiose ocorre quando o consumo da folha tratada, provoca problemas intestinais, dificultando a alimentação da larva e sua digestão, e a antixenose, quando ocorre uma repelência do inseto a planta, assim não preferindo a planta para sua alimentação; (CAVALCANTE *et al.* 2006; TIRELLI *et al.* 2010). Em qualquer uma das possibilidades, a duração e a sobrevivência pupal ficam comprometidas, reduzindo o nível de danos e prejuízos as culturas de interesse agrônômico.

Na fase pupal foi possível observar os efeitos causados pelo extrato aquoso (Tabela 1) em relação aos demais. A duração e sobrevivência pupal foram afetadas. Uma vez que a alimentação e digestibilidade tenham sido comprometidas



na fase imatura, principalmente através da da possível atuação de taninos presentes, a larva, após ter consumido a folha tratada, não conseguiu digerir normalmente o alimento, e o mesmo, permaneceu por mais tempo no seu intestino, promovendo uma maior absorção de alelotóxicos. Dessa forma, a duração pupal também foi interrompida, ao ser afetada pela sobrevivência pupal. A ação de antibiose nessa fase é muito importante, pois com a morte das pupas, ocorrerá uma redução de geração futuras, diminuindo o crescimento global de *P. xylostella*.

Conclusão

Averiguando os dados, nota-se que somente a sobrevivência larval foi afetada por ambos extratos. O extrato aquoso obteve os melhores resultados, afetando toda a fase imatura da *P. xylostella*. Assim pode concluir-se que o extrato aquoso de *Styrax camporum* é mais eficaz em relação aos parâmetros avaliados na fase imatura da *P. xylostella*, além de ser economicamente mais viável em comparação ao extrato hidroalcoólico, podendo ser utilizado por pequenos produtores e produtores de hortaliças orgânicas, devido ao seu método de preparo ser mais simples e rápido. Sendo capaz de ser preparado sem a presença de grandes equipamentos laboratoriais.

Referências

- ALALI, F. Q; LIU, X. X.; MCLAUNGHILIN. L. *Annoneaceous acetogenins: recente progress*. **Jornal of Natural Products**, v. 62, n. 3, p. 504-540, 1999.
- BARROS R; VENDRAMIM, J. D. Efeito de cultivares de repolho, utilizadas para criação de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), no desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, p. 469-476. 1999.
- BATE-SMITH, E. C; SWAIN, T. Compostos flavonóides. em bioquímica comparativa. (hs mason e am florkin, orgs.). **Academic Press**, Nova Iorque. v. 3, 1962.
- CARNEIRO, J. DA S. Reconhecimento e controle das principais pragas de campo e de grãos armazenados de culturas temporárias no amazonas. manaus: embrapa-uepae de manaus. **Circular Técnica**, v. 7, p. 82, 1983.



CARDOSO, M. O; PAMPLONA, A. M. S. R. Produção de cultivares e monitoriamento da traça-das-crucíferas com armadilhas luminosas e coloridas em couve-de-folhas. **Unidade de Observação- formulários de registros**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, p. 4, 2010.

CAVALCANTE, C. E. B; DANTAS, T. M . Características botânicas das principais anonáceas e aspectos fisiológicos de maturação. **Embrapa Agroindustrial Tropical**, Fortaleza, n. 106, 2006.

CASTELO BRANCO M; MEDEIROS M. A. Impacto de inseticidas sobre o parasitóide da traça-das-crucíferas em repolho, no Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 36, p. 7-3, 2001.

CASTELO BRANCO, M. Associação de armadilha de feromônio e número de machos coletados para a redução do uso de inseticidas no controle da traça-das-crucíferas. **Horticultura Brasileira**, v. 1, p. 280, 1999.

CHIRINOS, R. Optimization of extraction conditions of entioxidant phenolic compounds from mashua (*tropaeolum tuberosum* ruiz & pavón) tubers. **Separation and purification technology**, v. 55, n. 2, p. 217-225, 2007.

EIGENBRODE S. D; SHELTON A. M. DICKSON M. H. Two types of resistance to the Diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in cabbage. **Environ Entomology**, v. 19, p. 1086-1090, 1990.

GALLO, D. Biblioteca de ciências agrárias, Luiz de Queiróz. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba, p. 920, 2002

IMENES S. D. L; CAMPOS T. B; RODRIGUES NETTO S. M; ERGMANN E. C. Avaliação da atratividade de feromônio sexual sintético da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em cultivo orgânico de repolho. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 69, p. 81-84, 2002.

ISMAN; MURRAY B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review Of Entomology**, v. 51, p. 45-66, 2006.

MALINOWSKI, L. R. L. Antimicrobial activity of aqueous and hidroalcoholic extracts from artemisia vulgaris leaves. curso de farmacia. **Pucpr**. 2007.

MONNERAT R. G., BORDAT D. Influence of hd1 (*Bacillus thuringiensis* spp kurstaki) on the developmental stages of diadegma sp (Hymenoptera: Ichneumonidae) parasitoid of *Plutella xylostella* (l.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 122, p. 49-51, 1998.



MONNERAT R. G., KIRK A. A. Bordat d biology of *Diadema* spp (Hymenoptera: Ichneumonidae) parasitoid of *Plutella xylostella* (l.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) from reunion island. **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 271-274, 2002.

NEVES, B. P; NOGUEIRA, J. C. M. Cultivo e utilização do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss.). Embrapa - CNPAF – APA,. **Circular Técnica**, v. 28, p. 32, 1996.

SHAALAN, E. A; CANYON, D; YOUNES, M. W. F; ABDEL-WAHAB, H; MANSOUR, A. Reviw of botanical phytochemicals with mosquitocidal potencial. **Environment International**, v. 31, n. 8, p.1149-1166, 2005.

SILVA JÚNIOR, A. A. Fitotecnia, tecnologia alimentar e mercadologia. florianópolis: **Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Empase)**, p. 295, 1987.

TORRES, A. L; BARROS, R; OLIVEIRA, J. V. DE. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (lepidoptera: plutellidae). **Neotropical Entomology**. Londrina, v. 30, n. 1, p. 151-156, 2001.

TIRELLI, A. A; ALVES, D. S; CARVALHO, G. A; SÂMIA, R. R.; BRUM, S. S; GUERREIRO, M. C. Efeitos de frações tânicas sobre parâmetros biológicos e nutricionais de *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 1417-1424, 2010.

SAXENA, R.C. Inseticides from Neem. Inseticides of plant origin. **American Chemical Society**, Washington, p. 110-129. 1989.

SCHMUTTERER, H. Insect growth-disrupting and fecundity-reducing ingredients from the neem and chynaberry trees. **Insect Growth Regulators**, Washington, v. 3, p. 119-167, 1987

VASQUEZ B. L. Resistance to most insecticides. **University of Florida**, Gainesville, p. 34-36, 1995.

WOO, H; JEONG, R. B; HAWES, C. M. Flavonoids: from cell cycle regulation to biotechnology. **Review Biotechnology Letters**, v.27, p. 365-374, 2005.



CAPÍTULO III

**Efeito de extratos vegetais de *Styrax camporum* Pohl.
(Styracaceae) sobre a oviposição de *Plutella xylostella* (L., 1758)
(Lepidoptera: Plutellidae)**



Efeito de extratos vegetais sobre a oviposição de *Plutella xylostella* (L., 1758)

(Lepidoptera: Plutellidae)

Andressa Matiasso da Silva¹, Isabella Maria Pompeu Monteiro Padial¹, Silvana

Aparecida de Souza², Rosilda Mara Mussury Franco Silva³

¹Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias, curso de Agronomia

– Bacharel, Dourados-Itahum, Km 12, Cidade Universitária, CEP: 79.804-970, Dourados-MS, Brasil. E-mail: bellapadial@hotmail.com

²Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade. Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Cidade Universitária, CEP: 79.804-970, Dourados-MS, Brasil. E-mail: silvanaadesouza@gmail.com

³Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA). Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Cidade Universitária, CEP: 79.804-970, Dourados-MS, Brasil. E-mail: mussuryufgd@gmail.com

Resumo

A resistência de pragas a diversos métodos de controle se tornou um problema mundial nos dias de hoje. Existem relatos de insetos resistentes a inseticidas sintéticos, plantas Bt e até mesmo formas de controle biológico. Devido a necessidade que esse problema tem gerado, pesquisas com extratos botânicos de diversas espécies vêm sendo realizadas, buscando formas alternativas de controle. Sendo assim, foram testados os efeitos de extratos de *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae) sobre a oviposição de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em duas situações: na primeira, as larvas de *P. xylostella* foram alimentadas com extratos hidroalcoólicos (concentração de 1%) e, na segunda, as mariposas foram expostas aos extratos aquosos (concentração de 10%). Apesar dos dois tratamentos terem reduzido significativamente o número de ovos em relação ao controle, notou-se que ao serem expostas ao extrato na fase adulta, as mariposas apresentaram uma queda de desempenho consideravelmente maior. Os resultados obtidos demonstram grande aplicabilidade para os extratos de *S. camporum* no controle de *P. xylostella*.

Palavras chave: estoraque-do-campo, cuia-do-brejo, inseticida vegetal

Abstract

Pest resistance to various control methods has become a worldwide problem today. There are reports of insects resistant to synthetic insecticides, Bt plants and even forms of biological control. Due to the need that this problem has generated, research has been conducted, seeking alternative forms of control. In this study, the effects on *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) oviposition were compared in two situations: in the first, *P. xylostella* larvae were fed with hydroalcoholic extracts (1% concentration) and, in the second, moths were exposed to aqueous extracts (10% concentration). Although both treatments significantly



reduced the number of eggs compared to the control, it was noted that when exposed to the extract in adulthood, the moths suffered a considerably greater performance drop. The results show great applicability to *Styrax camporum* Pohl extracts. (Styracaceae) and corroborate the potential these alternatives could have for pest control.

Key words: estoraque-do-campo, cuia-do-brejo, vegetable insecticide

Introdução

Os insetos possuem um ciclo de vida relativamente curto e um número abundante de descendentes. Esses atributos favorecem o surgimento de outros indivíduos da mesma espécie, porém, com diferentes características genéticas, que são, por sua vez, passadas para as próximas gerações (HEMINGWAY & RANSON, 2000). Quando essas alterações acontecem e insetos resistentes surgem, à medida que os insetos suscetíveis morrem e apenas os resistentes sobram, estes, passam sua bagagem genética adiante, tornando as próximas gerações também resistentes e causando sérios problemas fitossanitários aos produtores rurais (INSECT BYE, 2016). Dessa forma, pode-se dizer que a resistência de insetos é um fenômeno calcado em mutações genéticas esporádicas, que afetam as proteínas-alvo das moléculas de pesticidas e/ou seu metabolismo. Tal processo, depende, ainda, de uma alta frequência na aplicação dos inseticidas, resultando na pressão seletiva que leva a resistência (ANDOW, 2008 *apud* BERNARDI, 2012).

É nesse sentido que o controle populacional através da redução da oviposição se adequa. A maior parte dos inseticidas sintéticos disponíveis no mercado nos dias de hoje atua por antibiose, isto é, sejam eles mais ou menos tóxicos, suas moléculas causam morte em algum dos estágios do ciclo de vida da espécie, como exemplo, pode-se citar os organofosforados (inibidores das enzimas acetilcolinesterases); organoclorados (interferem nos canais de sódio) e neonicotinóides (abertura dos canais de sódio) (GRECCO *et al*, 2009; PHUA *et al*, 2009). Os inibidores de oviposição atuam por antixenose, causando uma não preferência da praga, agindo através de características físicas, químicas e/ou morfológicas (BASTOS, 2015). Com isso, a pressão seletiva desse tipo de mecanismo é muito menor, uma vez que, ao não causar a morte de indivíduos suscetíveis, mesmo que insetos resistentes a determinado modo de ação surjam, os indivíduos suscetíveis continuam aptos a reprodução, passando seus genes adiante.



Dessa forma, os mecanismos de não-preferência apresentam grande potencial, que tem sido mais explorado nos últimos anos. No entanto, a redução da oviposição, em especial, ainda é subestimada, apesar de sua importância na redução da população, uma vez que seus resultados são visíveis apenas depois do ciclo do inseto. Então, considerando-se a inexistência de estudos relacionados ao controle de pragas agrícolas com a utilização de extratos de folhas de *Styrax camporum* Pohl (Styracaceae), este trabalho tem por objetivo averiguar as alterações sobre a oviposição de *P. xylostella*, quando tratada com extratos hidroalcoólicos (concentração de 1%) e aquosos (concentração de 10%) de *S. camporum* em duas situações diferentes: quando a larva é alimentada com o extrato durante sua fase imatura (extratos hidroalcoólicos) e quando o adulto é exposto diretamente ao extrato durante sua fase madura.

Materiais e Métodos

Criação de *P. xylostella*

Lagartas de *P. xylostella* foram coletadas nas hortas de Dourados e Itaporã, Mato Grosso do Sul. Toda a criação foi mantida no Laboratório de Interação Inseto-Planta (LIIP), da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), situado na unidade 2 da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

Para a criação dos adultos utilizaram-se gaiolas de plástico (9 x 19 x 19 cm), onde os adultos foram alimentados com a mel a 10 mg/mL, a partir de algodões embebidos na solução. Nessa mesma gaiola, foram adicionados discos de papel filtro e, discos de couve sobre eles (ambos com 9 cm² de Ø), para que fossem realizadas as posturas dos ovos (Figura 2).

Após a postura, esses discos foram transferidos para outro recipiente de plástico (30 x 15 x 12 cm), onde as lagartas permaneciam desde a eclosão até o empupamento, alimentadas com folhas de couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) higienizadas com hipoclorito de sódio. As folhas de couve ficaram sobrepostas uma sobre a outra, uma com a face abaxial voltada para cima (folha onde foram colocadas as larvas) e a outra folha com a face abaxial voltada para baixo, de forma que as nervuras se encontrassem. A folha que apresentava a face abaxial voltada para cima foi substituída por uma nova todos os dias, e, aquela que apresentava a face abaxial voltada para baixo ocupava seu lugar.



Após o início do estágio de pupa, elas foram removidas dos recipientes de plástico e levadas novamente para as gaiolas de adultos. Todo o processo de manutenção da criação foi realizado diariamente e mantido em temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa $70 \pm 5\%$ e fotoperíodo de 12 horas.

Preparação dos extratos hidroalcoólicos e aquosos

O material vegetal foi recolhido no assentamento Lagoa Grande em Itahum $22^\circ 05'S$ e $55^\circ 15'W$, Mato Grosso do Sul. As folhas foram destacadas, higienizadas e levadas para secar em uma estufa de circulação forçada de ar, a 45°C , por 3 dias. As folhas secas foram trituradas em um moinho de facas, e o material seco colocado em potes de plástico e armazenado sob proteção de luz e umidade.

Para o preparo do extrato hidroalcoólico (Figura 3), usaram-se as instalações da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS). O pó vegetal passou por maceração hidro-etanólica (35:65, v/v), contendo 100g em 1000 mL de solução, que foi agitado a cada dois dias. O extrato foi filtrado em intervalos de tempo aleatórios por cerca de um mês e meio e, durante cada filtração, mais 1000 mL da solução hidroalcoólica foram adicionadas. Por fim, o extrato foi levado para um rotaevaporador a 45°C sob condições controladas. Depois de concentrado, o produto obtido foi solubilizado em água destilada para que se obtivesse a concentração de 1%.

Para o preparo do extrato aquoso (Figura 14), o mesmo pó foi utilizado para fazer o extrato botânico a uma concentração de 4g/ 40mL (10%) através da técnica de maceração, usando-se água destilada. Após o preparo do extrato, ele foi armazenado em ambiente refrigerado por 24 horas e utilizado em seguida, sendo previamente filtrado por tecido Voil. O mesmo processo de preparo foi realizado todos os dias durante o tempo do experimento.

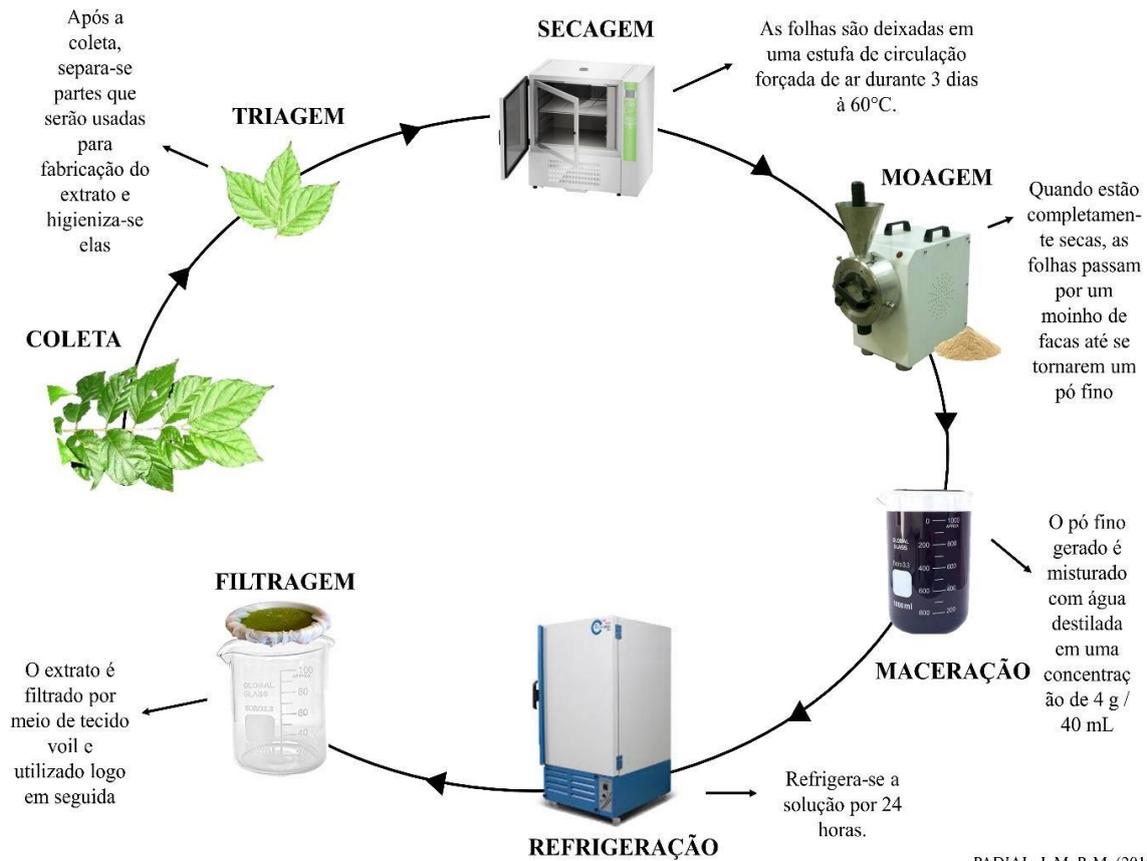


Figura 14. Passo a passo para o preparo dos extratos aquosos utilizados no experimento.

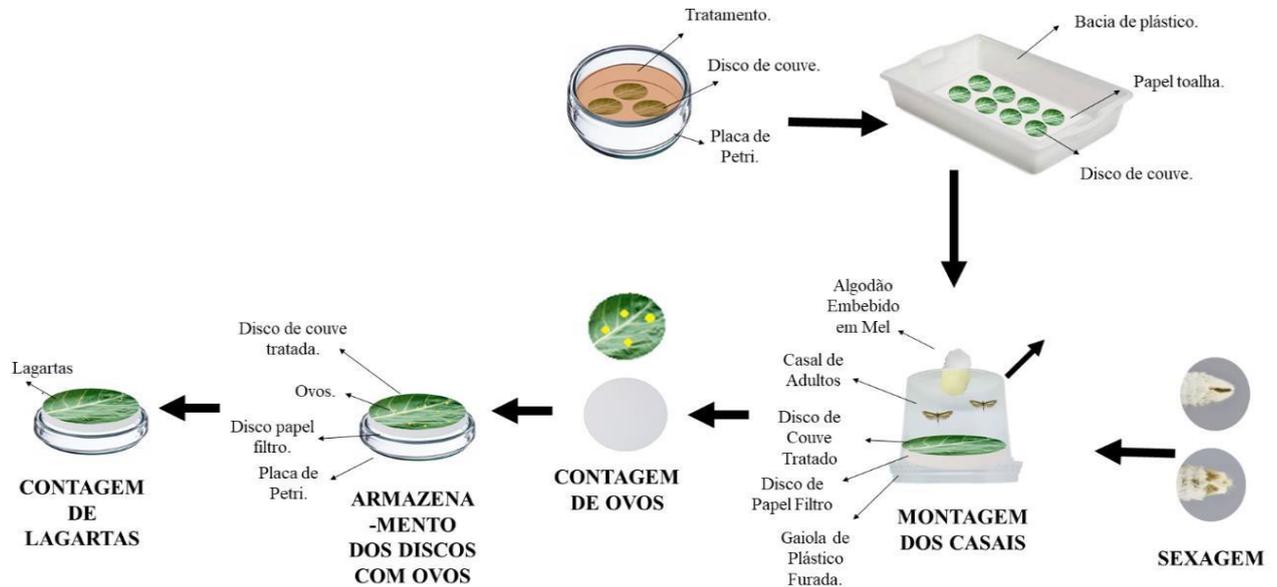
Teste com extratos aquosos e hidroalcoólicos em *P. xylostella*

Foram aplicados 3 tratamentos, sendo que em 2 foram utilizados extratos vegetais das folhas de *S. Camporum*: extrato aquoso (10%), extrato hidroalcoólico (1%) e controle (água destilada).

Foram utilizados tratamentos distintos para adultos e larvas. Os adultos foram expostos ao extrato aquoso e as larvas ao extrato hidroalcoólico. As larvas alimentadas com o extrato hidroalcoólico tiveram os efeitos percussores dessa alimentação observados na fase adulta.

Para o tratamento aquoso (Figura 15), pupas de idades semelhantes foram individualizadas em tubos de ensaio até que o adulto emergisse, as mariposas foram sexadas e individualizaram-se 10 casais, com até 24 horas, em gaiolas de plástico contendo um disco de papel filtro e um disco de couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*). As mariposas foram alimentadas com algodão embebido em uma solução de mel a uma concentração de 10 mg/L. Os discos contendo ovos foram retirados

diariamente, armazenados em placas de Petri e tampados com papel filme, sendo que a contagem de ovos foi realizada durante os 4 primeiros dias de oviposição do casal e a de lagartas 2 duas vezes, 4 e 5 dias após a oviposição.



PADIAL, I. M. P. M. (2019)

Figura 15. Metodologia utilizada para o experimento de ciclo com extratos aquosos e controle; adaptado de Matias, 2017.

O tratamento controle consistiu o mesmo procedimento, no entanto, os discos de couve foram umedecidos com água destilada e, a fase imatura das mariposas foi alimentada com couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) higienizada.

Para o tratamento hidroalcoólico (Figura 16), larvas neonatas foram colocadas individualmente dentro de placas de Petri (5 cm Ø), com um disco de papel de filtro (5 cm Ø) umedecido e dois discos de couve (4 cm² Ø), que foram submergidos em extrato hidroalcoólico durante 30 segundos e colocada para secar naturalmente. Após a montagem, as placas de Petri foram tampadas com papel filme. Os discos de couve foram trocados diariamente. As lagartas foram mantidas nas placas de Petri até a fase pupal e então transferidas para tubos de ensaio tampados com algodão até a emergência dos adultos, que foram então sexados. Após isso, foram montados 10 casais, seguindo-se a mesma metodologia aplicada para a montagem dos casais no tratamento aquoso.

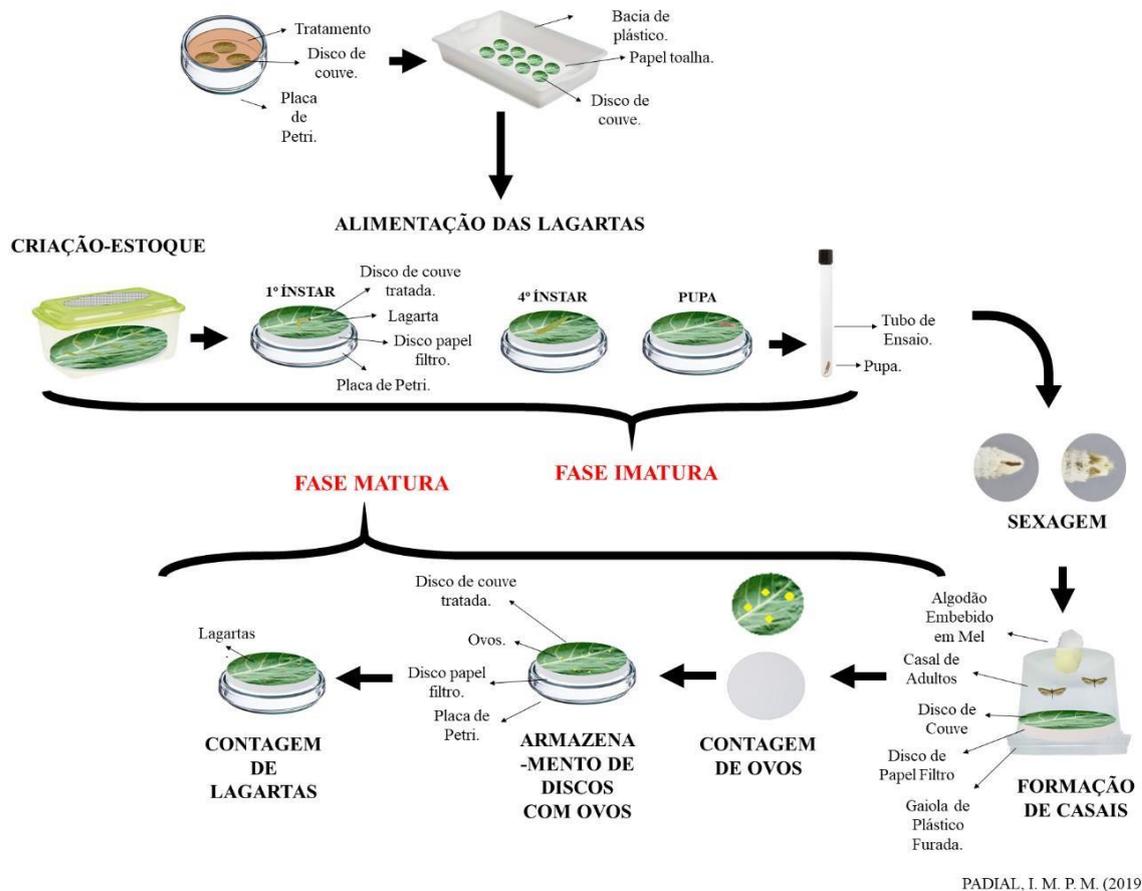


Figura 16. Metodologia utilizada para o experimento ciclo com extratos hidroalcoólicos; adaptado de Matias, 2017.

A oviposição de todos os tratamentos foi contabilizada durante os 4 primeiros dias de oviposição. Os parâmetros avaliados foram: número de ovos e número de lagartas eclodidas.

Análise Estatística

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (Figura 5), com 10 repetições para cada tratamento. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk e depois eles foram submetidos a análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando-se o programa Assistat.

Resultados

O número de ovos foi a característica mais afetada pelos extratos, tendo sido reduzido nos dois tratamentos, em quantidades consideravelmente distintas para cada



uma das condições avaliadas (Tabela 4).

Tabela 4. Número de ovos e de lagartas eclodidas (\pm EP) de *Plutella xylostella* quando tratadas com extratos hidroalcoólicos e aquosos de *Styrax camporum* ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; 70 ± 5 UR; 12h fotofase).

Tratamento	Número de Ovos	Número de Lagartas
E. Hidroalcoólico	$136,90 \pm 42,68$ b n = 10	$97,40 \pm 58,19$ ab n = 10
E. Aquoso	$61,00 \pm 54,17$ c n = 10	$37,60 \pm 39,10$ b n = 10
Controle	$216,90 \pm 68,42$ a n = 5	$110,10 \pm 68,87$ a n = 5
C.V. (%)	26,70	47,48

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; n = a número de casais.

O tratamento com extrato hidroalcoólico causou uma redução de 36% do número de ovos por casal. Esses resultados diferiram do controle. No entanto, o tratamento que provocou maior redução na quantidade de ovos foi o aquoso, que, quando exposto diretamente aos casais, acarretou em uma diminuição de aproximadamente 155 ovos por fêmea, ou seja, uma supressão de 71% no número total de ovos contabilizados por casal.

O número de lagartas eclodidas não diferiu significativamente ao do controle, quando comparado com os resultados obtidos dos extratos hidroalcoólicos, diminuindo em 11% os indivíduos da nova geração (13 lagartas por casal). O único tratamento que diferiu significativamente em relação ao número de lagartas eclodidas foi o aquoso, com uma redução de 72 lagartas por casal, uma queda total de 65% na população inicial da geração F1.

A Figura 17, representa graficamente a diferença de atuação de cada tratamento, sendo possível notar, que em todos os parâmetros, as condições de aplicação dos extratos aquosos provocaram uma redução quantitativa muito superior aos outros tratamentos.

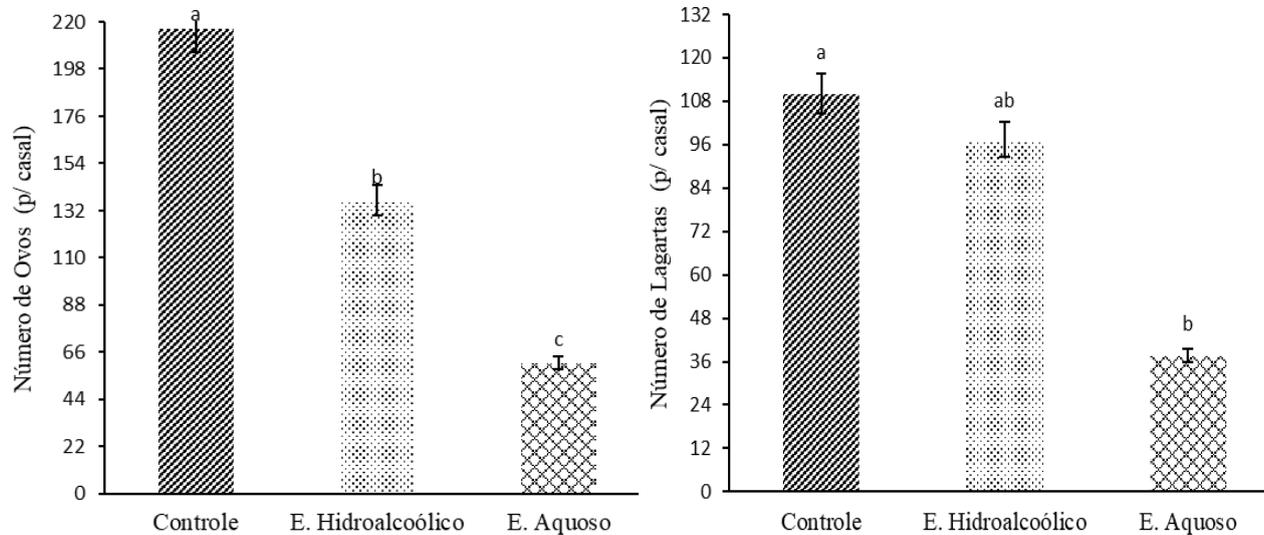


Figura 17. Média do número de ovos ovipositados, à esquerda; número de lagartas eclodidas, à direita, de *Plutella xylostella* após aplicação de extratos hidroalcoólicos e aquosos de *Styrax camporum*.

Discussão

Foi observado no capítulo I, que o tratamento hidroalcoólico teve grande influência na fase matura da espécie, visto que, ao reduzir a biomassa pupal, ele pode ter, conseqüentemente, afetado a produção de ovos das fêmeas. Dessa forma, ao terem a alimentação prejudicada, as larvas expostas ao tratamento hidroalcoólico poderiam ter, também, o desempenho sexual de machos e fêmeas adultos afetados diretamente, reduzindo seu potencial reprodutivo e, conseqüentemente, o número total de ovos por fêmea. No mesmo capítulo também foi citada a possível presença de taninos e triterpenóides, substâncias encontradas em extratos hidroalcoólicos de *S. camporum* anteriormente, com propriedades que reforçam a hipótese acima.

No entanto, foi notado que houve uma queda muito maior na quantidade de ovos com o tratamento com extrato aquoso, ou seja, quando as mariposas foram expostas diretamente aos extratos. *P. xylostella* é uma espécie cujas mariposas possuem hábitos noturnos (CAPINERA, 2008), sendo assim, os estímulos visuais são pouco eficientes no que se refere a atratividade de potenciais hospedeiros para oviposição das fêmeas adultas, necessitando de odores para a localização dos mesmos. Essa hipótese é reforçada por Mordue & Blackwell (1993), ao argumentarem que, tarsos e a probóscide são os quimiorreceptores fundamentais dos



lepidópteros, responsáveis pelos estímulos sensitivos, principal método de escolha do substrato para oviposição. Sendo assim, é possível que os compostos voláteis do extrato aquoso possam ter provocado algum tipo de irritabilidade na fêmea, que, entrando em contato com o substrato, apresentou resistência para postura de ovos.

Os fatos citados acima, não apenas explicam os estímulos morfofisiológicos para a localização da postura das mariposas, como também, esclarecem os resultados obtidos no experimento, podendo servir como uma explicação para que os extratos aquosos tenham apresentado uma maior queda na oviposição, em comparação com os outros tratamentos, onde não houve exposição de adultos aos metabólitos secundários do extrato aquoso de *Styrax camporum*.

No capítulo 2, foi citado o grupo dos flavonoides, por serem hidrossolúveis e poderem estar presentes em extratos aquosos, ao contrário de triterpenóides. Essas substâncias também são recorrente em pesquisas que constata queda de desempenho sexual na fase adulta. Ao evaporarem, esses compostos podem ter entrado em contato com os receptores químicos das mariposas e indicado aquele como um lugar pouco propício para a oviposição (RAVEN, 2009; SOLOMONS *et al*, 2005).

A mortalidade das lagartas diferiu significativamente apenas no tratamento aquoso. Torres *et. al* (2006), relata o descobrimento de microporos de 0,8 μ m, responsáveis pelas trocas gasosas do embrião, em um conjunto de três, nas extremidades dos ovos de *P. xylostella*. Seus ovos, também foram descritos com uma textura rugosa no córion, favorável a aderência de extratos vegetais, mantendo-os fixados na superfície do ovo e podendo matar o embrião ou lagarta neonata. Esses últimos fatores indicam uma possível morte pós-embrionária, causada pelo contato direto do embrião ou larva com o extrato aquoso, que sofre intoxicação.

Também é importante notar que uma queda na fecundidade das mariposas, apesar de afetar o número de gametas produzidos, não afetaria, necessariamente, a sobrevivência ou eclosão das larvas, o que pode explicar o fato de o número de larvas não ter sido reduzido pelo tratamento hidroalcoólico.

Uma menor quantidade no número de ovos e sua respectiva sobrevivência afeta a quantidade de indivíduos da próxima geração; logo, ao afetar o número de lagartas que irão eclodir, pode-se reduzir os danos causados pela praga (MARONEZE & GALLEGOS, 2009). Sendo esta uma pesquisa pioneira, ainda não



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

é possível afirmar quais foram as substâncias que, de fato, atuaram sobre a redução do desempenho de *P. xylostella*. Contudo, simulando o pior cenário à campo (média de 160 ovos por casal; razão sexual 1:1; 100% dos indivíduos sadios prosperam), é possível perceber, na prática, a eficiência do controle populacional através da redução da oviposição. Na situação apresentada os adultos seriam tratados com os extratos aquosos de *S. camporum* e, cada geração que surgisse sofreria uma redução de 71% no número de ovos ovipositados (Tabela 5).

Tabela 5. Número de indivíduos (\pm EP) por geração em condições simuladas de campo, o pior cenário possível e de uma plantaçaõ tratada com os extratos aquosos.

GERAÇÕES	PIOR CENÁRIO (nº de indivíduos)	TRATAMENTO (nº de indivíduos)
Parental	2	2
1ª geração	160	47
2ª geração	12800	1105
3ª geração	1024000	25956
4ª geração	81920000	609960
5ª geração	6553600000	14334063
6ª geração	5,24288E+11	336850479
7ª geração	4,1943E+13	7915986257
8ª geração	3,35544E+15	186025677045

* $n = (Y / 2) \times Z$; onde: Y = nº total de indivíduos da geração; Z = nº de ovos por fêmea (71% menor para plantações tratadas).

A população obtida na 3ª geração de indivíduos tratados representa apenas 2,53% do que ela poderia ser; já na 5ª geração, esse valor cai pra 0,22% e, na 8ª geração, a diferença se torna abruptamente maior, uma vez que houve uma redução superior a 99,99% da população original. Essa simulação demonstra não apenas a aplicabilidade que essa alternativa poderia trazer, mas também, o potencial que os extratos de *Styrax camporum* refletem e como seus efeitos podem ser multiplicados à medida que várias aplicações são feitas com o passar das linhagens.



Conclusão

Em ambas as situações apresentadas os extratos de *Styrax camporum* afetaram as populações de *Plutella xylostella*. Os extratos hidroalcoólicos e aquosos comprometeram a quantidade de ovos ovipositados, ou seja, houve queda na quantidade de ovos quando as larvas foram alimentados com extratos hidroalcoólicos durante a fase larval e quando os adultos foram expostos diretamente ao extrato aquoso. A sobrevivência larval foi maior quando as mariposas foram expostas diretamente aos extratos aquosos, sendo que ele foi o único que diferenciou significativamente do controle. Os resultados mostram grande potencial para o controle de pragas através da redução da oviposição e para o uso de extratos de *Styrax camporum* como bioinseticida.

Referências

- BASTOS, C. S.; VISOTTO, L. E.; FERNADES, F. L.; CARVALHO F., A.; LOPES, E. A.; AQUINO, L. A.; GOD, P. I. V. G.; RUAS, R. A. A.; SOUSA J. J. M. Resistência de plantas a insetos: contextualização e inserção no MIP. **Avanços tecnológicos aplicados à pesquisa na produção vegetal**. Viçosa: UFV, p.32-72, 2015.
- BERNARDI, O. Avaliação do risco de resistência de lepidópteros - praga (Lepidoptera: Noctuidae) à proteína Cry1Ac expressa em soja MON 87701 × MON 89788 no Brasil. **Universidade de São Paulo, USP-Esalq**, Piracicaba, 2012.
- CAPINERA, J. L. **Encyclopedia of Entomology**. Springer. Gainesville, ed. 2, v. 4, 2008.
- GRECCO, F. B.; SCHILD, A. L.; SOARES, A. L.; SOARES, M. P.; RAFFI M. B.; SALLIS, E. S. V.; DAMÉ, M. C. Intoxicação por organofosforados em búfalos no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 211-214, 2009.
- HEMINGWAY, J.; RANSON, H. Insecticide Resistance in Insect Vectors of Human Disease. **Entomology**, v. 45, p. 371-391, 2000.
- INSECT BYE. **Insetos resistentes a inseticidas: saiba mais**. 2016. Disponível em: <<https://www.insectbye.com.br/insetos-resistentes-a-inseticidas/>>.
- MARONEZE, D. M.; GALLEGOS, D. M. N. Efeito de extrato aquoso de *Melia azedarach* no desenvolvimento das fases imatura e reprodutiva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 537-550, 2009.
- MORDUE, A. J.; BLACKWELL, A. *Azadirachtin*: an update. **Journal of Insect**



Physiology, v. 30, n.19, p. 903–924, 1993.

NWOSU, L.C. Chemical bases for maize grain resistance to infestation and damage by the maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky. **Journal of Stored Products Research**, v. 69, p. 41-50, 2016.

PHUA D. H., LIN, C. C., WU M. L., DENG, J. F., YANG, C. C. Neonicotinoid insecticides: an emerging cause of acute pesticide poisoning. **Clin Toxicol Phila Pa**, v. 47, n. 4, p. 336-341, 2009.

RAVEN, P. H. et al. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, ed. 7, 2009.

SOLOMONS, T. V. G.; FRYHLE, C. B. **Química orgânica**. Rio de Janeiro: LTC, . v. 2, ed. 8, 588 p., 2005.

TORRES, A. L.; JÚNIOR, A. L. B.; MEDEIROS, C. A. M; BARROS, R. Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyriformium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. **Fitossanidade**. Bragantia, Campinas, v. 65, n. 3, p. 447-457, 2006.