

PARÂMETROS BIOLÓGICOS E SUSCETIBILIDADE DE POPULAÇÕES DE
Plutella xylostella L. 1758 DA REGIÃO SERRANA DO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO A INSETICIDAS

WANDERSON ROSA DA SILVA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO
CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2026

PARÂMETROS BIOLÓGICOS E SUSCETIBILIDADE DE POPULAÇÕES DE
Plutella xylostella L. 1758 DA REGIÃO SERRANA DO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO A INSETICIDAS

WANDERSON ROSA DA SILVA

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual
do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das
exigências para a obtenção do título de Mestre em
Produção Vegetal”.

Orientador: GERSON ADRIANO SILVA

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2026

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

S586

Silva, Wanderson Rosa da.

PARÂMETROS BIOLÓGICOS E SUSCETIBILIDADE POPULAÇÕES DE *Plutella xylostella* L.
1758 DA REGIÃO SERRANA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO A INSETICIDAS / Wanderson Rosa
da Silva. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2026.

66 f. : il.

Inclui bibliografia.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2026.
Orientador: Gerson Adriano Silva.

1. Brássicas. 2. Tabela de vida. 3. Traça-das-crucíferas. I. Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 630

PARÂMETROS BIOLÓGICOS E SUSCETIBILIDADE DE POPULAÇÕES DE *Plutella xylostella* L. 1758 DA REGIÃO SERRANA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO A INSETICIDAS

WANDERSON ROSA DA SILVA

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Aprovada em 24 de Fevereiro de 2026

Comissão Examinadora:

Eliseu José Guedes Pereira (PhD., Entomologia) – UFV

Gilberto Soares Albuquerque (PhD., Entomologia) – UENF

Richard Ian Samuels (PhD., Entomologia) – UENF

Gerson Adriano Silva (D.Sc., Fitotecnia) – UENF

Orientador

Aos meus pais, André Campanário da Silva e Elinete Miranda da Rosa, que me deram a vida e sempre me apoiaram em tudo; mesmo quando não conseguiam compreender os meus sonhos. Aos meus irmãos, Taynara da Silva Barroso e Kayky Rosa da Silva, que me ensinaram a dádiva de compartilhar.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir ter esta experiência aqui na Terra. Agradeço também a todos os benfeitores que me auxiliam a não desistir;

Agradeço à estudante de iniciação científica, Kamilly Ribeiro da Silva e, ao doutorando Douglas Olinda, por dividirem as atividades das criações de *Plutella xylostella*;

Agradeço aos produtores rurais que contribuíram para este trabalho, permitindo a realização de coletas em suas lavouras de brássicas;

Agradeço aos técnicos de campo, Sr. Francisco, e Sr. Abel (Mamão);

Agradeço aos meus amigos Adriano, Arthur, Diana, Fabiano, Gabriel Garreto, Gabriel Mendonça, Guilherme, João Victor Barcelos, Kíssila França, Letícia, Laura, Ludimila, Maria Clara, Mayara e Valdinei, que me auxiliaram nas etapas deste trabalho. Em especial, agradeço ao amigo Gabriel Garreto pela confecção do mapa (Figura 1). Seus mapas são incríveis, amigo;

Agradeço ao querido Vitor Carvalho por todo apoio durante o meu mestrado;

Agradeço ao meu orientador por sempre ter paciência e compreensão nesse processo de trocas e de aprendizagem;

Agradeço ao professor Dr. Gilberto Albuquerque por ceder seu laboratório para fazermos a criação dos insetos;

Agradeço à Dra. Marcelita e ao professor Dr. Nilson por aceitarem ser suplentes da minha banca avaliadora;

Agradeço a todos os componentes do Laboratório de Entomologia e Fitopatologia por todo auxílio durante este processo;

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e à UENF pela oportunidade de poder cursar o mestrado;

Agradeço à CAPES e à FAPERJ pelos fomentos.

Obrigado a todos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1. Brássicas	4
3.2. Biologia da traça-das-crucíferas <i>Plutella xylostella</i>	5
3.3. Métodos de controle da traça-das-crucíferas	6
3.4. Resistência de <i>Plutella xylostella</i> a inseticidas	8
3.5. Tabela de vida aplicada à resistência de insetos a inseticidas	11
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4.1. Insetos	13
4.2. Bioensaios	15
4.2.1. Determinação da suscetibilidade de <i>Plutella xylostella</i> a inseticidas	15
4.2.2. Avaliação dos efeitos subletais	16
4.3. Análise dos dados.....	17
5. RESULTADOS.....	21
5.1. Efetividade das doses de uso a campo dos inseticidas sobre larvas de <i>Plutella xylostella</i>	21
5.2. Probabilidade de falha de controle	23
5.3. Efeitos subletais dos inseticidas clorantraniliprole, malationa e metomil sobre os parâmetros de desenvolvimento de <i>Plutella xylostella</i>	25

5.4. Tabela de vida biológica de <i>Plutella xylostella</i> sobrevivente à exposição aos inseticidas clorantraniliprole, malationa e metomil.....	28
5.5. Agrupamento de populações.....	31
6. DISCUSSÃO	32
7. CONCLUSÕES	36
APÊNDICE.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação de ingredientes ativos e produtos registrados no Brasil para o controle de traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*) nas culturas de brócolis, couve-flor e repolho.

Tabela 2: Nomenclatura, concentração e dosagens dos inseticidas utilizados nos bioensaios com *Plutella xylostella*.

Tabela 3: Efeitos de diferentes inseticidas sobre parâmetros populacionais de populações de *Plutella xylostella* originárias de Bom Jardim, Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis em função da exposição de larvas a resíduos secos dos inseticidas clorantraniliprole, malationa e metomil em condições laboratoriais: temperatura entre 25 e 27 °C, umidade relativa de 60 10% e fotoperíodo de 12 h.

Tabela 4: Parâmetros da tabela de vida de populações de *Plutella xylostella* de Bom Jardim, Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis em função da exposição de larvas a resíduos secos dos inseticidas clorantraniliprole, malationa e metomil em condições laboratoriais: temperatura entre 25 e 27 °C, umidade relativa de 60 10% e fotoperíodo de 12 h.

Tabela 5: Resultados da análise de comparação de médias de mortalidade com porcentagem de mortalidade esperada (80%) pelo teste t ($P < 0,05$).

Tabela 6: Preços de inseticidas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa dos locais de coleta de *Plutella xylostella* em cultivos de brássicas em 2025. Mapa elaborado por Gabriel Garreto, 2026.

Figura 2: Mortalidade de larvas (média $\pm$ EP) de populações de *Plutella xylostella* pós-exposição a resíduos secos dos inseticidas clorantraniliprole, clorfenapir, espinosade, malationa e metomil. O tamanho amostral para cada um dos tratamentos e controle foi: $n = 50$. O tempo de exposição foi de 72 horas, e a mortalidade foi observada a cada 24 h durante 7 dias. A média de mortalidade foi calculada somando-se a mortalidade observada ao longo dos sete dias de avaliação. As populações de *Plutella xylostella* foram coletadas em lavouras de brássicas nas cidades de: (A) Bom Jardim, (B) Campos dos Goytacazes, (C) Nova Friburgo, (D) Sumidouro e (E) Teresópolis. A linha traçada na altura de 80% no eixo de mortalidade representa a mortalidade mínima exigida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para que um inseticida seja considerado eficiente. * denota diferença significativa entre a média observada e o valor padrão de 80% quando comparadas pelo teste t ($P < 0,05$). Por outro lado ns denota que não há diferença significativa entre a média observada e o valor padrão de 80% quando comparadas pelo teste t ($P < 0,05$).

Figura 3: Probabilidade de falha de controle (PFC) dos inseticidas clorantraniliprole, malationa e metomil para as populações de *Plutella xylostella* coletadas em lavouras de brássicas nas cidades de: (A) Bom Jardim, (B) Campos dos Goytacazes, (C) Nova Friburgo, (D) Sumidouro e (E) Teresópolis.

Figura 4: Dendrograma de agrupamento de diferentes populações de *Plutella xylostella* de acordo com a suscetibilidade geral aos inseticidas clorantraniliprole, clorfenapir, espinosade, malationa e metomil.

RESUMO

DA SILVA, Wanderson Rosa; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; fevereiro de 2026; Parâmetros biológicos e suscetibilidade de populações de *Plutella xylostella* L. 1758 da Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro a inseticidas; Orientador: D.Sc. Gerson Adriano Silva.

Bom Jardim, Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis possuem grande expressão na produção de brássicas no estado do Rio de Janeiro. Um dos fatores limitantes para a produção de brássicas é o ataque de insetos-praga, especialmente a traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella* L.). O manejo desse inseto baseia-se, predominantemente, na utilização de inseticidas sintéticos; entretanto, há diversos relatos de resistência a esse método. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros biológicos e a suscetibilidade de populações de *P. xylostella* coletadas nestes quatro municípios e compará-los com a população de Campos dos Goytacazes — município com pouca expressão de brássicas e baixo uso de inseticidas — quando expostas às dosagens recomendadas para uso a campo dos inseticidas clorantraniliprole (Premio® 200g i.a. L-1), clorfenapir (Pirate® 240g i.a. L-1), espinosade (Tracer® 480g i.a. L-1), malationa (Malathion® 500g i.a. L-1) e metomil (Lannate® 215g i.a. L-1). O estudo revelou que as cinco populações de insetos foram suscetíveis aos inseticidas clorfenapir e espinosade. Em contraste, clorantraniliprole e metomil apresentaram baixa eficácia (<80%) nas populações de Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis, indicando alto risco de falha de controle (PFC >50%). Observou-se que, de modo geral, os inseticidas clorantraniliprole, malationa e metomil ocasionaram efeitos subletais variáveis, incluindo alterações na longevidade, fecundidade e peso de pupa. O agrupamento das populações pelo perfil de suscetibilidade separou as populações de Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis daquelas de Bom Jardim e Campos dos Goytacazes. Conclui-se que há evidências de baixa eficácia a clorantraniliprole, metomil e malationa nos principais polos produtores de brássicas da região, exigindo ajustes no manejo e rotação de inseticidas, com destaque para a eficácia mantida de espinosade e clorfenapir.

Palavras-chave: Brássicas, tabela de vida, traça-das-crucíferas.

ABSTRACT

Da SILVA, Wanderson Rosa da Silva; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; February 2026; Biological parameters and susceptibility of *Plutella xylostella* (L., 1758) populations from the Mountain Region of Rio de Janeiro State to insecticides; Adviser: D.Sc. Gerson Adriano Silva.

Among the main brassica-producing municipalities in the Serrana Region of the State of Rio de Janeiro are Bom Jardim, Nova Friburgo, Sumidouro, and Teresópolis. One of the limiting factors for brassica production is the attack of insect pests, especially the diamondback moth (*Plutella xylostella* L.). The management of this insect is predominantly based on the use of synthetic insecticides; however, there are numerous reports of resistance to this method. Therefore, the objective of this study was to evaluate the biological parameters and susceptibility of *P. xylostella* populations collected in the municipalities of Bom Jardim, Nova Friburgo, Sumidouro, Teresópolis, and Campos dos Goytacazes when exposed to the recommended field dosages of the insecticides chlorantraniliprole (Premio® 200g a.i. L⁻¹), chlorfenapyr (Pirate® 240g a.i. L⁻¹), spinosad (Tracer® 480g a.i. L⁻¹), malathion (Malathion® 500g a.i. L⁻¹), and methomyl (Lannate® 215g a.i. L⁻¹). The study revealed that the five insect populations were susceptible to chlorfenapyr and spinosad. In contrast, chlorantraniliprole and methomyl showed low efficacy (<80%) in the populations from Nova Friburgo, Sumidouro, and Teresópolis, indicating a high risk of control failure likelihood (CFL >50%). It was observed that, in general, the insecticides chlorantraniliprole, malathion, and methomyl caused variable sublethal effects, including changes in longevity, fecundity, and pupal weight. The clustering of populations based on susceptibility profiles separated the populations from Nova Friburgo, Sumidouro, and Teresópolis from those of Bom Jardim and Campos dos Goytacazes. It is concluded that there is evidence of low efficacy of chlorantraniliprole, methomyl, and malathion in the main brassica-producing hubs of the region, requiring adjustments in management and insecticide rotation, with emphasis on the maintained efficacy of spinosad and chlorfenapyr.

Keywords: Brassicas, life table, diamondback moth.

1. INTRODUÇÃO

A Região Serrana do estado do Rio de Janeiro é conhecida por sua produção olerícola feita em pequenas propriedades por agricultores familiares (Marafon, 2006; Sebrae Rio de Janeiro, 2021). A produção de hortaliças da família Brassicaceae, principalmente *Brassica oleracea* var. *acephala* (couve), *Brassica oleracea* var. *botrytis* (couve-flor), *Brassica oleracea* var. *italica* (brócolis) e *Brassica oleracea* var. *capitata* (repolho) apresenta destaque na produção da região. Os municípios que se destacam na produção de brássicas são Bom Jardim, Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis, produzindo principalmente brócolis, couve-flor, couve-mineira e repolho. A estimativa é de que esses municípios produzam, aproximadamente, 83,8% (112.488,17 toneladas) da produção total dessas culturas no Rio de Janeiro (134.209,73 toneladas) (Emater Rio, 2024).

Uma limitação ao cultivo de brássicas é o ataque da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* L. (1758) (Lepidoptera: Plutellidae) (Talekar e Shelton, 1993; Silva Filho, 2020). Fêmeas de *P. xylostella* depositam ovos nas folhas, e após três ou quatro dias ocorre a eclosão das larvas. As larvas passam por quatro instares. As larvas de primeiro instar se alimentam do parênquima foliar e formam minas. À medida que as larvas passam pelos instares seguintes elas se alimentam da epiderme das folhas e ocasionam furos, podendo levar à desfolha. A desfolha pode levar a perdas de produtividade de até 100%, além de inviabilizar a comercialização das estruturas atacadas (folhas e cabeças) (Armstrong, 1992; Gallo, 2002; Imenes et al., 2002).

O método químico é o mais utilizado para controle de *P. xylostella* (Silva Filho et al., 2023; Souza et al., 2025). Muitos agricultores têm utilizado inseticidas sintéticos de forma preventiva, com intervalos curtos entre aplicações, de uma a duas vezes por semana (Mazlan e Mumford, 2005; Grzywacz et al., 2010; Buralli et al., 2020). Apesar do uso intenso de inseticidas, há relatos de ineficiência dos principais inseticidas utilizados no controle de *P. xylostella*. Segundo Neto (2016), a ineficiência dos inseticidas pode estar relacionada ao manejo inadequado e à plasticidade genética dos insetos, o que contribui para o surgimento de populações resistentes a inseticidas.

No Brasil, há registros de populações de *P. xylostella* com resistência aos inseticidas abamectina, cartap, deltametrina e metamidofós no Distrito Federal (Castelo Branco e Gatehouse, 1997; Castelo Branco e Melo, 2002); à deltametrina nos estados de Minas Gerais, Ceará, Distrito Federal, Bahia, Mato Grosso; e a diamidas em municípios do estado de Pernambuco (Nóbrega et al., 2013; Ribeiro, 2014; Arruda et al., 2020; Silva Filho et al., 2023). No estado do Rio de Janeiro, há poucos estudos sobre a resistência de *P. xylostella* a inseticidas, mas existem relatos de agricultores da Região Serrana sobre a dificuldade em realizar o controle de *P. xylostella* em brássicas com o uso de inseticidas (informação verbal).

Assim, com base no histórico de diversos casos de resistência a inseticidas, a hipótese central deste estudo foi a de que há populações de *P. xylostella* na Região Serrana do Rio de Janeiro resistentes a inseticidas utilizados em seu controle. Logo, o objetivo deste estudo foi avaliar os parâmetros biológicos e a suscetibilidade de populações de *P. xylostella* dos municípios de Bom Jardim, Nova Friburgo, Sumidouro, Teresópolis e Campos dos Goytacazes aos inseticidas mais utilizados em seu controle.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a suscetibilidade de populações amostrais de *Plutella xylostella* advindas dos municípios de Bom Jardim, Nova Friburgo, Sumidouro, Teresópolis e Campos dos Goytacazes aos inseticidas clorantraniliprole, clorfenapir, malationa, metomil e espinosade.

2.2. Objetivos Específicos

- Verificar se há suscetibilidade de *Plutella xylostella* às doses recomendadas dos inseticidas mais utilizados para o seu controle.
- Investigar se há variação nesta suscetibilidade de *P. xylostella* entre os municípios estudados.
- Verificar os efeitos dos inseticidas sobre os insetos sobreviventes aos bioensaios com dosagens recomendadas, avaliando-se parâmetros da tabela de vida e populacionais.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Brássicas

A família Brassicaceae, sinonímia de Cruciferae, é muito diversa, com aproximadamente 338 gêneros e mais de 3500 espécies descritas. Seu possível centro de origem é a região irano-turaniana, onde está localizado o Irã, Ásia Ocidental e Central (Hedge, 1976; Franzke et al., 2011; Cai et al., 2022). Dentre as espécies com maior importância agrícola, a espécie *Brassica oleracea* é uma das mais conhecidas em todo o mundo, englobando um complexo de variedades que são amplamente cultivadas, tais como: brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*), couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), couve-mineira (*Brassica oleracea* var. *acephala*) e repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) (Yu et al., 2013; Cai et al., 2022).

As brássicas são ricas em vitaminas C e K, minerais como cálcio, ferro, magnésio e potássio, além de fibras e fitoquímicos como os isotiocianatos (Verkerk et al., 2009; Domínguez-Perles et al., 2014; Castelão-Baptista et al., 2021). Além disso, elas possuem ciclo de cultivo relativamente curto e, por isso, são amplamente utilizadas pelos seres humanos na alimentação e em pesquisas científicas (Williams e Hill, 1986; Himelblau et al., 2004; Sanlier e Guler, 2018). As brássicas são sensíveis a temperaturas elevadas e ao excesso de umidade. As temperaturas ideais para o cultivo são de 14 a 17 °C para couve-flor, de 15 a 20 °C para o repolho e abaixo de 30 °C para o brócolis (Melo et al., 2016).

No âmbito econômico, em 2023, a comercialização de brássicas movimentou aproximadamente 37,27 bilhões de dólares, e os três principais produtores mundiais foram China, Índia e Coreia do Sul (Globe News Wire, 2023; ReportLinker, 2023; The Business Research Company, 2023). No Brasil, os estados do Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo são considerados os maiores produtores de brássicas (Embrapa Hortaliças, 2017). No estado do Rio de Janeiro, os principais municípios produtores de brássicas estão localizados na Região Serrana, dentre os quais destacam-se os municípios de Bom Jardim, Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis, com destaque para os cultivos de brócolis, couve-folha, couve-flor e

repolho. No ano de 2024, a produção desses quatro cultivos no Estado do Rio de Janeiro foi de 134.209,73 toneladas. Somadas, as produções destes quatro municípios representaram 84,0% da produção total de brássicas do estado, demonstrando a importância desses municípios na produção de brássicas. O repolho é, de longe, a cultura de maior produção, com 55.285,93 t (41,2%), seguida por couve (33.223,62 t; 24,8%), couve-flor (27.922,23 t; 20,8%) e brócolis (17.777,95 t; 13,2%) (Emater-Rio, 2024).

3.2. Biologia da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella*

A traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* L (1758), possui como provável centro de origem a região do Mediterrâneo (Filgueira, 1987; Monnerat, 1995). Segundo Capinera (2000), o primeiro registro de traça-das-crucíferas na América do Norte ocorreu em 1854. Já no Brasil, não há uma data exata para a primeira observação desse inseto; porém, Medeiros et al. (2003) citam que o primeiro registro da praga aconteceu no estado da Bahia.

A traça-das-crucíferas pertence à família Plutellidae (Guenée, 1845), que é constituída por 53 gêneros. As principais características inerentes a essa família são a presença de um tufo de cerdas em formato triangular nos palpos labiais e as veias M1 e M2 pedunculadas nas asas posteriores (Dombroskie, 2011; Edde, 2021; Taxonomicon, 2024a). Dentre estes 53 gêneros, está *Plutella* (Schränk, 1802), que engloba 40 espécies, sendo *P. xylostella* uma das mais reportadas em estudos científicos (Taxonomicon, 2024b).

No estágio adulto *P. xylostella* tem cerca de 6 a 10 mm de comprimento. Normalmente, apresenta a base das asas franjada e coloração parda, com uma mancha mais clara no dorso, lembrando um diamante (Capinera, 2000; Vacari, 2009; De Moura et al., 2019).

As fêmeas normalmente fazem a postura de seus ovos na face abaxial das folhas, mas, em alguns casos, a postura pode ocorrer em outras regiões das plantas de brássicas, como pecíolo, caule e no solo próximo às plantas. Os ovos podem ser postos de forma individual ou agrupados (Sarfraz et al., 2005; De Moura et al., 2019). A fecundidade das fêmeas varia de 82 a 200 ovos (Sun, 1992; Ebrahimi et al., 2008). Os ovos são pequenos, medindo menos de 1 mm, e possuem coloração

entre amarelo e verde-claro (Castelo Branco et al., 1997; Vacari, 2009). A eclosão dos ovos ocorre entre três e quatro dias, pois o tempo de incubação depende diretamente da temperatura média do período, podendo haver encurtamento ou prolongamento desse período.

As larvas de *P. xylostella* possuem coloração verde, podendo ser diferenciadas entre machos e fêmeas pela presença de duas pontuações amarelas (gônadas masculinas) no terço final das larvas (Pereira, 2019). O estágio larval é dividido em quatro instares: logo após a eclosão, as larvas são classificadas como de primeiro instar. Nessa fase, medem aproximadamente 1,7 mm e, ao se alimentarem do mesófilo foliar, formam minas, deixando apenas a cutícula foliar. No segundo instar, as larvas atingem 3,5 mm de comprimento, perdem o hábito minador e passam a se alimentar mais intensamente das folhas. No terceiro instar, medem aproximadamente 7,0 mm de comprimento. No quarto instar, medem entre 10 e 11 mm de comprimento. O estágio larval dura cerca de 8 a 10 dias (Capinera, 2000; Genç, 2021). Ao final do quarto instar, as larvas confeccionam um casulo com fios de seda, no qual se transformam em pupas. A duração desse estágio varia entre 2 e 12 dias (Bel-les, 2011; De Moura et al., 2019; Truman, 2019).

3.3. Métodos de controle da traça-das-crucíferas

O ataque de *P. xylostella* pode ocasionar perdas nas lavouras de brássicas. Com o intuito de reduzir esse ataque, os agricultores utilizam medidas de controle. Diversos métodos podem ser empregados no manejo de populações de *P. xylostella* em lavouras de brássicas, como os controles biológico, comportamental, cultural e químico (Li et al., 2016).

O controle cultural consiste na utilização de práticas agrícolas para o manejo de *P. xylostella*. A rotação de culturas, o cultivo consorciado, a utilização de plantas armadilhas e a irrigação noturna por meio de aspersores são exemplos do controle cultural para a traça-das-crucíferas (Capinera, 2000; De Bortoli et al., 2013; Philips et al., 2014).

O controle biológico é um fenômeno natural que consiste na regulação de populações de plantas e animais por inimigos naturais (Gallo et al., 2002; Furlong et al., 2004; De Bortoli et al., 2013; Philips et al., 2014). O controle biológico é

subdividido em clássico, natural e aplicado, sendo os dois últimos os mais utilizados no manejo de *P. xylostella* em lavouras de brássicas. Os agentes de controle biológico são classificados em predadores, parasitoides e microrganismos entomopatogênicos (vírus, bactérias, fungos e nematoides). Alguns exemplos de parasitoides de *P. xylostella* são *Trichogramma pretiosum* Riley 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) que parasita os ovos, impedindo que surjam novas lagartas (Guo et al., 1999; Tabone et al., 2010; Massaroli et al., 2021), e *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae), que pode ocasionar taxas de parasitismo de larvas e pupas acima de 90% (Castelo-Branco & Medeiros, 2001; Ferreira et al., 2003). Dentre os predadores, destacam-se aranhas, coleópteros, percevejos e vespas predadoras, frequentemente relatados como causadores de mortalidade de *P. xylostella* em lavouras de brássicas (Bacci et al., 2009; Quan et al., 2011).

Entre os microrganismos, alguns fungos entomopatogênicos são aplicados no manejo de *P. xylostella*, como *Beauveria bassiana* Balsamo (Hypocreales: Ophiocordycipitaceae) e *Metarhizium anisopliae* Metchnikoff (Hypocreales: Clavicipitaceae) (Agboy et al., 2020; Bathina e Bonam, 2020; Shehzad et al., 2023). Os baculovírus são exemplos de vírus aplicados no manejo de *P. xylostella*, principalmente os dos gêneros *Alphabaculovirus* e *Betabaculovirus* (Grzywacz et al., 2001; Farrar et al., 2007; Jiménez-Hernández et al., 2022). As principais espécies de nematoides entomopatogênicos são *Steinernema carpocapsae* Weiser, *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, *Heterorhabditis indica* Poinar (Shinde e Singh, 2000; Schroer e Ehlers, 2005; Somvanshi e Ganguly, 2007).

O manejo com inseticidas sintéticos é tido como a principal ferramenta utilizada para o controle de *Plutella xylostella* (Abro et al., 2013; Song et al., 2022; Silva Filho et al., 2023). No Brasil, são registrados diversos produtos para o manejo da *P. xylostella*. Para a cultura do brócolis, são registrados 38 produtos e pelo menos 15 ingredientes ativos (Tabela 1) (MAPA, 2025). Para a cultura de couve-flor, são registrados 34 produtos químicos, sendo 18 ingredientes ativos (Tabela 1) (MAPA, 2025). Já para a cultura do repolho, há 71 produtos registrados e 21 ingredientes ativos diferentes (Tabela 1) (MAPA, 2025).

Tabela 1. Relação de ingredientes ativos e produtos registrados no Brasil para o controle de traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*) nas culturas de brócolis, couve-flor e repolho

Ingrediente ativo (Grupo Químico)	Quantidade de produto por cultura		
	Brócolis	Couve-flor	Repolho
Acefato (organofosforado)	1	1	1
Alfa-cipermetrina (piretroide) + Teflubenzurom (benzoilureia)	-	1	1
Azadiractina (Tetranortriterpenoide)	1	2	5
Benzoato de Emamectina (avermectina) + lufeniurom (benzoilureia)	1	1	1
Benzoato de Emamectina (avermectina)	1	1	1
Carbaril (metilcarbamato de naftila)		1	1
Ciantraniliprole (antranilamida)	3	3	3
Clorantraniliprole (antranilamida) + lambda-cialotrina (piretroide)	1	1	3
Clorantraniliprole (antranilamida) + tiametoxam (neonicotinoide)	-	-	1
Clorantraniliprole (antranilamida)	2	2	2
Clorfenapir (análogo de pirazol)	-	-	5
Deltametrina (piretroide)	4	4	4
Espinosade (espinosinas)	1	1	1
Indoxacarbe (oxadiazina) + novalurom (benzoilureia)	-	1	1
Indoxacarbe (oxadiazina)	5	5	5
Lufeniurom (benzoilureia)	2	2	11
Metaflumizone (semicarbazone)	1	1	1
Metomil (metilcarbamato de oxima)	12	-	11
Novalurom (benzoilureia)	1	1	5
Permetrina (piretroide)	-	4	5
Teflubenzurom (benzoilureia)	-	-	1
Tolfenpyrad (pirazol)	2	2	2
Total de Produtos registrados	38	34	71

Fonte: Agrofit, Ministério da Agricultura Pesca e Abastecimento

3.4. Resistência de *Plutella xylostella* a inseticidas

A resistência a inseticidas é definida como uma modificação gênica de um organismo em resposta à utilização de produtos tóxicos aplicados a esse organismo,

e essa modificação interfere na eficiência do produto tóxico quando utilizado em concentração recomendada para o manejo desse organismo a campo (Sawicki, 1987; Moberg, 1990). Ou, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (WHO) (1971) é o desenvolvimento da tolerância às dosagens de produtos tóxicos que, em circunstâncias normais, deveriam ocasionar a mortalidade da maioria dos indivíduos expostos a esses produtos. É relatada a existência de quatro mecanismos de resistências de insetos a inseticidas, sendo eles a resistência metabólica, resistência da cutícula à penetração de inseticidas, resistência comportamental e resistência por modificação no sítio de ação dos inseticidas no corpo dos insetos (Chareonviriyaphad et al., 2013; Shehzad et al., 2023). *Plutella xylostella* é uma espécie conhecida ao redor do mundo por sua elevada capacidade de desenvolvimento de resistência a inseticidas (Castelo Branco et al., 1997; Santos et al., 2011; Agboyi et al., 2016; Xia et al., 2018; Banazeer et al., 2021; Qian et al., 2024).

Resistência comportamental é tida como uma das primeiras estratégias dos insetos para evitarem inseticidas. Ao serem expostos a inseticidas, os insetos podem interromper a alimentação e/ou abandonar a área que contenha o produto (Shehzad et al., 2023). Zago et al. (2014) relatam esse mecanismo de resistência para *P. xylostella* ao observarem que larvas evitaram regiões tratadas com *Bacillus thuringiensis* e que fêmeas evitaram ovipositar em superfícies tratadas com inseticidas Dipel® e Xentari® (Sarfraz et al., 2005; Zago et al., 2014). Foi observado por Silva Filho et al. (2020) que larvas de *P. xylostella* apresentaram resistência comportamental ao inseticida clorantraniliprole, ao se locomoverem por mais tempo, como uma tentativa de evitar superfícies tratadas com esse inseticida, enquanto larvas do grupo-controle (população suscetível) não apresentaram o mesmo comportamento.

A resistência à penetração de inseticidas pode ser gerada pela modificação da cutícula do inseto, por meio da deposição de hidrocarbonetos específicos ou, ainda, por meio da alteração dos componentes do tegumento (Shehzad et al., 2023). Chen et al. (2020) sugeriram que a superexpressão de gene (CYP4G19), que codifica a enzima Citocromo P450 em baratas (*Blattella germanica* L.) resistentes a piretroide, estava diretamente ligada a uma elevada produção de hidrocarbonetos cuticulares. Tais modificações na cutícula/tegumento retardam ou impedem a

penetração do inseticida pela cutícula das baratas e retardam a interação do inseticida com seu sítio de ação (Balabanidou et al., 2018; Chen et al., 2020; Xing et al., 2020).

Existem poucos trabalhos relacionados à resistência à penetração de inseticidas em *P. xylostella*. Noppun et al. (1989) observaram que a penetração do inseticida esfenvalerato (piretroide) foi mais lenta em populações resistentes, em comparação com a população de *P. xylostella* não resistente. Segundo esses autores, a lenta penetração do inseticida pela cutícula possibilitou que enzimas responsáveis pela desintoxicação realizassem a inativação do inseticida. Adicionalmente, Shabbir et al. (2021) observaram que populações de *P. xylostella* resistentes a inseticidas tiveram superexpressão de componentes envolvidos na síntese da cutícula, tais como quitinase e desidrogenase.

A resistência metabólica envolve sistemas enzimáticos que possuem a capacidade de sequestrar e/ou desintoxicar um organismo de moléculas tóxicas antes que estas atinjam o seu sítio alvo (Hemingway, 2000; Panini et al., 2016; Shehzad et al., 2023). Existem três principais famílias de enzimas metabólicas envolvidas nesse mecanismo de resistência: citocromo P450 (P450s); glutathione S-transferase (GSTs) e esterases (Hemingway, 2000; Li et al., 2006). Lin et al. (2013), analisando o desenvolvimento de resistência a clorantraniliprole em populações de *P. xylostella*, observaram a superexpressão de enzimas como P450 e GST. Resultados similares foram observados por Zhang et al. (2017), porém para populações de *P. xylostella* resistentes ao inseticida indoxacarb. Ao analisar populações de traças-das-crucíferas resistentes a pyridalyl, Wang et al. (2020) observaram superexpressão de enzimas P450, porém, não foi observada alteração na expressão das enzimas GST e esterases, sugerindo a dominância da enzima P450 no processo de detoxificação em larvas de *P. xylostella*.

Os inseticidas possuem locais específicos para causarem seu efeito no organismo do inseto; esses locais são denominados sítios de ação (Narahashi et al., 2007). Após exposições frequentes a um mesmo inseticida, indivíduos com elevada adaptabilidade (mutantes) podem aumentar a sua frequência nas populações ao longo de gerações. Alterações (mutações) podem ocorrer nos sítios onde se ligam os inseticidas, reduzindo a afinidade ou impedindo que os inseticidas se liguem plenamente a esses sítios (Shehzad et al., 2023).

3.5. Tabela de vida aplicada à resistência de insetos a inseticidas

A tabela de vida, cuja criação normalmente é creditada a Edmund Halley, em 1693, é uma ferramenta que inicialmente foi desenvolvida para estudos relacionados ao desenvolvimento humano. Com ela, foi possível analisar os padrões das taxas de natalidade e mortalidade e fazer previsões sobre a população humana (Bacaër, 2011; Etikan et al., 2017). Com o passar do tempo, a tabela de vida foi incorporada ao campo da entomologia, permitindo uma compreensão mais detalhada dos ciclos de desenvolvimento dos insetos (Chen et al., 2025; Rossini et al., 2025).

A construção da tabela de vida aplicada à entomologia é feita, basicamente, em duas etapas: 1ª: coleta e criação dos insetos a serem estudados, sendo a criação feita em ambiente com condições controladas. Nessa etapa, pode-se realizar a criação dos indivíduos de forma individual e, posteriormente, formar casais, ou realizar a criação em coorte, com diversos indivíduos ao mesmo tempo (Chi et al., 2023; Chen et al., 2025); 2ª: coleta de dados em intervalos regulares ao longo do desenvolvimento dos insetos. Normalmente, a depender do objetivo da pesquisa, os dados coletados referem-se à constatação da sobrevivência do inseto ao longo de cada etapa de desenvolvimento, à contabilização do número de dias em que o inseto permaneceu em cada estágio, à medição da massa corporal, à contabilização da produção de ovos e à taxa de eclosão dos ovos (Chi et al., 2023; Chen et al., 2025; Rossini et al., 2025). Com base nessas informações coletadas, é possível estimar parâmetros como a taxa intrínseca de crescimento (r_m), taxa finita de crescimento (λ , indivíduos/fêmeas/dia), taxa líquida de crescimento (R_0) e tempo médio de uma geração (T , dias) (Ali et al., 2020; Chi et al., 2023).

O r_m mede o potencial de crescimento de uma população em um intervalo de tempo infinitesimal (curtíssimo), considerando condições ideais sem limitação de recursos. O λ é usado para descrever o crescimento em intervalos de tempo discretos (por exemplo, de um ano para o outro). O R_0 representa o potencial reprodutivo de uma fêmea durante sua vida, ajustado pelo perfil de sobrevivência: quando $R_0 > 1,0$, implica que haverá ganho líquido de indivíduos em cada geração e a população crescerá exponencialmente; quando $R_0 < 1,0$, significa que há alta taxa

de mortalidade na população e que esta não conseguirá se substituir ao longo do tempo, acabando por se extinguir; e, quando $R_0 = 1,0$, a população permanecerá estável ao longo das gerações, devido à compensação entre natalidade e mortalidade. O T é o intervalo médio de tempo entre o nascimento de uma fêmea e o nascimento de seus descendentes (Gotelli e Ellison, 2016).

No manejo integrado de pragas, os dados obtidos na construção da tabela de vida entomológica podem ser aplicados em diversas áreas, tais como: controle biológico de pragas, efetividade de inimigos naturais no controle de determinado inseto-praga, eficiência de pesticidas e seleção de plantas resistentes (Furlong et al., 2004; Asiiwe et al., 2016; Fathipour et al., 2019; Wang et al., 2022). Além disso, a tabela de vida pode ser utilizada para estudar os custos de adaptação (*fitness*) “pagos” pelos insetos resistentes a inseticidas (Ullah et al., 2021). Com base nos parâmetros obtidos, é possível identificar alterações nos padrões de desenvolvimento dos insetos resistentes, principalmente nos parâmetros considerados-chave, como r_m , λ , R_0 e T (Zuo et al., 2016; Ullah et al., 2021). Como exemplo desta aplicação pode ser citado o trabalho de Mahmoudvand et al. (2015), no qual ao testar piriproxifeno em populações de *P. xylostella* em diferentes gerações, observaram que R_0 , r_m , e λ foram menores em comparação com o controle. O mesmo estudo apontou que o T para o grupo exposto ao inseticida (26.44 ± 1.61) foi maior em comparação com o controle (20.73 ± 0.71). Zuo et al. (2016), ao testarem beta-cipermetrina e indoxacarbe nas concentrações letais 10 (LC10) e 30 (LC30) sobre população de *Rhopalosiphum padi* (Hemiptera: Aphididae), também observaram redução significativa nos valores da r_m para os insetos que foram tratados com beta-cipermetrina em ambas as concentrações e, para indoxacarbe na concentração LC30, também foi observado aumento do T nos insetos expostos a LC10 de beta-cipermetrina.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Insetos

Larvas e pupas de *P. xylostella* foram coletadas em cultivos de repolho, couve-flor e couve-mineira nos municípios de Bom Jardim (22°14'54.8"S 42°18'05.5"W), Nova Friburgo (22°11'38.0"S 42°38'20.6"W), Sumidouro (22°11'07.5"S 42°37'10.7"W) e Teresópolis (22°16'58.9"S 42°44'26.9"W) (Figura 1). Também foi coletada uma população de *P. xylostella* no município de Campos dos Goytacazes (21°43'11.3"S 41°20'40.0"W), a qual foi utilizada como parâmetro de suscetibilidade, pois essa população foi coletada em uma lavoura de brássica cultivada em uma área sem histórico de uso de pesticidas sintéticos.

A distância entre os pontos de coleta dos insetos para o início da criação em laboratório variou de acordo com a disponibilidade de produtores de brássicas. Tendo como ponto zero a coleta no município de Sumidouro, a segunda coleta foi realizada em Nova Friburgo, a uma distância aproximada de 2,21 km; o terceiro ponto de coleta foi Teresópolis, a 16,6 km do ponto zero; o quarto ponto foi a coleta no município de Bom Jardim, a 33,6 km do ponto inicial e; por fim, o quinto ponto de coleta foi em Campos dos Goytacazes, a 141 km do ponto zero (medidas em linha reta, feitas no Google Maps).

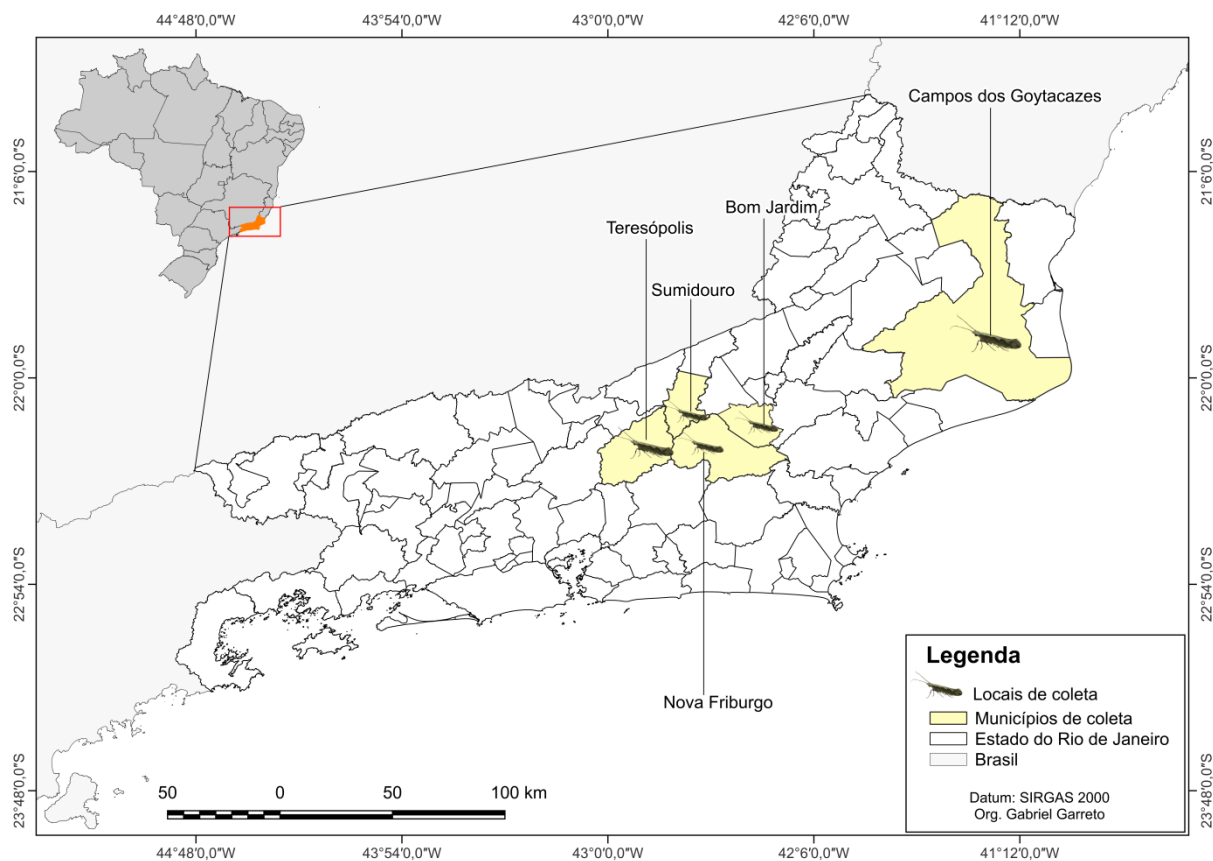


Figura 1: Mapa dos locais de coleta de *Plutella xylostella* em cultivos de brássicas em 2025. Mapa elaborado por Gabriel Garreto.

As populações de *P. xylostella* de cada um dos cinco municípios foram estabelecidas no setor de Manejo Integrado de Pragas do Laboratório de Entomologia e Fitopatologia (LEF) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em temperatura e fotoperíodo ambientes. Os insetos foram mantidos em gaiolas entomológicas feitas com potes plásticos (1000 cm³). As gaiolas foram dispostas de forma invertida, de modo que a tampa constituiu a base e o fundo, o topo da gaiola. No centro do topo do pote, foi feita uma abertura de 3 cm x 5 cm, vedada com organza para permitir as trocas gasosas. Na base das gaiolas, foi utilizada uma placa de Petri como suporte para os discos de couve empregados como substrato para a postura de ovos. Os discos de couve foram substituídos diariamente, transferidos e mantidos em potes plásticos (31,5 x 19,8 x 10,3 cm), com tampas vazadas cobertas com organza para permitir trocas gasosas e evitar infestação de outros insetos. Assim que constatada a eclosão das larvas, folhas de couve e/ou repolho foram inseridas sob os discos como alimento. Para a

alimentação dos insetos adultos, foram fornecidos chumaços de algodão embebidos em solução de mel + água destilada (10%).

As folhas de couve e repolho utilizadas para alimentação, postura e bioensaios com as populações de *P. xylostella* foram produzidas na casa de vegetação do LEF. Foi realizada a semeadura de sementes de couve e repolho em bandejas de isopor (200 células), e, 20 dias após a emergência, as mudas foram transplantadas para vasos plásticos de 50L. O substrato de preenchimento dos vasos foi composto por 80% de argissolo + 20% de esterco avícola, previamente solarizados. A irrigação dos vasos foi realizada diariamente, conforme a demanda das plantas. Adubações de cobertura, com a formulação 20-0-20 (Heringer®), foram realizadas a cada 15 dias. O controle de pragas foi realizado por meio de catação manual e esmagamento.

4.2. Bioensaios

4.2.1. Determinação da suscetibilidade de *Plutella xylostella* a inseticidas

Para verificar a suscetibilidade das populações de *P. xylostella* de cada um dos cinco municípios a inseticidas, foram utilizados os produtos comerciais clorfantriliprole (Premio® 200g i.a. L-1), clorfenapir (Pirate® 240g i.a. L-1), espinosade (Tracer® 480g i.a. L-1), malationa (Malathion® 500g i.a. L-1) e metomil (Lannate® 215g i.a. L-1). Para cada inseticida, foi preparada, inicialmente, uma calda contendo a dosagem de campo recomendada para o controle de *P. xylostella*, e o espalhante adesivo Adesil® foi utilizado como agente tensoativo (Tabela 2). Discos de folhas de couve (10 cm de diâmetro) foram previamente desinfestados em solução de hipoclorito de sódio a 5% e enxaguados em água destilada. Após esse processo, os discos foram submergidos por cinco segundos em solução inseticida e deixados em ambiente sombreado para secar. Em cada disco, foram adicionadas 10 larvas de *P. xylostella* (segundo instar). Para o controle, foram adotados os mesmos procedimentos metodológicos; porém, os discos de couve foram mergulhados em solução à base de água + Adesil®. Após drenagem do excesso de calda, foram adicionadas 10 larvas de *P. xylostella*, conforme descrito anteriormente. Para cada tratamento, foram realizadas cinco repetições.

A mortalidade dos insetos foi avaliada a cada 24h após o início do bioensaio, durante um período de 7 dias. A contabilização de indivíduos vivos foi feita com o auxílio de um pincel de cerdas macias. O pincel foi colocado em contato com a larva; caso ela se movesse, era contabilizada como viva; caso contrário, como morta. Todos os bioensaios foram mantidos em câmara de crescimento BOD, com temperatura entre 25 e 27 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas.

Tabela 2: Nomenclatura, concentração e dosagens dos inseticidas utilizados nos bioensaios com *Plutella xylostella*

Nome comercial	Ingrediente ativo (i.a.)	Concentração (i.a.g/L)	Dosagem recomendada (ml/L d'água)
Premio	Clorantraniliprole	200	0,075
Pirate	Clorfenapir	240	1,0
Tracer	Espinosade	480	0,14
Malathion	Malationa	500	3,0
Lannate	Metomil	215	1,0

4.2.2. Avaliação dos efeitos subletais

Os insetos que sobreviveram aos bioensaios de suscetibilidade aos inseticidas foram acompanhados até a morte, para a construção da tabela de vida. Foram avaliados o tempo que os insetos permaneceram nos estágios de larva, pupa e adulto, bem como o peso das pupas. As pupas foram individualizadas em tubos Eppendorf® e estes foram tamponados com chumaço de algodão, para permitir as trocas gasosas e evitar que os insetos escapassem após a emergência. Os tubos foram mantidos em câmara de crescimento BOD (a 27 ± 1 °C, 60 ± 10 UR e 12C:12E). Foi anotada a data de emergência de cada inseto; posteriormente, foi realizada a sexagem por meio da observação das diferenças morfológicas entre machos e fêmeas (dimorfismo sexual), segundo Chen et al. (2011), Padial et al. (2020) e Yang et al. (2021). Em seguida, os insetos foram liberados em gaiolas entomológicas, e chumaços de algodão embebidos em solução de água + mel (10%)

e discos de couve (10 cm de diâmetro) foram oferecidos como alimento e substrato para a postura de ovos. Diariamente, foi avaliada a mortalidade dos insetos, e procedeu-se à troca dos discos de couve e à contagem do número de ovos em cada disco (Ahmed et al., 2022).

4.3. Análise dos dados

Os dados de mortalidade foram corrigidos pela mortalidade ocorrida no controle segundo a fórmula de Abbott (1925) (Equação 1):

Equação 1.

$$MC = \left(\frac{\%M_t - \%M_c}{100 - \%M_c} \right) \times 100$$

Onde:

MC = mortalidade corrigida;

$\%M_t$ = mortalidade observada nos tratamentos;

$\%M_c$ = mortalidade ocorrida no controle.

Após a determinação da mortalidade corrigida, as médias foram comparadas pelo teste t ($P < 0,05$) com o valor padrão de 80%, percentual de eficiência exigido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Os dados de mortalidade de *P. xylostella* também foram utilizados para estimar a probabilidade de falha de controle (PFC) de cada inseticida, conforme Guedes (2017) (Equação 2):

Equação 2.

$$PFC = \frac{\%M_o \times 100}{80}$$

Em que:

M_o = média da mortalidade observada no tratamento;

80 = percentual de eficiência exigido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para registro de inseticidas.

A PFC pode assumir os seguintes valores: PFC < 20% indica probabilidade de controle bem sucedido; PFC 20% - 50% indica baixa probabilidade de falha de controle, mas que já destaca a necessidade de atenção na utilização do produto; PFC 50% - 100% alta probabilidade de falha de controle (Guedes, 2017).

Os dados de peso das pupas originadas em cada inseticida foram submetidos à ANOVA One Way, e as médias comparadas com o peso médio das pupas do tratamento controle pelo teste Dunnet ($p < 0,05$).

Os tratamentos (inseticidas) que ocasionaram baixa mortalidade de larvas de *P. xylostella* (<50%) foram utilizados para o cálculo dos parâmetros biológicos da tabela de vida (Chi, 1985; Chi, 1998; Chi, 2010; Chi, 2015). Os parâmetros da tabela de vida foram calculados segundo a metodologia de Chi (1988). A taxa de sobrevivência específica por idade e estágio (s_{xj}) (onde x = idade em dias e j = estágio); a fecundidade específica por idade e estágio (f_{xj}) (número diário de ovos produzidos por fêmea de idade x); a taxa de sobrevivência específica por idade (l_x); a fecundidade específica por idade (m_x) (número diário de ovos produzidos por indivíduo, ou seja, esse número é dividido por todos os indivíduos (machos e fêmeas) de idade x); e os parâmetros de crescimento populacional; a taxa intrínseca de aumento (r); a taxa finita de aumento ($\lambda = e^r$); a taxa líquida de reprodução (R_0); e o tempo médio de geração (T); são calculados de acordo com a metodologia de Chi (1988). A taxa de sobrevivência específica por idade, que inclui machos e fêmeas, foi calculada conforme abaixo:

Equação 3

$$l_x = \sum_{j=1}^m s_{xj}$$

e,

Equação 4

$$m_x = \frac{\sum_{j=1}^m s_{xj} f_{xj}}{\sum_{j=1}^m s_{xj}}$$

Onde m é o número de estágios.

A expectativa de vida em cada estágio e idade é definida como a duração ou o tempo que um indivíduo de x e j é esperado viver, podendo ser calculada pela fórmula:

Equação 5

$$e_{xj} = \sum_{i=x}^{\omega} \sum_{y=j}^k s_{iy}$$

A taxa intrínseca de crescimento (r) foi estimada utilizando o método de bissecção utilizando-se a fórmula:

Equação 6

$$\sum_{x=0}^{\omega} e^{-r(x+1)} l_x m_x = 1$$

Com o intervalo variando de 0 a ω

A taxa de crescimento finito (λ) é dado por:

Equação 7

$$\lambda = e^r$$

A taxa líquida de crescimento (R_0) representa o número total de descendentes que um indivíduo produz durante a sua vida e é calculada como:

Equação 8

$$R_0 = \sum_{x=0}^{\omega} l_x m_x$$

A relação entre a taxa líquida de crescimento (R_0) e a fecundidade média (F) é dada pela fórmula:

Equação 9

$$R_0 = F \times \left(\frac{N_f}{N} \right)$$

Onde N é o número total de indivíduos utilizados para a construção da tabela de vida e N_f é o número de fêmeas adultas.

O tempo médio de uma geração (T , dias) foi calculado utilizando-se a fórmula:

Equação 10

$$T = \frac{\ln R_0}{r}$$

A taxa reprodutiva bruta indica o crescimento rápido da população de insetos e é dependente da fecundidade e da eclosão de adultos, podendo ser calculada da seguinte maneira:

Equação 11

$$GRR = \sum_{x=0}^{\omega} m_x$$

As comparações pareadas entre os tratamentos foram realizadas por meio de um teste bootstrap pareado, com 100.000 reamostragens (Chi et al., 2022). Diferenças significativas foram inferidas quando o intervalo de confiança das diferenças obtidas por bootstrap pareado não incluiu o valor zero. As análises foram realizadas no programa estatístico TWSEX-MSChart (Chi, 1985; Chi, 1998; Chi, 2010; Chi, 2015).

5. RESULTADOS

5.1. Efetividade das doses de uso a campo dos inseticidas sobre larvas de *Plutella xylostella*

As médias de mortalidade corrigidas foram comparadas com o valor padrão de efetividade mínima exigida pelo MAPA (80 % de mortalidade), por meio do teste t ($P < 0,05$) (Figura 2). Deste modo, médias de mortalidade $\geq 80\%$ indicam que os inseticidas foram efetivos em testes em nível de laboratório. Na figura 2 (A-E) o valor padrão é representado por uma linha horizontal na altura de 80%.

As médias de mortalidade ocasionadas pelo inseticida espinosade foram significativamente maiores do que o valor padrão para todas as cinco populações de *P. xylostella* (Figura 2A-E). O inseticida clorfenapir também foi efetivo, ao ocasionar mortalidades superiores ou igual a 80% para todas as populações testadas (Figura 2A-E). Os testes com os inseticidas clorantraniliprole e metomil resultaram em médias de mortalidade significativamente menores do que 80% para as populações de Bom Jardim, Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis (Figura 2A, C e E). As médias de mortalidade ocasionadas pelo inseticida malationa também foram significativamente menores do que o valor padrão quando testadas sobre as populações de Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis (Figura 2C-E). Em contrapartida, as médias de mortalidade ocasionadas por esses três inseticidas (clorantraniliprole, malationa e metomil) sobre a população de Campos dos Goytacazes, não diferiram do valor padrão (Figura 2B). Da mesma forma para a população de Bom Jardim, onde o inseticida malationa apresentou média de mortalidade semelhante ao valor padrão (80%) (Figura 2A).

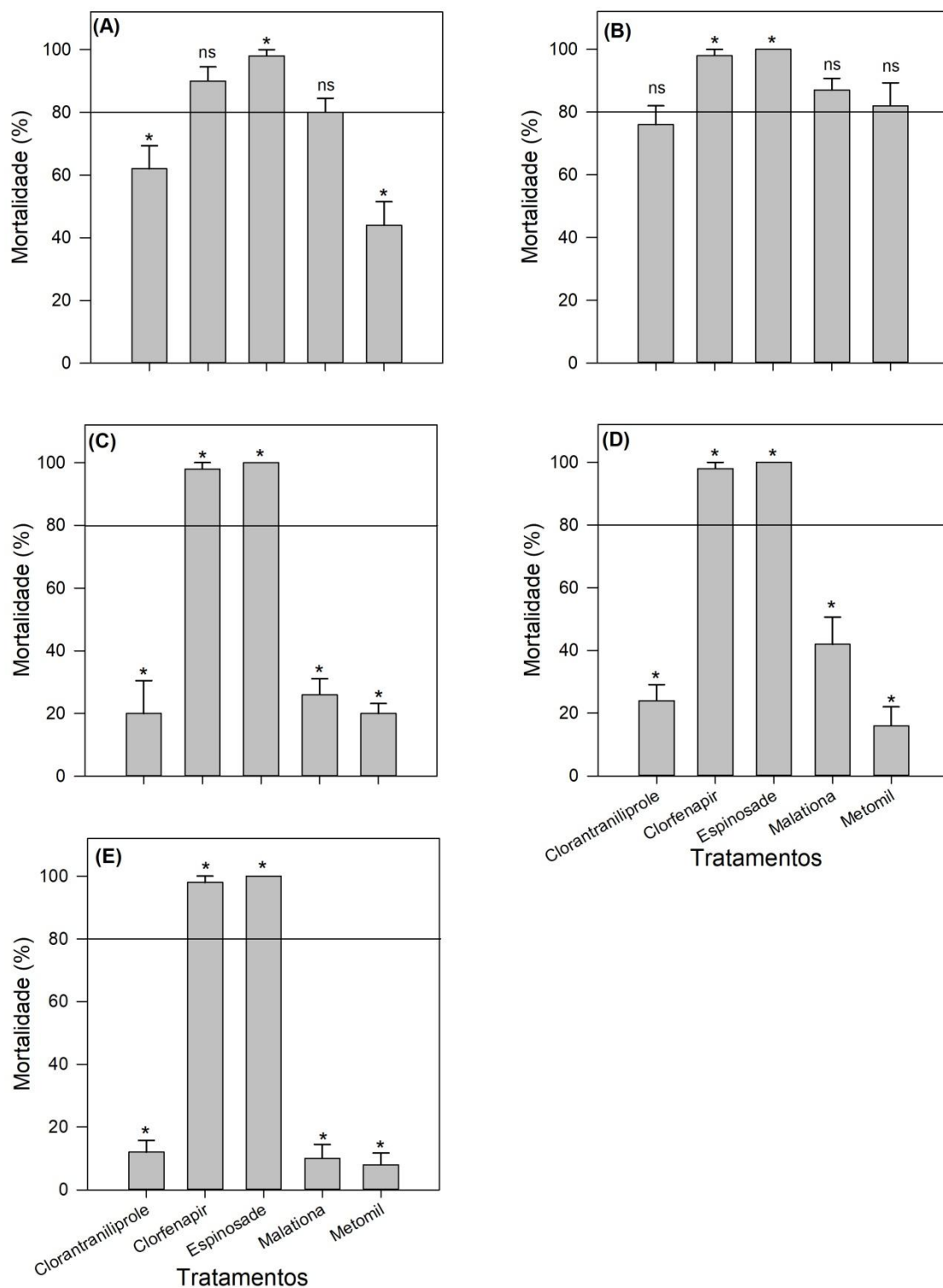


Figura 2: Mortalidade de larvas (média $\pm$ EP) de populações de *Plutella xylostella* pós-exposição a resíduos secos dos inseticidas clorraniliprole, clorfenapir, espinosade, malationa e metomil. O tamanho amostral para cada um dos tratamentos e controle foi: $n = 50$. O tempo de exposição foi de 72 horas, e a mortalidade foi observada a cada 24h durante 7 dias. A média de mortalidade foi calculada somando-se a mortalidade observada ao longo

dos sete dias de avaliação. As populações de *Plutella xylostella* foram coletadas em lavouras de brássicas nas cidades de: (A) Bom Jardim, (B) Campos dos Goytacazes, (C) Nova Friburgo, (D) Sumidouro e (E) Teresópolis. A linha traçada na altura de 80% no eixo de mortalidade representa a mortalidade mínima exigida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para que um inseticida seja considerado eficiente. * denota diferença significativa entre a média observada e o valor padrão de 80% quando comparadas pelo teste t ($P < 0,05$). Por outro lado ns denota que não há diferença significativa entre a média observada e o valor padrão de 80% quando comparadas pelo teste t ($P < 0,05$).

5.2. Probabilidade de falha de controle

Espinosade e clorfenapir obtiveram probabilidade de falha de controle (PFC) ≤ 0 para todas as cinco populações estudadas (Figura 3). A PFC foi observada acima dos 50% para os inseticidas clorantraniliprole e metomil nas populações de Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis (Figura 3C, D e E). A PFC para o inseticida malationa variou entre as populações; acima dos 50% para Nova Friburgo (67%) e Teresópolis (87%) e entre 20% e 50% para a população de Sumidouro (47%) (Figura 3C, D e E). Na população de Bom Jardim, somente os inseticidas clorantraniliprole (22,50%) e metomil (45%) apresentaram probabilidade de falha de controle entre 20% e 50%, os demais inseticidas apresentaram PFC ≤ 0 (Figura 3A). Todos os inseticidas apresentaram PFC $< 20\%$ para a população de Campos dos Goytacazes (Figura 3B).

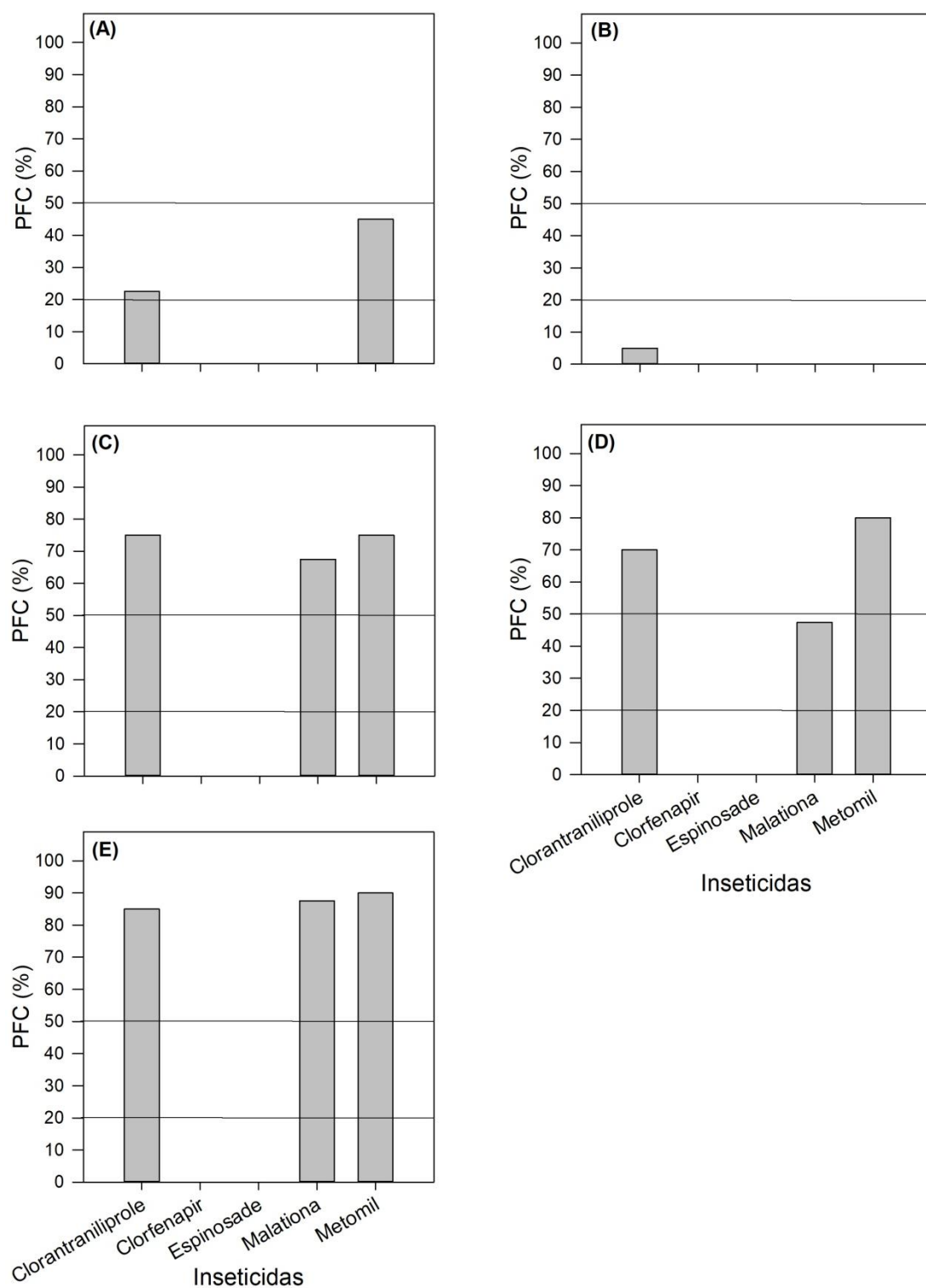


Figura 3: Gráficos de probabilidade de falha de controle (PFC) de *Plutella xylostella* versus inseticidas para as populações de (A) Bom Jardim; (B) Campos dos Goytacazes; (C) Nova Friburgo; (D) Sumidouro e (E) Teresópolis.

5.3. Efeitos subletais dos inseticidas clorantraniliprole, malationa e metomil sobre os parâmetros de desenvolvimento de *Plutella xylostella*

Os efeitos subletais dos inseticidas clorantraniliprole, malationa e metomil foram observados sobre as populações de insetos de Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis (Tabela 3 e 4). Como a população de insetos de Campos dos Goytacazes teve a maior média geral de mortalidade, e poucos indivíduos sobreviveram aos testes com os inseticidas, a tabela de vida não foi calculada. Já para a população de Bom Jardim, as tabelas de vida foram calculadas para o controle, clorantraniliprole e metomil – para malationa só foi analisado o seu efeito sobre o peso de pupas desta população (Tabela 3).

Na população de *P. xylostella* de Bom Jardim foram observadas diferenças significativas para a variável longevidade de machos; a média para este parâmetro foi maior para o inseticida metomil ($48,625 \pm 1,995$) em comparação ao clorantraniliprole ($41,875 \pm 1,443$) porém, ambos não diferiram do controle ($45,500 \pm 2,683$) (Tabela 3).

Para a população de Nova Friburgo observou-se efeito dos inseticidas sobre a variável peso de pupa. As médias de massa das pupas foram maiores para os inseticidas clorantraniliprole ($4,529 \pm 0,174$), malationa ($5,127 \pm 0,115$) e metomil ($4,998 \pm 0,125$) quando comparadas com o controle ($3,821 \pm 0,152$) (Tabela 3). Foi observado também efeito significativo da exposição das larvas a inseticidas sobre a fecundidade de fêmeas: fêmeas originadas de larvas expostas aos inseticidas clorantraniliprole ($99,53 \pm 5,54$), malationa ($88,82 \pm 4,22$) e metomil ($95,93 \pm 2,51$) apresentaram fecundidade maior do que de fêmeas do controle ($77,07 \pm 4,54$). Em porcentagem, fêmeas expostas aos inseticidas apresentam fecundidade média 23% maior do que as fêmeas do controle (Tabela 3).

Para a população de *P. xylostella* de Sumidouro foi constatada variação significativa do período de oviposição, fecundidade e longevidade de machos e fêmeas devido à exposição, quando larvas, aos inseticidas clorantraniliprole, malationa e metomil. Fêmeas de *P. xylostella*, oriundas de larvas expostas ao inseticida clorantraniliprole ($75,60 \pm 3,29$) e malationa ($72,60 \pm 8,69$), apresentaram fecundidade semelhante a de fêmeas originadas de larvas que não foram expostas a

inseticidas ($63,23 \pm 8,52$). Por sua vez, a exposição ao inseticida metomil ($23,12 \pm 10,76$) reduziu significativamente a fecundidade. A exposição ao inseticida clorantraniliprole durante o período larval reduziu significativamente a longevidade em torno de 7,5 dias em relação a fêmeas do controle. Já fêmeas que foram expostas quando larvas aos inseticidas metomil e malationa, apresentaram 5,6 dias a mais de longevidade que fêmeas do controle. Para os machos foi observado alteração na longevidade apenas para indivíduos oriundos de larvas submetidas à exposição ao inseticida malationa (53,40 dias); estes sobreviveram 14,0 dias a mais que os machos do tratamento controle (39,40 dias) (Tabela 3). O peso das pupas foi afetado pela exposição das larvas aos inseticidas malationa (5,10) e metomil (4,89), resultando em pupas 22% e 17% mais pesadas que as pupas do controle (4,18) (Tabela 3).

Para a população de Teresópolis, os parâmetros período de oviposição, fecundidade e longevidade das fêmeas foram significativamente afetados pela exposição das larvas aos inseticidas. Fêmeas oriundas de larvas que foram expostas aos inseticidas malationa e metomil apresentaram os maiores períodos de oviposição (21,0 e 24,0 dias), enquanto fêmeas originadas do controle e de clorantraniliprole apresentaram período de oviposição de 11,0 e 9 dias. No entanto, a fecundidade foi maior em fêmeas originadas de larvas que sobreviveram à exposição ao clorantraniliprole (70,10 ovos) e menor fecundidade ocorreu em fêmeas originadas de larvas expostas ao inseticida malationa (9,78 ovos). A longevidade das fêmeas também foi maior para o tratamento metomil (54,5 dias), enquanto as fêmeas originadas das larvas expostas aos inseticidas malationa e clorantraniliprole apresentaram longevidade entre 32,0 e 34,0 dias (Tabela 3).

Tabela 3: Efeitos de diferentes inseticidas sobre parâmetros populacionais de populações de *Plutella xylostella* originárias de Bom Jardim, Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis, em função da exposição de larvas a resíduos secos dos inseticidas clorantraniliprole, malationa e metomil em condições laboratoriais: temperatura entre 25 e 27 °C, umidade relativa de 60 10%.e fotoperíodo de 12h

População: Bom Jardim										
Tratamentos	Parâmetros									
	n	Dias de oviposição ± EP	n	Fecundidade média ± EP	n	Longevidade das Fêmeas ± EP	n	Longevidade dos Machos ± EP	n	Peso de pupa (mg) ± EP
Controle	10	17,70 ± 1,57 ns	11	134,10 ± 14,22b	11	39,546 ± 2,526 ns	8	45,50 ± 2,68ab	36	5,02 ± 0,18 ns
Clorantraniliprole	8	16,38 ± 1,23 ns	8	167,25 ± 12,40ab	8	40,375 ± 1,500 ns	8	41,88 ± 1,44 b	23	4,54 ± 0,25 ns
Malationa	-	-	-	-	-	-	-	-	10	5,16 ± 0,39 ns
Metomil	5	15,60 ± 1,71 ns	5	192,20 ± 22,24a	5	40,600 ± 2,305 ns	8	48,63 ± 1,99a	28	4,91 ± 0,18 ns
População: Nova Friburgo										
Controle	14	14,36 ± 1,32 ns	14	77,07 ± 4,54b	14	35,36 ± 1,32 ns	9	41,56 ± 2,47 ns	34	3,82 ± 0,15 ns
Clorantraniliprole	15	13,33 ± 1,21 ns	15	99,53 ± 5,54a	15	34,47 ± 1,25 ns	15	39,20 ± 1,65 ns	35	4,53 ± 0,17*
Malationa	17	13,29 ± 1,21 ns	17	88,82 ± 4,22ab	17	34,29 ± 1,21 ns	12	41,08 ± 1,84 ns	37	5,13 ± 0,12*
Metomil	14	12,64 ± 0,89 ns	14	95,93 ± 2,51a	14	33,93 ± 0,99 ns	11	41,18 ± 3,24 ns	40	4,998 ± 0,13*
População: Sumidouro										
Controle	12	11,50 ± 1,53a	13	63,23 ± 8,52a	13	32,60 ± 1,66b	18	39,40 ± 2,40b	38	4,184 ± 0,131 ns
Clorantraniliprole	25	3,04 ± 1,16b	10	75,60 ± 3,29a	25	25,12 ± 1,22c	4	34,00 ± 5,62b	39	4,897 ± 0,131*
Malationa	10	14,70 ± 2,67a	10	72,60 ± 8,69a	10	38,20 ± 3,18ab	7	53,40 ± 2,12a	29	5,103 ± 0,201*
Metomil	10	14,70 ± 1,35a	25	23,12 ± 10,76b	10	38,20 ± 1,67a	7	42,10 ± 2,66b	36	4,264 ± 0,205 ns
População: Teresópolis										
Controle	3	11,33 ± 3,580c	5	10,40 ± 5,50bc	5	33,40 ± 4,60b	3	32,00 ± 8,36 ns	45	4,30 ± 0,11 ns
Clorantraniliprole	9	9,00 ± 1,696c	10	70,10 ± 9,67a	10	32,10 ± 2,33b	10	33,50 ± 3,24 ns	39	4,26 ± 0,14 ns
Malationa	3	21,00 ± 0,00b	9	9,78 ± 4,49c	9	34,00 ± 4,61b	5	37,60 ± 8,59 ns	45	4,40 ± 0,10 ns
Metomil	3	24,00 ± 0,000a	4	25,75 ± 7,276b	4	54,50 ± 8,90a	6	46,50 ± 9,43 ns	46	4,34 ± 0,11 ns

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente entre si pelo teste bootstrap pareado (P < 0,05). Médias do peso de pupa com “*” diferem significativamente do controle pelo teste Dunnet (P < 0,05). n = tamanho amostral. EP = erro padrão. ns = não significativo

5.4. Tabela de vida biológica de *Plutella xylostella* sobrevivente à exposição aos inseticidas clorantraniliprole, malationa e metomil

Os efeitos subletais de clorantraniliprole, malationa e metomil foram observados sobre as populações de insetos de Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis (Tabela 4). A população de Campos dos Goytacazes foi a mais suscetível aos inseticidas testados; poucos indivíduos sobreviveram para a realização desta análise. Para a população de Bom Jardim, as tabelas de vida foram elaboradas para os inseticidas clorantraniliprole e metomil e para o controle, uma vez que o inseticida malationa ocasionou mortalidade que não diferiu do valor padrão (80%) (Figura 1A).

Dentre os parâmetros observados para a população de Bom Jardim, a análise de Bootstrap pareado ($P < 0,05$) apontou efeito significativo para o tempo médio de geração (T). Insetos expostos aos inseticidas clorantraniliprole e metomil apresentaram tempo de geração de 27,51 e 29,12 dias, respectivamente, diferindo do controle, que apresentou tempo médio de geração de 26,23 dias (Tabela 4).

Para a população de Nova Friburgo, o tempo médio de geração das populações variou no intervalo de 24,89 a 25,47 dias. Insetos expostos ao inseticida malationa apresentaram o menor tempo de geração (24,89 dias), porém não diferiram do tempo de geração dos tratamentos com clorantraniliprole (25,20 dias) e metomil (25,21 dias); estes dois últimos, por sua vez, apresentaram tempo de geração semelhante ao do tratamento controle (25,47) (Tabela 4).

Na população de Sumidouro, os insetos que sobreviveram à exposição aos inseticidas clorantraniliprole, malationa e metomil não apresentaram alteração dos parâmetros taxa intrínseca de crescimento (r), taxa finita de crescimento (λ), taxa líquida de crescimento (R_0) e tempo médio de uma geração (T , dias), assemelhando-se ao desempenho dos insetos do controle (Tabela 4).

Analisando os efeitos subletais sobre os parâmetros biológicos da população de insetos de Teresópolis, pode-se observar que os efeitos foram bastante variáveis. As médias da taxa de crescimento intrínseco (r) (0,104466), da taxa de crescimento finito (λ) (1,110117), da taxa líquida de reprodução (R_0) (16,30) e da taxa reprodutiva bruta (GRR) ($47,27 \pm 12,461$) para o inseticida clorantraniliprole foram maiores do que os valores desses parâmetros observados nos tratamentos malationa, metomil e

no controle (Tabela 4). Quanto ao tempo médio de geração (T), todos os tratamentos diferiram entre si. O maior valor de T foi observado quando os insetos foram submetidos ao inseticida metomil ($54,845 \pm 0,322$), e o menor valor foi observado para o tratamento com clorantraniliprole ($26,72 \pm 0,308$) (Tabela 4).

Tabela 4: Parâmetros da tabela de vida de populações de *Plutella xylostella* de Bom Jardim, Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis em função da exposição de larvas a resíduos secos dos inseticidas clorantraniliprole, malationa e metomil em condições laboratoriais: temperatura entre 25 e 27 °C, umidade relativa de 60 10%.e fotoperíodo de 12h

População: Bom Jardim						
Tratamentos	n	(r) média ± EP	(λ) média ± EP	R0 média ± EP	T média ± EP	GRR média ± EP
Controle	50	0,129 ± 0,012 ns	1,138 ± 0,014 ns	29,50 ± 8,41 ns	26,27 ± 0,179b	53,66 ± 13,052 ns
Clorantraniliprole	50	0,119 ± 0,014 ns	1,127 ± 0,016 ns	26,76 ± 8,84 ns	27,51 ± 0,32a	68,21 ± 18,59 ns
Metomil	50	0,101 ± 0,018 ns	1,107 ± 0,020 ns	19,22 ± 8,31 ns	29,19 ± 0,86a	57,69 ± 21,46 ns
População: Nova Friburgo						
Controle	40	0,129 ± 0,0094 ns	1,138 ± 0,011 ns	26,98 ± 6,021 ns	25,47 ± 0,11a	50,90 ± 9,083 ns
Clorantraniliprole	50	0,135 ± 0,0094 ns	1,145 ± 0,011 ns	29,86 ± 6,61 ns	25,20 ± 0,12b	54,26 ± 10,49 ns
Malationa	42	0,144 ± 0,0082 ns	1,154 ± 0,0094 ns	35,95 ± 6,96 ns	24,90 ± 0,13b	56,61 ± 9,70 ns
Metomil	39	0,140 ± 0,0090 ns	1,062 ± 0,011 ns	34,44 ± 7,43 ns	25,21 ± 0,17ab	59,68 ± 10,65 ns
População: Sumidouro						
Controle	46	0,108 ± 0,011 ns	1,114 ± 0,012 ns	17,87 ± 4,79 ns	26,68 ± 0,19 ns	34,86 ± 8,43 ns
Clorantraniliprole	40	0,116 ± 0,012 ns	1,118 ± 0,013 ns	18,90 ± 5,23 ns	26,30 ± 0,12 ns	46,62 ± 9,75 ns
Malationa	44	0,105 ± 0,012 ns	1,110 ± 0,014 ns	16,50 ± 4,96 ns	26,68 ± 0,30 ns	47,72 ± 11,61 ns
Metomil	50	0,009 ± 0,022 ns	1,097 ± 0,023 ns	11,56 ± 5,55 ns	26,54 ± 0,80 ns	97,42 ± 38,91 ns
População: Teresópolis						
Controle	50	0,001072 ± 0,024b	1,001073 ± 0,023b	1,04 ± 0,651b	36,58 ± 2,33c	18,08 ± 8,35b
Clorantraniliprole	43	0,104466 ± 0,013a	1,110117 ± 0,014a	16,30 ± 4,99a	26,72 ± 0,308d	47,27 ± 12,46a
Malationa	50	0,013502 ± 0,013b	1,013594 ± 0,013b	1,76 ± 0,93b	41,87 ± 0,308b	17,60 ± 6,35b
Metomil	50	0,013177 ± 0,010b	1,013264 ± 0,010b	2,06 ± 1,086b	54,85 ± 0,322a	17,17 ± 6,96b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste bootstrap pareado ($P < 0,05$). ns= não significativo pelo teste bootstrap pareado ($P < 0,05$). n= tamanho amostral, EP = erro padrão, r = taxa intrínseca de crescimento, λ = taxa finita de crescimento, R_0 = taxa líquida de crescimento, T = tempo médio de uma geração, GRR = taxa reprodutiva bruta.

5.5. Agrupamento de populações

A análise de agrupamento separou as populações de *P. xylostella* em dois principais grupos: A e B (Figura 4). O agrupamento A, com 66,33% de similaridade, inclui as populações de Bom Jardim (Região Serrana do Rio de Janeiro) e Campos dos Goytacazes (Região Norte do estado do Rio de Janeiro). O grupo B foi subdividido em dois subgrupos, B1 e B2. O agrupamento B1 inclui as populações de Nova Friburgo e Sumidouro, com 86,37% de similaridade. O grupo B2 foi composto apenas pela população de Teresópolis, que apresentou similaridade de 71,80% com as populações de Nova Friburgo e Sumidouro (subgrupo B1) (Figura 4).

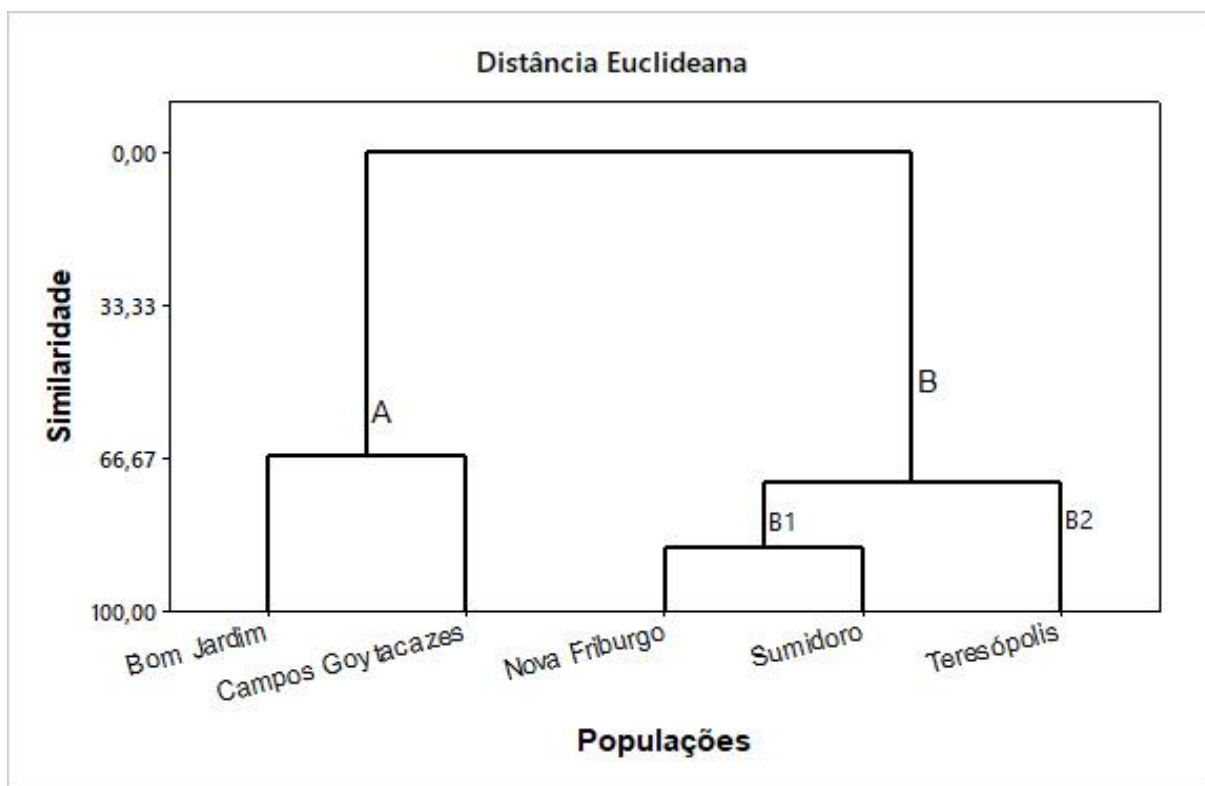


Figura 4: Dendrograma de agrupamento de diferentes populações de *Plutella xylostella*, de acordo com a suscetibilidade geral aos inseticidas clorfantriliprole, clorfenapir, espinosade, malationa e metomil.

6. DISCUSSÃO

Buscou-se com este trabalho avaliar a suscetibilidade de cinco populações de *Plutella xylostella* oriundas de municípios produtores de brássicas no estado do Rio de Janeiro aos inseticidas mais utilizados no controle da praga, bem como os possíveis efeitos subletais decorrentes da exposição a esses produtos. Os resultados evidenciaram padrões distintos de suscetibilidade entre as populações, com implicações diretas para o manejo da resistência a inseticida na região de estudo.

Os inseticidas espinosade e clorfenapir foram eficazes (mortalidade $\geq 80\%$) para todas as populações testadas, indicando que esses produtos ainda constituem ferramentas viáveis para o controle de *P. xylostella* na Região Serrana e Norte Fluminense. A suscetibilidade a esses ingredientes ativos está em consonância com relatos recentes no Brasil (Silva Filho et al., 2023), embora haja registros de resistência a espinosade em outras regiões do mundo (Wang et al., 2020), o que reforça a necessidade de monitoramento contínuo.

Em contraste, os inseticidas clorantraniliprole, malationa e metomil apresentaram eficácia reduzida (mortalidade $< 80\%$) para as populações de Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis. Esses municípios se destacam como os principais polos produtores de brássicas no estado, responsáveis por, aproximadamente, 84% da produção fluminense (Emater-Rio, 2024). É plausível que o uso intensivo e histórico desses inseticidas nessas localidades tenha exercido pressão de seleção suficiente para favorecer indivíduos resistentes. Estudos anteriores já documentaram resistência a diamidas (clorantraniliprole) em populações brasileiras (Ribeiro et al., 2014; Arruda et al., 2020) e a organofosforados como malationa em diversas regiões do país (Castelo Branco & Gatehouse, 1997; Castelo Branco & Melo, 2002). Os dados do presente trabalho sugerem que esse fenômeno também está presente na Região Serrana do Rio de Janeiro, onde os relatos de produtores sobre dificuldades de controle (informação verbal) agora encontram respaldo em evidências laboratoriais.

A população de Campos dos Goytacazes, coletada em área sem histórico de uso de inseticidas sintéticos, apresentou suscetibilidade aos três produtos,

corroborando a hipótese de que a resistência observada nas demais populações está associada à pressão de seleção antrópica. De maneira semelhante, a população de Bom Jardim, embora também localizada na Região Serrana, apresentou perfil intermediário, com eficácia reduzida apenas para clorantraniliprole e metomil, mas não para malationa. Essa diferença pode refletir variações nas práticas de manejo adotadas pelos agricultores ou diferenças históricas na intensidade de uso desses produtos entre os municípios.

A estimativa da probabilidade de falha de controle (PFC) reforça o cenário de risco. Para clorantraniliprole, malationa e metomil, os valores de PFC nas populações de Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis ultrapassaram 50%, o que, segundo Guedes (2017), indica alta probabilidade de insucesso no campo. Mesmo nos casos em que a mortalidade observada não diferiu estatisticamente do padrão de 80% (como malationa para Bom Jardim), a PFC acima de 50% já sinaliza a necessidade de cautela. A utilização continuada desses produtos nessas condições pode agravar o quadro de resistência e inviabilizar o controle químico a médio prazo.

Do ponto de vista do manejo integrado de pragas (MIP), os resultados indicam que a rotação de inseticidas com mecanismos de ação distintos deve ser adotada como estratégia prioritária. Espinosade (agonista dos receptores nicotínicos de acetilcolina) e clorfenapir (desacoplador da fosforilação oxidativa) apresentam modos de ação diferentes entre si e também distintos dos produtos comprometidos (clorantraniliprole: ativador dos receptores de rianodina; malationa: inibidor da acetilcolinesterase; metomil: inibidor da acetilcolinesterase). Essa diversidade de mecanismos oferece oportunidades para programas de rotação que podem retardar a evolução da resistência (Siniard et al., 2016; Heckel, 2012).

Os efeitos subletais observados revelaram um panorama complexo. Em Nova Friburgo, a exposição larval aos inseticidas clorantraniliprole, malationa e metomil resultou em aumento significativo da fecundidade e do peso pupal em comparação ao controle. Esse fenômeno pode ser interpretado como hormese, ou seja, uma resposta estimulatória induzida por baixas doses de agentes estressores (Campos et al., 2019; Gul et al., 2023). Em populações de lepidópteros, a hormese já foi documentada em resposta à exposição subletal de inseticidas, podendo levar a um aumento paradoxal do potencial reprodutivo (Gul et al., 2023). Embora preocupante do ponto de vista do manejo, esse efeito também pode indicar que os

indivíduos sobreviventes carregam adaptações metabólicas que, ao mesmo tempo, conferem resistência e impõem menor custo biológico, ou até mesmo vantagem reprodutiva.

Na população de Sumidouro, o metomil reduziu drasticamente a fecundidade, enquanto clorotraniliprole e malationa não diferiram do controle. Já em Teresópolis, os efeitos foram variáveis: clorotraniliprole aumentou a fecundidade, enquanto malationa a reduziu; metomil, por sua vez, estendeu significativamente a longevidade das fêmeas, mas não alterou a fecundidade. Essas variações entre populações e inseticidas sugerem que os custos de adaptação (fitness costs) associados à resistência podem ser específicos para cada combinação população-molécula, como já observado por Ullah et al. (2021) e Mahmoudvand et al. (2015).

Um aspecto particularmente relevante foi observado em Teresópolis para o inseticida metomil: o tempo médio de geração (T) foi de 54,85 dias, o dobro do observado nos demais tratamentos. Esse prolongamento do ciclo de vida poderia, em tese, reduzir a taxa de crescimento populacional. No entanto, quando combinado com outros parâmetros (como a taxa intrínseca de crescimento r e a taxa líquida de reprodução R_0), que não diferiram do controle, o efeito prático sobre a dinâmica populacional permanece limitado. Resultados semelhantes foram reportados por Zuo et al. (2016), que observaram aumento do tempo de geração em afídeos expostos a doses subletais de beta-cipermetrina.

A análise de agrupamento separou as populações em dois grandes grupos: o grupo A, composto por Bom Jardim e Campos dos Goytacazes, e o grupo B, subdividido em B1 (Nova Friburgo e Sumidouro) e B2 (Teresópolis). Essa separação reflete, em grande medida, o perfil de suscetibilidade aos inseticidas testados.

A inclusão de Campos dos Goytacazes no grupo A era esperada, dada sua condição de referência (sem histórico de uso de inseticidas sintéticos). A presença de Bom Jardim nesse mesmo grupo, embora também localizado na Região Serrana, sugere que esse município pode apresentar práticas de manejo distintas ou menor pressão de seleção em comparação com os demais polos produtores. A proximidade geográfica entre Nova Friburgo e Sumidouro (distância aproximada de 2,2 km) pode ter facilitado o fluxo gênico entre populações, contribuindo para a

similaridade nos perfis de resistência (Carlin et al., 2025; Zhang et al., 2024). Teresópolis, embora mais distante, manteve-se no grupo B, mas com menor similaridade, indicando que, apesar de compartilhar características de resistência, apresenta peculiaridades, especialmente nos efeitos subletais.

Esses padrões reforçam que a resistência não é um fenômeno homogêneo na paisagem agrícola, mas sim moldado por fatores locais, incluindo histórico de uso de inseticidas, práticas culturais e possíveis diferenças na intensidade de manejo (Silva et al., 2011; Santos et al., 2011).

Os resultados deste estudo apontam para a necessidade urgente de ajustes no manejo de *P. xylostella* nos municípios de Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis. A eficácia comprometida de clorantpriliprole, malationa e metomil contraindica o uso isolado desses produtos nessas localidades. A manutenção da suscetibilidade a espinosade e clorfenapir, por sua vez, oferece uma janela de oportunidade para a implementação de programas de rotação de mecanismos de ação.

Embora os resultados sejam robustos e inéditos para a região, algumas limitações devem ser consideradas. Os bioensaios foram conduzidos em condições controladas de laboratório, e os efeitos em campo podem ser modulados por fatores ambientais, comportamentais e de qualidade de aplicação. Estudos futuros poderiam investigar os mecanismos metabólicos subjacentes à resistência observada, utilizando sinergistas como butóxido de piperonil (PBO) para avaliar o papel das enzimas P450, GSTs e esterases (Apetogbo et al., 2022; Li et al., 2023). Além disso, a realização de levantamentos regulares de resistência nas principais regiões produtoras permitirá monitorar a evolução do fenômeno e orientar a tomada de decisão de forma mais precisa.

7. CONCLUSÕES

Este estudo mostrou que as populações de *P. xylostella* aqui estudadas são suscetíveis aos inseticidas clorfenapir e espinosade em suas dosagens recomendadas. Já a suscetibilidade aos inseticidas clorantraniliprole, malationa e metomil é menor nos municípios com histórico de cultivo intenso de brássicas (Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis).

Há alta probabilidade de falha de controle para os inseticidas clorantraniliprole, malationa e metomil, caso eles sejam utilizados para o manejo de *P. xylostella* nos municípios de Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis.

Plutella xylostella dos municípios de Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis, exposta aos inseticidas clorantraniliprole, malationa e metomil apresentam desempenho biológico igual ou superior ao de insetos que não foram expostos a esses inseticidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbott, W. S. (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. econ. Entomol*, 18(2):265-267.

Abro, G. H., Syed, T. S., Kalhor, A. N., Sheikh, G. H., Awan, M. S., Jessar, R. D., Shelton, A. M. (2013) Insecticides for control of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.)(Lepidoptera: Plutellidae) in Pakistan and factors that affect their toxicity. *Crop Protection*, 52:91-96. DOI: doi.org/10.1016/j.cropro.2013.05.017.

Agboyi, L. K., Ketoh, G. K., Martin, T., Glitho, I. A., Tamo, M. (2016) Pesticide resistance in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) populations from Togo and Benin. *International Journal of Tropical Insect Science*, 36(4):204-210. DOI: doi.org/10.1017/S1742758416000138.

Agboyi, L. K., Ketoh, G. K., Kpindou, O. K. D., Martin, T., Glitho, I. A., & Tamò, M. (2020) Improving the efficiency of *Beauveria bassiana* applications for sustainable management of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) in West Africa. *Biological Control*, 144:104233.

Ahmed, M. A., Cao, H. H., Jaleel, W., Amir, M. B., Ali, M. Y., Smagghe, G., Liu, T. X. (2022) Oviposition preference and two-sex life table of *Plutella xylostella* and its association with defensive enzymes in three Brassicaceae crops. *Crop Protection*, 151:105816. DOI: doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105816.

Ali, S., Li, S., Jaleel, W., Musa Khan, M., Wang, J., Zhou, X. (2020) Using a two-sex life table tool to calculate the fitness of *Orius strigicollis* as a predator of *Pectinophora gossypiella*. *Insects*, 11(5):275. DOI:doi.org/10.3390/insects11050275.

Apetogbo, Y., Ahadji-Dabla, K. M., Soma, D. D., Amoudji, A. D., Koffi, E., Akagankou, K. I., Ketoh, G. K. (2022) Insecticide resistance intensity and efficacy of synergists with pyrethroids in *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae) from Southern Togo. *Malaria Journal*, 21(1):353. DOI: doi.org/10.1186/s12936-022-04377-2.

Armstrong, Arístides M. Insectos y Métodos de Control en Repollo. I Foro técnico de cultivo y producción de repollo, n. 1 ,1992, Barranquitas, Puerto Pico, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez, Colegio de ciencias agrícolas, Estación experimental agrícola p. 21-24, 1992.

Arruda, L. S., Rodrigues, A. R., Bermudez, N. C., Ribeiro, L. M., Neto, J. E. L., Siqueira, H. A. (2020) Field resistance of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) to lufenuron: Inheritance and lack of cross-resistance to methoxyfenozide. Crop protection, 136:105237. DOI: doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105237.

Asiimwe, P., Ellsworth, P. C., & Naranjo, S. E. (2016) Natural enemy impacts on *Bemisia tabaci* (MEAM1) dominate plant quality effects in the cotton system. Ecological Entomology, 41(5):642-652. DOI: doi.org/10.1111/een.12340.

Bacaër, N. (2011) Halley's life table (1693). In: A Short History of Mathematical Population Dynamics. Springer, London. doi.org/10.1007/978-0-85729-115-8_2.

Bacci, L., Picanço, M. C., Silva, É. M. D., Martins, J. C., Chediak, M., & Sena, M. E. (2009) Seletividade fisiológica de inseticidas aos inimigos naturais de *Plutella xylostella* (L.)(Lepidoptera: Plutellidae) em brássicas. Ciência e Agrotecnologia, 33:2045-2051. DOI: doi.org/10.1590/S1413-70542009000700058.

Balabanidou, V., Grigoraki, L., & Vontas, J. (2018) Insect cuticle: a critical determinant of insecticide resistance. Current opinion in insect science, 27:68-74. DOI: doi.org/10.1016/j.cois.2018.03.001.

Banazeer, A., Afzal, M. B. S., Hassan, S., Ijaz, M., Shad, S. A., Serrão, J. E. (2021) Status of insecticide resistance in *Plutella xylostella* (Linnaeus)(Lepidoptera: Plutellidae) from 1997 to 2019: cross-resistance, genetics, biological costs, underlying mechanisms, and implications for management. Phytoparasitica, 50:465-485. DOI: doi.org/ 10.1007/s12600-021-00959-z.

Bathina, P., Bonam, R. (2020) Effect of endophytic isolates of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin and *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin on *Plutella xylostella* (L.)(Lepidoptera: Plutellidae) in cabbage. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 30:1-6. DOI: doi.org/10.1186/s41938-020-00342-w.

Belles, X. (2011) Origin and evolution of insect metamorphosis. Encyclopedia of life sciences (ELS), 1-11. DOI: doi.org/10.1002/9780470015902.a0022854.

Buralli, R. J., Ribeiro, H., Iglesias, V., Muñoz-Quezada, M. T., Leão, R. S., Marques, R. C., Almeida, M. M. C. de., & Guimarães, J. R. D.. (2020) Occupational exposure to pesticides and health symptoms among family farmers in Brazil. *Revista De Saúde Pública*, 54:133. DOI: doi.org/10.11606/s1518-8787.2020054002263

Cai, C., Bucher, J., Bakker, F. T., Bonnema, G. (2022) Evidence for two domestication lineages supporting a middle-eastern origin for *Brassica oleracea* crops from diversified kale populations. *Horticulture research*, 9:33. DOI: doi.org/10.1093/hr/uhac033.

Campos, S. O., Santana, I. V., Silva, C., Santos-Amaya, O. F., Guedes, R. N. C., Pereira, E. J. G. (2019) Bt-induced hormesis in Bt-resistant insects: Theoretical possibility or factual concern?. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 183:109577. DOI: doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109577.

Capinera, John. *Featured Creatures: entomology and nematology*. Florida: 2000. N: EENY-119. Disponível em: https://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leaf/diamondback_moth.htm#:~:text=Throug%20their%20development%2C%20larvae%20remain,for%20instars%201%20t%20hrough%204. Acesso em: 7 de out. 2023.

Carlin, T. F., Herron, D. A., Buddenhagen, C. E., Mason, N. W., Meurisse, N. (2025) Modelling vehicles as vectors of forest pest and pathogen spread. *Journal of Forestry Research*, 36(1):134. DOI: doi.org/10.1007/s11676-025-01931-x.

Castelão-Baptista, J. P., Barros, A., Martins, T., Rosa, E., Sardão, V. A. (2021) Three in one: The potential of *Brassica* by-products against economic waste, environmental hazard, and metabolic disruption in obesity. *Nutrients*, 13(12):4194. DOI: doi.org/10.3390/nu13124194.

Castelo Branco, M., & Gatehouse, A. G. (1997) Insecticide resistance in *Plutella xylostella* (L.)(Lepidoptera: Yponomeutidae) in the Federal District, Brazil. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 26:75-79. DOI: doi.org/10.1590/S0301-80591997000100010.

Castelo Branco, M; Melo, C. A. de. (2002) Resistência a abamectina e cartap em populações de traça-das-crucíferas. *Horticultura Brasileira*, 20(4):541-543. DOI: doi.org/10.1590/S0102-05362002000400005.

Castelo Branco, M., França, F. H., Villas Bôas, G. L. (1997) Traça-das-crucíferas *Plutella xylostella*: artropodes de importância econômica. EMBRAPA-CNPQ. Comunicado Técnico da EMBRAPA Hortaliças, 4.

Castelo Branco, M., & Medeiros, M. A. (2001) Impacto de inseticidas sobre parasitóides da traça-das-crucíferas em repolho, no Distrito Federal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36:07-13. DOI:doi.org/10.1590/S0100-204X2001000100002.

Chareonviriyaphap, T., Bangs, M. J., Suwonkerd, W., Kongmee, M., Corbel, V., Ngoen-Klan, R. (2013) Review of insecticide resistance and behavioral avoidance of vectors of human diseases in Thailand. *Parasites & Vectors*, 6(1):280. DOI: 10.1186/1756-3305-6-280.

CEASA-RJ (2021). Unidade do CEASA-RJ em Nova Friburgo. Disponível em: <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=4581082615288630&set=a.1618645098199078&id=100068515247093>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2026.

Chen, N., Pei, X. J., Li, S., Fan, Y. L., Liu, T. X. (2020) Involvement of integument-rich CYP4G19 in hydrocarbon biosynthesis and cuticular penetration resistance in *Blattella germanica* (L.). *Pest management science*, 76(1):215-226. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.5499>.

Chen, Z., Luo, Y., Wang, L., Sun, D., Wang, Y., Zhou, J., Wang, L. (2025) Advancements in Life Tables Applied to Integrated Pest Management with an Emphasis on Two-Sex Life Tables. *Insects*, 16(3):261. DOI: doi.org/10.3390/insects16030261.

Chen, Y. X., Tian, H. J., Wei, H., Zhan, Z. X., Huang, Y. Q. (2011) A simple method for identifying sex of *Plutella xylostella* (Linnaeus) larva, pupa and adult. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 26(4):611-614.

Chi, H., Güncan, A., Kavousi, A., Gharakhani, G., Atlihan, R., Özgökçe, M. S., ... & Taghizadeh, R. (2022) TWSEX-MSChart: the key tool for life table research and education. *Entomologia Generalis*, 42(6).

Chi, H. (2015) TWSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. Zenodo. DOI: doi.org/10.5281/zenodo.7482167.

Chi, H., Kavousi, A., Gharekhani, G., Atlihan, R., Salih Özgökçe, M., Güncan, A., Desneux, N. (2023) Advances in theory, data analysis, and application of the age-stage, two-sex life table for demographic research, biological control, and pest management. *Entomologia Generalis*; 43(4): 705-732. DOI: doi.org/10.1127/entomologia/2023/2048.

Chi, H. S. I. N., & Liu, H. J. B. I. Z. A. S. (1985) Two new methods for the study of insect population ecology. *Bull. Inst. Zool. Acad. Sin*, 24(2):225-240.

Chi, H. (1988) Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environmental Entomology*, 17(1):26-34.

Chi H. (2013) TWSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex lifetable analysis. — Available from <http://140.120.197.173/Ecology/Download/TwoosexMSChart.zip> (Accessed 21 March 2013).

Chi H. & H.Y. Su (2006) Age-stage, two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and its host *Mysus persicae* (Sulzer) (Hymenoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and the net reproductive rate. — *Environmental Entomology* 35:10–21.

De Bortoli, S. A., Polanczyk, R. A., Vacari, A. M., De Bortoli, C. P., Duarte, R. T. (2013) *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758)(Lepidoptera: Plutellidae): Tactics for integrated pest management in Brassicaceae. Weed and pest control-conventional and new challenges. Rijeka: InTech, p. 31-51. DOI: doi.org/10.5772/54110.

De Moura, A. P.Guimarães, J., Silva, J. D., Guedes, I., Leal, D., Dyenne, F. I. D. B. (2019) Recomendações técnicas para o manejo de pragas em brassicáceas com vistas à produção integrada de hortaliças folhosas.

Dombroskie, J. J. (2011) A matrix key to families, subfamilies and tribes of Lepidoptera of Canada. *Canadian Journal of Arthropod Identification*, 17:10.3752. DOI: doi.org/10.3752/cjai.2011.17.

Domínguez-Perles, R., Mena, P., Garcia-Viguera, C., Moreno, D. A. (2014) Brassica foods as a dietary source of vitamin C: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 54(8):1076-1091. DOI: doi.org/10.1080/10408398.2011.626873.

Ebrahimi, N., Talebi, A. A., Fathipour, Y., Zamani, A. A. (2008) Host plants effect on preference, development and reproduction of *Plutella xylostella* (L.)(Lepidoptera: Plutellidae) under laboratory conditions. *Advances in Environmental Biology*, 2(3):108-114. DOI: [org/doi/full/10.5555/20093133553](https://doi.org/10.5555/20093133553).

Edde, P. A. (2018) Field Crop Arthropod Pests of Economic Importance. Altria Client Services LLC. Richmond, VA, United States. doi.org/10.1016/C2018-0-04342-X.

EMATER-RIO. (2024) Agricultura familiar no estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.rj.gov.br/emater/node/187>. Acesso em: 3 de fevereiro de 2025.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). (2005). Manejo integrado de pragas da couve: Uma abordagem agroecológica [Integrated pest management in kale: An agroecological approach]. Embrapa Hortaliças. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/187146/1/bp089.pdf>

EPA-

<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P1000RXP.TXT?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2000+Thru+2005&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&XmlQuery=&File=D%3A%5Czyfiles%5CIndex%20Data%5C00thru05%5Ctxt%5C00000015%5CP1000RXP.txt&User=ANONYMOUS&Password=anonymous&SortMethod=h%7C-&MaximumDocuments=1&FuzzyDegree=0&ImageQuality=r75g8/r75g8/x150y150g16/i425&Display=hpfr&DefSeekPage=x&SearchBack=ZyActionL&Back=ZyActionS&BackDesc=Results%20page&MaximumPages=1&ZyEntry=1&SeekPage=x&ZyPURL>.

Etikan, I., Abubakar, S., Alkassim, R. (2017) A review of life table construction. *Biom Biostat Int J*, 5(3):83-85. DOI: doi.org/10.15406/bbij.2017.05.00132.

Farrar, R. R., Shapiro, M., Shepard, M. (2007) Relative activity of baculoviruses of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.)(Lepidoptera: Plutellidae). *BioControl*, 52:657-667. DOI: doi.org/10.1007/s10526-006-9048-y.

Fathipour, Y., Kianpour, R., Bagheri, A., Karimzadeh, J., Hosseininaveh, V. (2019) Bottom-up effects of Brassica genotypes on performance of diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). Crop Protection, 115:135-141. DOI: doi.org/10.1016/j.cropro.2018.09.020.

Ferreira, S. W. J. Barros, R.; Torres, J. B. (2003) Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae), para regiões produtoras de crucíferas em Pernambuco. Neotropical Entomology, Londrina, 32:407-411. DOI: doi.org/10.1590/S1519-566X2003000300004.

Filgueira, F. A. R. (1987) ABC da olericultura: guia da pequena horta. Agronômica Ceres.

Franzke, A., Lysak, M. A., Al-Shehbaz, I. A., Koch, M. A., Mummenhoff, K. (2011) Cabbage family affairs: the evolutionary history of Brassicaceae. Trends in plant science, 16(2):108-116. DOI: doi.org/10.1016/j.tplants.2010.11.005.

Furlong, M. J., Shi, Z. H., Liu, S. S., Zalucki, M. P. (2004) Evaluation of the impact of natural enemies on *Plutella xylostella* L.(Lepidoptera: Yponomeutidae) populations on commercial Brassica farms. Agricultural and Forest Entomology, 6(4):311-322. DOI: doi.org/10.1111/j.1461-9555.2004.00228.x.

Gallo, D (2002). Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 920 p.

GBIF Secretariat. (2023) GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset. Disponível em: doi.org/10.15468/39omei Acesso em: 06 de janeiro de 2025.

Genç, H. (2021) Determination of biological properties of *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758)(Lepidoptera: Plutellidae). ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(1):21-30. DOI: doi.org/10.33202/comuagri.899370.

Globe News Wire (2023) Cabbages and other brassicas market size, share analysis, growth trends, forecasts 2023-2028. Disponível em: <https://www.globenewswire.com/news-release/2023/08/18/2728109/0/en/Cabbages-And-Other-Brassicas-Market-Size-Share-Analysis-Growth-Trends-Forecasts-2023-2028.html>. Acesso em: 27 de janeiro de 2025.

Gotelli, N. J., Ellison, A. M. (2016) Princípios de estatística em ecologia. ARTMED editora.

Grzywacz, D., Parnell, M., Kibata, G., Oduor, G., Ogutu, W., Miano, D., Winstanley, D. (2001) The development of endemic baculoviruses of *Plutella xylostella* (diamondback moth, DBM) for control of DBM in East Africa. *The Management of Diamondback Moth and other Cruciferous Pests* (Proceedings of the Fourth International Workshop on Diamondback Moth, Melbourne University, Melbourne, 179-183.

Grzywacz, D., Rossbach, A., Rauf, A., Russell, D. A., Srinivasan, R., Shelton, A. M. (2010) Current control methods for diamondback moth and other brassica insect pests and the prospects for improved management with lepidopteran-resistant Bt vegetable brassicas in Asia and Africa. *Crop protection*, 29(1):68-79. DOI: doi.org/10.1016/j.cropro.2009.08.009.

Gul, H., Güncan, A., Ullah, F., Ning, X., Desneux, N., Liu, X. (2023) Sublethal concentrations of thiamethoxam induce transgenerational hormesis in cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover. *CABI Agriculture and Bioscience*, 4(1):50. DOI: doi.org/10.1186/s43170-023-00195-x.

Guo, M., Zhu, D., Li, L. (1999) Selection of *Trichogramma* species for controlling the diamondback moth *Plutella xylostella* (L.). *Insect Science*, 6(2):187-192. DOI: doi.org/10.1111/j.1744-7917.1999.tb00166.x.

Guedes, R. N. C. (2017) Insecticide resistance, control failure likelihood and the First Law of Geography. *Pest Management Science*, 73(3), 479-484.

Heckel, D. G. (2012) Insecticide resistance after silent spring. *Science*, 337(6102):1612-1614. DOI: doi.org/10.1126/science.1226994.

Hedge, I. C. (1976) A systematic and geographical survey of the Old World Cruciferae. 1-45. DOI: org/doi/full/10.5555/19770761911.

Hemingway, J. (2000) The molecular basis of two contrasting metabolic mechanisms of insecticide resistance. *Insect biochemistry and molecular biology*, 30(11):1009-1015. DOI: doi.org/10.1016/S0965-1748(00)00079-5.

Himelblau, E., Lauffer, D., Teutonico, R., Pires, J. C., Osborn, T. C. (2004) Rapid-cycling Brassica in research and education. In *Brassica*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg 53:13-28. DOI: doi.org/10.1007/978-3-662-06164-0_2.

IBAMA (2022) Perfis ambientais de agrotóxicos. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/perfis-ambientais>. Acesso em: 7 de fevereiro de 2026.

Imenes, S. D. L., Campos, T. D., Rodrigues, S. M., Bergmann, E. C. (2002) 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, 69(1):81-84. DOI: doi.org/10.1590/1808-1657v69n1p0812002.

Jiménez-Hernández, S. Y., Rangel-Núñez, J. C., Ibarra, J. E., Del Rincón-Castro, M. C. (2022) Biological, morphological, and molecular characterization of the baculovirus PlxyMNPV_LBIV-11, and its virulence towards *Plutella xylostella*, *Trichoplusia ni*, and *Spodoptera frugiperda* larvae. Archives of Microbiology, 204(10):598. DOI: doi.org/10.1007/s00203-022-03222-z.

Li, B. J., Wang, K. K., Chen, D. P., Yan, Y., Cai, X. L., Chen, H. M., Xu, H. H. (2021) Papéis distintos de dois receptores GABA RDL na ação da fipronila na mariposa-diamante (*Plutella xylostella*). Ciência dos Insetos, 28(6):1721-1733. DOI: <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12892>.

Li, T., Wang, Y., Liu, N. (2023) Estudo de sinergismo para investigar possíveis mecanismos de resistência a inseticidas em mosquitos. Protocolos de Cold Spring Harbor, 2023(7), pdb-prot108042. <http://cshprotocols.cshlp.org/>

Li, Z., Feng, X., Liu, S. S., You, M., & Furlong, M. J. (2016) Biology, ecology, and management of the diamondback moth in China. *Annual review of entomology*, 61(1):277-296.

Li, Z., Feng, X., Liu, S.-S., You, M., & Furlong, M. J. (2006). Biology, ecology, and management of the diamondback moth in China. *Annual Review of Entomology*, 51(1):277–292.

Lin, Q., Jin, F., Hu, Z., Chen, H., Yin, F., Li, Z., Feng, X. (2013) Transcriptome analysis of chlorantraniliprole resistance development in the diamondback moth *Plutella xylostella*. PLoS One, 8(8):72314. DOI:doi.org/10.1371/journal.pone.0072314.

Mahmoudvand, M., Moharramipour, S., & Iranshahi, M. (2015) Effects of pyriproxyfen on life table indices of *Plutella xylostella* in multigenerations. *Psyche: a journal of entomology*, 2015(1):453701..

Marafon, G. J. (2006). Agricultura familiar, pluriatividade e turismo rural: reflexões a partir do território fluminense. DOI: doi.org/10.14393/RCT1111776.

da Silva Santos, B., de Souza, R. A., Butnariu, A. R., Moura, M. O., Foerster, L. A. (2021) Preferência de ovoposição (Lepidópteros: Plutellidae) e parasitismo por (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em verde couve. *Revista de Agricultura*, 96(2):408-424. DOI: doi.org/10.37856/bja.v96i2.4283.

Mazlan, N., & Mumford, J. (2005) Insecticide use in cabbage pest management in the Cameron Highlands, Malaysia. *Crop Protection*, 24(1):31-39.

Medeiros, P. T., DIAS, J. D. S., Monnerat, R. G., & Souza, N. R. (2003). Instalação e manutenção de criação massal de traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*). Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Circular técnica, 29: 1-4.

Melo, R. D. C., Madeira, N. R., Lima, C. E. P. (2016) Produção de brássicas em sistema de plantio direto, 1-16.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (2025) Agrofit: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 27 de janeiro de 2025.

Moberg, W. K. (1990) Understanding and combating agrochemical resistance: A chemist's perspective on an interdisciplinary challenge. DOI: 10.1021/bk-1990-0421.ch001.

Monnerat, R. G. (1995) Interrelations entre la teigne des cruciferes, *Plutella xylostella*, son parasitoide *Diadegma* sp. et la bacterie entomopathogene *acillus thunrigiensis* Berliner. These de doctorat en Science Agronomiques. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, FR. 160 p.

Neto, Jaconias Escócio Lima. Bases Para o Manejo da Resistência de *Plutella xylostella* (L) (Lepidoptera: Plutellidae) a Inseticidas: Suscetibilidade e Genética da Resistência a Clorfenapir. Recife: UFRPE, 2016. Tese (Doutorado em Entomologia

Agrícola). Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

Nóbrega, G. N., Ferreira, T. O., Romero, R. E., Marques, A. G. B., Otero, X. L. (2013) Iron and sulfur geochemistry in semi-arid mangrove soils (Ceará, Brazil) in relation to seasonal changes and shrimp farming effluents. *Environmental monitoring and assessment*, 185(9):7393-7407. DOI: doi.org/10.1007/s10661-013-3108-4.

Noppun, V., Saito, T., Miyata, T. (1989) Cuticular penetration of S-fenvalerate in fenvalerate-resistant and susceptible strains of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 33(1):83-87. DOI: https://doi.org/10.1016/0048-3575(89)90079-5.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). (1995). Normas e exigências para execução de testes de produtos químicos para fins de registro no MAPA.

Padial, I. M. P. M., da Silva Matiasso, A., de Souza, S. A., Mussury, R. M. (2020) Efeito de extratos vegetais de *Styrax camporum* Pohl. sobre a oviposição de *Plutella xylostella* (L., 1758)(Lepidoptera: Plutellidae). *Brazilian Journal of Development*, 6(9):67038-67055. DOI: doi.org/10.34117/bjdv6n9-224.

Panini, M., Manicardi, G. C., Moores, G. D., & Mazzoni, E. J. I. S. J. (2016) An overview of the main pathways of metabolic resistance in insects. *Invertebrate Survival Journal*, 13: 326-335. DOI: doi.org/10.25431/1824-307X/isj.v13i1.326-335.

Pereira, Helter Carlos. Avaliação de agentes biológicos e nim sobre *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) em couve. 2019.. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019. p. 62

Philips, C. R., Fu, Z., Kuhar, T. P., Shelton, A. M., Cordero, R. J. (2014) História natural, ecologia e manejo da mariposa-diamante (Lepidoptera: Plutellidae), com ênfase nos Estados Unidos. *Revista de Manejo Integrado de Pragas*, 5(3):1-11. DOI: doi.org/10.1603/IPM14012.

Qian, C., Li, J., Wu, S., Yang, Y., Wu, Y., & Wang, X. (2024). Cross-resistance and genetics of field-evolved resistance to chlorfenapyr in *Plutella xylostella*. *Insect Science*, 31(2):533-541. DOI: doi.org/10.1111/1744-7917.13249.

Quan, X., Wu, L., Zhou, Q., Yun, Y., Peng, Y., & Chen, J. (2011) Identification of predation by spiders on the diamondback moth *Plutella xylostella*. *Bulletin of Insectology*, 64(2), 223-227. DOI: doi.org/10.5555/20123022477.

ReportLinker (2023) Dataset: Global Brassicas and Cabbages Production by Country. Disponível em: <https://www.reportlinker.com/dataset/e97c4e1f87ddfc6b880f12d7979b9e4b6d79275e>. Acesso em: 27 de janeiro de 2025.

Ribeiro, L. M. S., Wanderley-Teixeira, V., Ferreira, H. N., Teixeira, Á. A., Siqueira, H. A. A. (2014) Custos de aptidão associados à resistência evoluída em campo à clorantraniliprol em *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Boletim de Pesquisa Entomológica*, 104(1):88-96. DOI: doi.org/10.1017/S0007485313000576.

Rossini, L., Lots, A., Noël, G., Segers, A., Mermer, S., Contarini, M., ... & Garone, E. (2025). Life tables data collection in entomology: an overview on the differential and the integral representation and proposal for a standard electronic file. *Insect Science*. DOI: doi.org/10.1111/1744-7917.70040.

Sanlier, N., Guler, S. M. (2018) Os benefícios dos vegetais Brassica para a saúde humana. *J. Hum. Reserva de Saúde*, 1(1):1-13.

Santos, V. C., De Siqueira, H. A. A., Da Silva, J. E., & De Farias, M. J. D. C. (2011) Insecticide resistance in populations of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), from the state of Pernambuco, Brazil. *Neotropical Entomology*, 40:264-270. DOI: doi.org/10.1590/S1519-566X2011000200017.

Sarfraz, M., Dosdall, L. M., Keddie, B. A. (2005) Evidências de resistência comportamental da mariposa diamondback, *Plutella xylostella* (L.). *Journal of applied entomology*, 129(6):340-341. DOI: doi.org/10.1111/j.1439-0418.2005.00969.

Sawicki, R. M. (1987) Definition, detection and determination in insecticide resistance, In *Combating resistance to xenobiotics, biological and chemical approaches*, Ford, M. G., Holloman, D. W., Khambay, B. P. S. and Sawicki, R. M. (eds). p. 105-117.

Schroer, S., Ehlers, R. U. (2005) Foliar application of the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* for biological control of diamondback moth

larvae (*Plutella xylostella*). *Biological Control*, 33(1):81-86. DOI: doi.org/10.1016/j.biocontrol.2004.12.009.

Sebrae Rio de Janeiro. (2021) Mapeamento do Setor Agrícola [Mapping of the Agricultural Sector]. Instituição Federal Baiana de Ensino e Pesquisa (IFBAIANO). Disponível em: <https://ifbaiano.edu.br/portal/nucleo-inovacao-tecnologica/wp-content/uploads/sites/83/2021/02/Mapeamento-do-Setor-Agricola-Sebrae-RJ.pdf>. Acesso em: 28 de janeiro de 2025.

Shabbir, M. Z., Yang, X., Batool, R., Yin, F., Kendra, P. E., & Li, Z. Y. (2021). *Bacillus thuringiensis* and chlorantraniliprole trigger the expression of detoxification-related genes in the larval midgut of *Plutella xylostella*. *Frontiers in physiology*, 12, 780255. DOI: doi.org/10.3389/fphys.2021.780255.

Shehzad, M., Bodlah, I., Siddiqui, J. A., Bodlah, M. A., Fareen, A. G. E., & Islam, W. (2023). Recent insights into pesticide resistance mechanisms in *Plutella xylostella* and possible management strategies. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(42):95296-95311. DOI: 10.1007/s11356-023-29271-5.

Shinde S. and Singh N.P., (2000) Susceptibility of diamondback moth, *Plutella xylostella* L. to entomopathogenic nematodes. *Indian Journal of Experimental Biology*, 38:956- 959.

Silva Filho, J. G. D., Farias, T. I. D., Melo, I. A. D., Santoro, K. R., Anton, S., Badji, C. A. (2023) High resistance levels in brazilian *Plutella xylostella* populations: needs for adjustments in field concentration. *Revista Caatinga*, 36(1):53-60. DOI: doi.org/10.1590/1983-21252023v36n106rc.

Silva Filho, J. G. D., Melo, I. A. D., Santos, M. F. B. D., Tschoeke, L. F. P., Franco Junior, C. L., Neves, C. M. D. L., Badji, C. A. (2020) Locomotor response of diamondback moth (*Plutella xylostella*) populations to a neurotoxic insecticide under laboratory conditions. *Ciência Rural*, 50, 20190326. DOI: doi.org/10.1590/0103-8478cr20190326.

Silva, G. A., Picanço, M. C., Bacci, L., Crespo, A. L. B., Rosado, J. F., & Guedes, R. N. C. (2011) Control failure likelihood and spatial dependence of insecticide resistance in the tomato pinworm, *Tuta absoluta*. *Pest management science*, 67(8):913-920. DOI: doi.org/10.1002/ps.2131.

Siniard, D. J., Wade, M. J., & Drury, D. W. (2016). Evolutionary genetics of insecticide resistance and the effects of chemical rotation. *BioRxiv*, 072520. DOI: doi.org/10.1101/072520.

Somvanshi, V. S., & Ganguly, S. (2007) Efficacy of foliar applications of entomopathogenic nematodes against the crucifer diamondback moth, *Plutella xylostella*-A review. *Nematologia Mediterranea*.

Song, C., Zhao, J., Zheng, R., Hao, C., & Yan, X. (2022) Chemical composition and bioactivities of thirteen non-host plant essential oils against *Plutella xylostella* L.(Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 25(2):101881. DOI: doi.org/10.1016/j.aspen.2022.101881.

Souza, S. A. D., Padial, I. M. P. M., Souza, T. S. D., Domingues, A., Ferreira, E. A., Mauad, M., ... & Mussury, R. M. (2025) Evaluation of bioinsecticide in the control of *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758): A laboratory study for large-scale implementation. *Sustainability*, 17(4):1626.

Sun, C. N., Wu, T. K., Chen, J. S., & Lee, W. T. (1986). Resistência a inseticidas na mariposa-diamante. Em manejo da mariposa Diamondback. Centro Asiático de Pesquisa e Desenvolvimento de Vegetais (AVRDC) em Shanhua. 359-371

Tabone, E., Bardon, C., Desneux, N., Wajnberg, E. (2010) Parasitism of different *Trichogramma* species and strains on *Plutella xylostella* L. on greenhouse cauliflower. *Journal of Pest Science*, 83(3):251-256. DOI: doi.org/10.1007/s10340-010-0292-7.

Talekar, N. S., & Shelton, A. M. (1993). Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annual review of entomology*, 38(1):275-301. DOI: doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001423.

Taxonomicon (2024a) Família Plutellidae. Disponível em: <http://taxonomicon.taxonomy.nl/TaxonTree.aspx?src=0&id=29674>. Acesso em 7 de janeiro de 2025.

Taxonomicon (2024b) Gênero *Plutella*. Disponível em: <http://taxonomicon.taxonomy.nl/TaxonTree.aspx?src=0&id=29684>. Acesso em 07 de janeiro de 2025.

The Business Research Company (2023) Cabbages and other brassicas global market report. Disponível em: <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/cabbages-and-other-brassicas-global-market-report>. Acesso em: 27 de janeiro de 2025.

Truman, J. W. (2019). The evolution of insect metamorphosis. *Current Biology*, 29(23), R1252-R1268. DOI:10.1016/j.cub.2019.10.009.

Ullah, F., Gul, H., Tariq, K., Desneux, N., Gao, X., & Song, D. (2021) Acetamiprid resistance and fitness costs of melon aphid, *Aphis gossypii*: An age-stage, two-sex life table study. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 171:104729. DOI: doi.org/10.1016/j.pestbp.2020.104729.

Vacari, A. M. (2009). Caracterização biológico-comportamental de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) predando *Plutella xylostella* (L., 1758). São Paulo: UNESP, 2016. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola). Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola, Universidade Estadual Paulista de São Paulo, Jaboticabal, 2009.

Verkerk, R., Schreiner, M., Krumbein, A., Ciska, E., Holst, B., Rowland, I., ... & Dekker, M. (2009) Glucosinolates in Brassica vegetables: the influence of the food supply chain on intake, bioavailability and human health. *Molecular nutrition & food research*, 53(S2):S219-S219. DOI: doi.org/10.1002/mnfr.200800065.

Wang, L., Atlihan, R., Chai, R., Dong, Y., Luo, C., Hu, Z. (2022) Avaliação do risco de predação não consumptiva de *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) no crescimento populacional de *Sitobion miscanthi* (Hemiptera: Aphididae). *Insetos*, 13(6):524. DOI: doi.org/10.3390/insects13060524.

Wang, X., Ma, Y., Wang, F., Yang, Y., Wu, S., & Wu, Y. (2020) Disruption of nicotinic acetylcholine receptor $\alpha 6$ mediated by CRISPR/Cas9 confers resistance to spinosyns in *Plutella xylostella*. *Pest management science*, 76(5):1618-1625. DOI: doi.org/10.1002/ps.5689.

Who (1971) Insecticide resistance in arthropods. In World Health Organization Monograph Series, Brown, A.W. and Pal, K. World Health Organization, Geneva, 38:491.

- Williams, P. H., & Hill, C. B. (1986) Rapid-cycling populations of Brassica. *Science*, 232(4756):1385-1389. DOI: 10.1126/science.232.4756.138.
- Xia, X., Sun, B., Gurr, G. M., Vasseur, L., Xue, M., You, M. (2018) Gut microbiota mediate insecticide resistance in the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). *Frontiers in microbiology*, 9, 25. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00025>.
- Xing, K., Zhu, F., Zhai, Y., Zhang, S., & Liu, Z. (2020). Insecticide resistance in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): Current status and future perspectives for sustainable management. *Journal of Economic Entomology*, 113(2):833–848. DOI: doi.org/10.1002/adma.201602758.
- Yang, F. Y., Chen, J. H., Ruan, Q. Q., Wang, B. B., Jiao, L., Qiao, Q. X., ... & You, M. S. (2021) Fitness comparison of *Plutella xylostella* on original and marginal hosts using age-stage, two-sex life tables. *Ecology and Evolution*, 11(14), 9765-9775. DOI: doi.org/10.1002/ece3.7804.
- Yu, J., Zhao, M., Wang, X., Tong, C., Huang, S., Tehrim, S., Liu, S. (2013) Bolbase: a comprehensive genomic database for *Brassica oleracea*. *Bmc Genomics*, 14(1):664.
- Zago, H. B., Siqueira, H. Á., Pereira, E. J., Picanço, M. C., Barros, R. (2014) Resistance and behavioral response of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) populations to *Bacillus thuringiensis* formulations. *Pest management science*, 70(3):488-495. DOI: doi.org/10.1002/ps.3600.
- Zhang, L., Wang, P., Xie, G., Wang, W. (2024) Padrão de distribuição espacial de *Aromia bungii* dentro da China e sua potencial distribuição sob mudanças climáticas e atividade humana. *Ecologia e Evolução*, 14(11):70520. doi: doi.org/10.1002/ece3.70520.
- Zhang, S., Zhang, X., Shen, J., Li, D., Wan, H., You, H., & Li, J. (2017) Cross-resistance and biochemical mechanisms of resistance to indoxacarb in the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 140:85-89.
- Zuo, Y., Wang, K., Lin, F., Li, Y., Peng, X., Piñero, J. C., Chen, M. (2016) Sublethal effects of indoxacarb and beta-cypermethrin on *Rhopalosiphum padi* (Hemiptera: Aphididae) under laboratory conditions. *Florida Entomologist*, 445-450.

APÊNDICE

Tabela 5: Resultados da análise de comparação de médias de mortalidade com porcentagem de mortalidade esperada (80%) pelo teste t ($P < 0,05$)

População	Clorantraniliprole vs 80%	Clorfenapir vs 80%	Espinosade vs 80%	Malationa vs 80%	Metomil vs 80%
Bom Jardim	$t = 2,449$ $P = 0,040^*$	$t = -2,236$ $P = 0,056$	$t = -9,00$ $P = < 0,001^*$	$t = 0,00$ $P = 1,00$	$t = 4,811$ $P = < 0,001^*$
Campos dos Goytacazes	$t = 0,667$ $P = 0,262$	$t = 9,00$ $P = < 0,001^*$	$t = -\infty$ $P = < 0,001^*$	$t = -1,871$ $P = 0,098$	$t = -0,272$ $P = 0,792$
Nova Friburgo	$t = 5,721$ $P = < 0,001^*$	$t = -9,00$ $P = < 0,001^*$	$t = -\infty$ $P = < 0,001^*$	$t = 10,590$ $P = < 0,001^*$	$t = 18,974$ $P = < 0,001^*$
Sumidouro	$t = 10,983$ $P = < 0,001^*$	$t = -9,00$ $P = < 0,001^*$	$t = -\infty$ $P = < 0,001^*$	$t = 4,417$ $P = 0,002$	$t = 10,667$ $P = < 0,001^*$
Teresópolis	$t = 18,174$ $P = < 0,001^*$	$t = -9,00$ $P = < 0,001^*$	$t = -\infty$ $P = < 0,001^*$	$t = 15,652$ $P = < 0,001^*$	$t = 19,243$ $P = < 0,001^*$

Valores de P seguidos por “*” diferem significativamente da mortalidade mínima esperada (80%).

Tabela 6: Preços de inseticidas.

Inseticidas	Nome comercial	Loja	Valor para 1L
Clorantraniliprole	Premio®	Ekletuspetsshop	R\$ 650,00
Clorfenapir	Pirate®	Market Rural	R\$ 250,00
Espinosade	Tracer®	Agro Line	R\$ 2.630,45
Malationa	Malathion®	Alvorada Net	R\$ 70,00
Metomil	Lannate®	Ekletuspetsshop	R\$ 105,50