

RESSALVA #

#

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo será disponibilizado somente a partir de 30/01/2025#

At the author's request, the full text will not be available online until January 30, 2025 #

#

ALINE MARQUES PINHEIRO

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE COUVE-DE-FOLHA, *Brassica oleracea* var.
acephala (L.), A *Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)**

Botucatu

2024

ALINE MARQUES PINHEIRO

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE COUVE-DE-FOLHA, *Brassica oleracea* var. *acephala* (L.), A *Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Proteção de Plantas).

Orientador: Dr. Carlos Gilberto Raetano

Coorientador(a): Dr. André Luiz Lourenção

Botucatu

2024

P654r

Pinheiro, Aline Marques

Resistência de genótipos de couve-de-folha, *Brassica oleracea* var. *acephala* (L.), a *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) / Aline Marques Pinheiro.

-- Botucatu, 2024

77 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu

Orientador: Carlos Gilberto Raetano

Coorientador: André Luiz Lourenção

1. Antibiose. 2. Antixenose. 3. Tabela de vida. 4. Resistência de plantas a insetos. 5. Traça-das-crucíferas. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE COUVE-DE-FOLHA *Brassica oleracea* var. *acephala* (L.) A *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae)

AUTORA: ALINE MARQUES PINHEIRO

ORIENTADOR: CARLOS GILBERTO RAETANO

COORIENTADOR: ANDRÉ LUIZ LOURENÇÃO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Agronomia (Proteção de Plantas), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ANDRÉ LUIZ LOURENÇÃO (Participação Presencial)
Entomologia e Acarologia / Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

Prof. Dr. BRUNO HENRIQUE SARDINHA DE SOUZA (Participação Virtual)
Entomologia / Universidade Federal de Lavras

Prof. Dr. VINÍCIUS FERNANDES CANASSA (Participação Presencial)
/ Faculdade Eduvale Avaré

Botucatu, 30 de julho de 2024

*À minha família, que me ensinou o significado de
estar junto mesmo a 2.334 km de distância,*

dedico

AGRADECIMENTOS

“É justo que muito custe o que muito vale” (Santa Teresa de Jesus). Começo esses agradecimentos com a frase que rege a minha vida, pois essa etapa vencida vale muito para mim, mas também muito me custou.

Agradeço a Deus, por ser meu amparo, meu refúgio e a minha fortaleza.

Ao meu ex-orientador, Dr. Edson Luiz Lopes Baldin (*in memoriam*), por ser o primeiro idealizador desse projeto e confiá-lo a mim mesmo sem me conhecer. Espero que de alguma forma esteja orgulhoso.

Ao meu coorientador, Dr. André Luiz Lourenção, por todo suporte e contribuição.

Ao meu orientador, Dr. Carlos Gilberto Raetano, pela disponibilidade e suporte.

Ao Dr. Vinicius Canassa, por todo apoio, disponibilidade e paciência, principalmente nas idas ao campo.

À minha família, especialmente meus pais Angela e Oseas, e meu irmão Bruno, por serem verdadeiros alicerces e suportarem a distância. Vocês são minha saudade diária e meu incentivo para seguir essa jornada longe do meu primeiro lar.

A todos do LARESPI, especialmente Vinicius, Ana Clara, Diogo, Roberta, Pedro, Giovanni, Felipe, Isabela, Muriel, pela ajuda e diversões compartilhadas.

À Ana Paula pelo auxílio nos experimentos e pela amizade além do departamento. Ao Alisson pelas correções na redação final.

Aos amigos que fiz na pós-graduação, especialmente Bruna e Thaís.

À Paula Gregorini, pela amizade e por todos os momentos vividos dentro e fora do departamento. Quem encontrou um amigo, encontrou um tesouro. Obrigada por tudo.

Ao Ricardo, pelo imenso suporte em inúmeras ocasiões nesse último ano de mestrado. O processo foi muito mais leve por tê-lo comigo.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia: Proteção de Plantas da Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, pela excelência e oportunidade.

À banca examinadora, pela disponibilidade, considerações e melhorias para esse trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

A família Brassicaceae abrange mais de 4000 espécies, amplamente utilizadas para diversos fins. A couve-de-folha [*Brassica oleracea* (L.) var. *acephala*] é uma hortaliça altamente consumida devido ao seu elevado teor de vitaminas A, C e K, ácido fólico e fibras. Atualmente, um dos grandes desafios é atender à crescente demanda por alimentos, porém um dos principais limitadores da produtividade das hortaliças é o ataque de insetos-praga. *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) é considerada a principal espécie desfolhadora das brássicas. O uso de químicos tem sido a principal estratégia de controle de populações de *P. xylostella*. No entanto, casos de resistência a diversos grupos químicos já foram relatados para esse inseto. Nesse cenário, o uso de plantas resistentes é considerado uma ferramenta valiosa para o Manejo Integrado de Pragas (MIP) e pode ser utilizado em associação com outros métodos de controle. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a expressão de antibiose e/ou antixenose em 17 genótipos de couve-de-folha e o efeito transgeracional sobre *P. xylostella* por meio de bioensaios em laboratório. Além disso, foram avaliados os fatores associados à resistência como a cera epicuticular e a dureza das folhas. Os genótipos HS e 32 GUA afetaram o desenvolvimento larval, o ciclo lagarta-adulto e reduziram a ingestão alimentar das larvas, indicando a expressão de antibiose/antixenose. Observou-se aumento no ciclo lagarta-adulto nos genótipos HS, 8 H, 9 I e 22 V, sugerindo expressão de antibiose. O estágio pupal foi mais longo nos genótipos 8 H, 9 I, 20 T e 14 N, também indicando efeito de resistência por antibiose. Os genótipos 32 GUA, HS e 8 H reduziram a viabilidade de larvas e pupas, demonstrando efeito de resistência por antibiose. Genótipos com maior teor de cera e dureza foliar foram menos consumidos pelas larvas e, conseqüentemente, geraram pupas mais leves. Os genótipos 8 H, 9 I, 14 N e HI CROP afetaram negativamente a performance de *P. xylostella* na geração F2 do estudo. Foram observadas reduções do período de oviposição, número de ovos por fêmea, taxa reprodutiva líquida (R_0) e taxa intrínseca de crescimento (rm). Os genótipos 32 GUA, 2 B e HS resultaram em baixa emergência de adultos, não permitindo formação de casais para o estudo da tabela de vida. Os dados obtidos neste trabalho podem ser úteis para o mapeamento de características de resistência dos programas de melhoramento de plantas e para o manejo de *P. xylostella*.

Palavras-chave: antibiose; antixenose; tabela de vida; resistência de plantas a insetos; traça-das-crucíferas.

ABSTRACT

The Brassicaceae family comprises more than 4000 species, widely used for several purposes. Collard greens [*Brassica oleracea* (L.) var. *acephala*] are a highly consumed vegetable due to their high content of vitamins A, C, and L, folic acid, and fiber. Currently, one of the major challenges is meeting the growing demand for food, and one of the main limitations to vegetable productivity is the attack of pest insects. *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) is considered the main herbivore species of brassicas. Chemical control has been the main strategy used to manage *P. xylostella* populations. However, several cases of resistance to almost all chemicals group of insecticides have been reported for this insect. In this scenario, the use of resistant plants is considered a valuable tool for Integrated Pest Management (IPM) and can be resistant and can be used in association with other control methods. Therefore, the aim of this study was to evaluate the expression of antibiosis and/or antixenosis in 17 genotypes of collard greens and the transgenerational effect on *P. xylostella* through laboratory bioassays. Additionally, factors associated with resistance, such as epicuticular wax and leaf hardness, were evaluated. The HS and 32 GUA genotypes affected larval development, the larva-adult cycle, and reduced larval food intake, indicating the expression of antibiosis/antixenosis. Alterations in the larva-adult cycle were observed in the HS, 8 H, 9 I, and 22 V genotypes, suggesting the expression of antibiosis. The pupal stage was longer in the 8 H, 9 I, 20 T, and 14 N genotypes, also indicating a resistance effect through antibiosis. Genotypes 32 GUA, HS, and 8 H reduced the viability of larvae and pupae, demonstrating an antibiosis resistance effect. Genotypes with higher wax content and leaf hardness were less consumed by larvae and consequently produced lighter pupae. The 8 H, 9 I, 14 N, and HI CROP genotypes negatively affected the performance of *P. xylostella* in the F2 generation of the study. Reductions in the oviposition period, number of eggs per female, net reproductive rate (R_0), and intrinsic rate of increase (rm) were observed. The 32 GUA, 2 B, and HS genotypes resulted in low adult emergence, preventing the formation of couples for the life table study. The data obtained in this work be useful for mapping resistance traits in plant breeding programs and for the management of *P. xylostella*.

Keywords: antibiosis; antixenosis; life table; plant resistance to insects; diamondback moth.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO DE ANTIXENOSE E ANTIBIOSE DE GENÓTIPOS DE COUVE A *Plutella xylostella* E INTERAÇÃO COM FATORES MORFOLÓGICOS DE RESISTÊNCIA

Figura 1 - Médias (\pm EP) de viabilidade larval (A) e viabilidade pupal (B) de *Plutella xylostella* em genótipos de couve.. 37

Figura 2 - Consumo total de folhas (\pm EP) de larvas de *Plutella xylostella* alimentadas com folhas de genótipos de couve..39

CAPÍTULO 2 – TRANSGENERATIONAL EFFECT OF DIFFERENT COLLARD GREEN GENOTYPES ON *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)

Figure 1 - Specific fertility (m_x) and survival (l_x) of *Plutella xylostella* fed with different collard green genotypes. 61

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO DE ANTIXENOSE E ANTIBIOSE DE GENÓTIPOS DE COUVE A *Plutella xylostella* E INTERAÇÃO COM FATORES MORFOLÓGICOS DE RESISTÊNCIA

Tabela 1 - Código, nomes e características de genótipos de couve avaliados quanto à resistência a <i>Plutella xylostella</i>	30
Tabela 2 - Número médio (\pm EP) dos períodos de 1 ^o , 2 ^o , 3 ^o e 4 ^o instar, período larval, período pré-pupal, período pupal e ciclo lagarta-adulto de <i>Plutella xylostella</i> em 17 genótipos de couve.....	35
Tabela 3 - Peso médio (\pm EP) de pupas de <i>Plutella xylostella</i> oriundas de lagartas alimentadas com diferentes genótipos de couve.....	38
Tabela 4 - Médias (\pm EP) de dureza foliar na parte adaxial e abaxial, quantidade total de cera e quantidade de cera/vinte discos foliares (mg) obtidos de folhas apicais de quinze genótipos de couve.....	40
Tabela 5 - Coeficientes de correlação de Pearson (r) e probabilidades (P) entre os parâmetros de <i>Plutella xylostella</i> e características dos genótipos de couve.....	40

CAPÍTULO 2 – TRANSGENERATIONAL EFFECT OF DIFFERENT COLLARD GREEN GENOTYPES ON *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)

Table 1 - Code, names, and characteristics of collard green genotypes evaluated for resistance to <i>Plutella xylostella</i>	54
Table 2 - Means (\pm SE) longevity of males and females and sex ratio of <i>Plutella xylostella</i> fed on collard greens genotypes.....	57
Table 3 - Means (\pm SE) of reproductive parameters of <i>Plutella xylostella</i> fed on leaves of collard green genotypes.	59
Table 4 - Net reproductive rate (R_0), intrinsic rate of increase (rm), finite rate of increase (λ), mean generation time (T), and time to duplication (TD) of <i>Plutella xylostella</i> fed with different collard green genotypes.	63

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	19
CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO DE ANTIXENOSE E ANTIBIOSE DE GENÓTIPOS DE COUVE A <i>Plutella xylostella</i> E INTERAÇÃO COM FATORES MORFOLÓGICOS DE RESISTÊNCIA.....	24
1.1 INTRODUÇÃO.....	27
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
1.2.1 Criação de <i>Plutella xylostella</i>	28
1.2.2 Obtenção dos genótipos de couve.....	28
1.2.3 Ensaio de desempenho biológico.....	32
1.2.4 Análise de cerosidade.....	32
1.2.5 Análise de dureza foliar.....	32
1.2.6 Análises de estatísticas.....	33
1.3 RESULTADOS.....	33
1.3.1 Ensaio de desempenho biológico.....	33
1.3.2 Consumo foliar.....	39
1.3.3 Dureza e cerosidade.....	39
1.3.4 Correlações.....	40
1.4 DISCUSSÃO.....	41
1.5 CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS.....	44
CAPÍTULO 2 – TRANSGENERATIONAL EFFECT OF DIFFERENT COLLARD GREEN GENOTYPES ON <i>Plutella xylostella</i> (Lepidoptera: Plutellidae).....	49

2.1	INTRODUCTION.....	51
2.2	MATERIALS AND METHODS.....	52
2.2.1	<i>Plutella xylostella</i> rearing.....	52
2.2.2	Obtaining collard green genotypes.....	52
2.2.3	Development and reproduction.....	55
2.2.4	Life table parameters.....	55
2.2.5	Statistical analysis.....	56
2.3	RESULTS.....	56
2.3.1	Longevity and sex ratio.....	56
2.3.2	Reproductive parameters.....	57
2.3.3	Demographic parameters.....	60
2.4	DISCUSSION.....	64
2.5	CONCLUSION.....	66
	REFERENCES.....	67
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72
	REFERÊNCIAS.....	73

INTRODUÇÃO GERAL

A família Brassicaceae abrange 372 gêneros e mais de 4000 espécies, incluindo diversas hortaliças dos gêneros *Brassica* e *Raphanus*, comumente consumidas (German *et al.*, 2023). Essa família é uma importante fonte de especiarias, óleos vegetais, plantas ornamentais e espécies modelo para estudos biológicos, como é o caso de *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. (Guo *et al.*, 2017). O gênero *Brassica*, com 37 espécies, destaca-se por sua relevância agrícola e diversos usos (Nawaz; Shad; Muzaffar, 2018; Salehi *et al.*, 2021). Devido ao alto teor de vitaminas A, C e K, além de ácido fólico, o consumo diário desses vegetais é cada vez mais explorado (Bell; Oruna-Concha; De Haro-Bailon, 2023; Sanlier; Guler Saban, 2018). Isso gera uma grande demanda para produção mundial de repolho [*Brassica oleracea* (L.) var. *capitata*], couve [*B. oleracea* (L.) var. *acephala*], couve-flor [*B. oleracea* (L.) var. *botrytis*], brócolis [*B. oleracea* (L.) var. *italica* Plenck], canola [*B. napus* (L.)] e mostarda [*B. juncea* (L.)] (Zandberg *et al.*, 2022). Entretanto, a produção desses cultivos pode ser comprometida diante da ocorrência de problemas fitossanitários, como o ataque de patógenos e insetos-praga.

Os insetos são um dos grupos de seres vivos mais diversos e bem-sucedidos, representando cerca de 75% das espécies na Terra (Grimaldi; Engel, 2005). Estimativas globais indicam que insetos causam a perda de aproximadamente 38% da produção agrícola, resultando em prejuízos superiores a 470 milhões de dólares (Sharma; Kooner; Arora, 2017; Junaid; Gokce, 2024). No caso das brássicas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), conhecida como traça-das-crucíferas, é a praga mais significativa, sendo responsável por cerca de 90% da desfolha nessas culturas, atacando-as desde a fase de muda (Ayalew, 2006; Machekano; Mvumi; Nyamukondiwa, 2020).

Os adultos são microlepidópteros, medindo aproximadamente 12-15 mm de envergadura (Reid; Cuthbert, 1971). Embora tenham capacidade limitada de voo e dispersão, em média percorrendo 13-35 metros dentro de um campo de cultivo (Mo *et al.*, 2003), eles podem ser facilmente transportados pelo vento, alcançando distâncias de 400 a 500 km (Hopkinson; Soroka, 2010). A fase larval de *P. xylostella* é predominantemente oligófaga, responsável por danos às culturas por meio da desfolha, com preferência para folhas mais jovens das plantas (Moreira *et al.*, 2016).

Além disso, a presença de larvas vivas e mortas em partes comerciais de brássicas pode levar à rejeição do produto pelo mercado (Capinera, 2001; Inifap, 2013). Embora sejam pequenas em relação a outras espécies de Lepidoptera, as populações podem atingir densidades que causam a destruição completa das folhas, resultando em grandes perdas econômicas. Os danos ocorrem quando as larvas de primeiro instar minam o tecido foliar, enquanto os instares posteriores consomem o tecido da parte inferior das folhas, mastigando áreas irregulares e frequentemente deixando a camada epidérmica superior e as nervuras das folhas com um aspecto de janela (De Bortoli *et al.*, 2013).

A origem geográfica da traça-das-crucíferas ainda é alvo de discussão. Ela pode ter se originado na Europa (Hardy, 1938) ou no Leste Asiático, com base nas populações de parasitoides e plantas hospedeiras (Liu *et al.*, 2000). Contudo, a sua distribuição geográfica expandiu consideravelmente, assim como seu status de praga em várias regiões do mundo (Furlong; Wright; Dossdall, 2013). Esse fenômeno pode ser atribuído ao seu ciclo de vida rápido, capacidade de adaptação a diferentes ambientes, crescente demanda agrícola por vegetais do gênero *Brassica* e resistência a diversos grupos de inseticidas (Furlong; Wright; Dossdall, 2013; Perry *et al.*, 2018; Li *et al.*, 2021). Atualmente, *P. xylostella* é considerada uma praga tipicamente cosmopolita, distribuída na Europa, Ásia, África, América, Austrália, Nova Zelândia e Ilhas Havaianas (Sivapragasam *et al.*, 1997; Mohammad Feizal *et al.*, 2014; Andreeva; Shatalova, 2017; Andreeva; Shatalova; Khodakova, 2021).

Acredita-se que essa praga tenha coevoluído com a família de plantas crucíferas, tornando-se o inseto mais destrutivo dessas culturas (Ratzka *et al.*, 2002). Estima-se que *P. xylostella* tenha se especializado em crucíferas quando as Cruciferae divergiram das Caricaceae, há cerca de 54 a 90 milhões de anos (Wang *et al.*, 2011). *P. xylostella* oferece um sistema excelente para entender as bases genéticas e moleculares de como os insetos herbívoros lidam com a variedade de defesas das plantas e produtos químicos presentes no meio ambiente (You *et al.*, 2013). O genoma da traça-das-crucíferas possui 1412 genes específicos, os quais estão principalmente envolvidos em processos biológicos essenciais para o processamento de informações ambientais, replicação e/ou reparo cromossômico, regulação transcricional e metabolismo de carboidratos e proteínas (You *et al.*, 2013). Além disso, essa espécie exibe uma variedade de receptores olfativos

específicos para diferentes fases do ciclo de vida, sugerindo um elevado potencial de adaptação aos sinais químicos das plantas hospedeiras (You *et al.*, 2013; Liu *et al.*, 2022). Essas descobertas indicam que *P. xylostella* possui habilidade inerente de reagir rapidamente ao estresse ambiental e a danos genéticos (Lima Neto; Da Solidade Ribeiro, 2021; Zhu *et al.*, 2021; Shen *et al.*, 2023).

O controle químico tem sido a principal abordagem empregada no manejo das populações de *P. xylostella*. Contudo, o uso contínuo e intensivo dessa prática resultou na seleção de populações resistentes dessa espécie. Esse inseto foi a primeira espécie a desenvolver resistência ao diclorodifeniltricloroetano (DDT) na década de 1950 (Ankersmit, 1953) e às toxinas do *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) na década de 1990 (Heckel *et al.*, 1999). *Plutella xylostella* possui um conjunto maior de genes relacionados à resistência a inseticidas em comparação com outros insetos (Pauchet *et al.*, 2008; Wanner; Robertson, 2008). Foram identificados genes das famílias de transportadores ABC (cassete de ligação de ATP), monooxigenases P450, glutatona S-transferases e carboxilesterases, os quais desempenham papéis essenciais na desintoxicação de xenobióticos em insetos (You *et al.*, 2013). Atualmente, *P. xylostella* possui histórico de resistência a quase todos os grupos de inseticidas (Aprd, 2024). Portanto, é de extrema importância a avaliação de métodos alternativos de controle que possam ser utilizados em conjunto com outras táticas no Manejo Integrado de Pragas (MIP).

Outro método de controle de inseto é a resistência de planta. Esta se refere à habilidade natural da planta em reduzir os danos causados por insetos, utilizando diferentes mecanismos de defesa proporcionados por sua composição genética (Painter, 1951). Geralmente, essa resistência é compatível com todas as outras estratégias de manejo integrado de pragas (Baldin; Vendramim; Lourenção, 2019). A resistência de plantas pode se manifestar em três formas: antixenose, antibiose e tolerância. A antixenose ocorre quando a planta possui características químicas, físicas ou morfológicas que desfavorecem o comportamento do inseto durante o processo de seleção hospedeira. A antibiose é observada quando a planta impacta negativamente a biologia do inseto hospedeiro, afetando seu desenvolvimento, reprodução e outros aspectos biológicos. Por fim, as plantas tolerantes são aquelas que conseguem resistir ou se recuperar dos danos provocados pelos insetos, sem

afetar seu comportamento ou sua biologia (Painter, 1951; Lara, 1991; Smith, 2005; Baldin; Vendramim; Lourenção, 2019).

A produção ampliada de plantas cultivadas resistentes a insetos é essencial para enfrentar dois grandes desafios do século XXI: aumentar a produção de alimentos e reduzir as emissões de dióxido de carbono que contribuem para as mudanças climáticas (Smith, 2021). As plantas resistentes continuam sendo fundamentais na agricultura por sua capacidade de aumentar a produtividade e reduzir os custos com inseticidas (Seixas; Silveira; Ferrari, 2022).

Há uma vasta literatura que demonstra como as plantas cultivadas resistentes a insetos reduzem a necessidade de aplicações de inseticidas, melhoram as condições ambientais e diminuem as emissões de carbono (Brookes, 2022; Seixas; Silveira; Ferrari, 2022; Saltzmann *et al.*, 2023). Além disso, o uso de variedades com característica moderada de resistência mantém densidades populacionais adequadas para fornecer alimento a predadores e parasitoides, contribuindo para o equilíbrio ecológico e manutenção do controle biológico (Rand; Richmond; Dougherty, 2020). As plantas resistentes a insetos que operam por meio da tolerância são especialmente adequadas para programas de manejo integrado, pois aumentam os limiares econômicos sem exercer pressão de seleção para virulência nas populações de pragas (Peterson; Varella; Higley, 2017; Peterson; Higley; Pedigo, 2018).

O melhoramento convencional de plantas consiste na identificação de plantas-mãe com características desejáveis para gerar combinações favoráveis na próxima geração. Esse método tem mais de 10.000 anos e foi significativamente aprimorado no último século (Doebley; Gaut; Smith, 2006). A capacidade de selecionar indivíduos específicos de grandes populações é crucial para o melhoramento de plantas e é aplicada em diversas etapas do processo, incluindo o mapeamento de características (Kaiser *et al.*, 2020). Os programas atuais de resistência a insetos devem continuar a buscar novas fontes de resistência, mas é igualmente importante manter os genótipos resistentes já desenvolvidos (Feldmann; Rieckmann; Winter, 2019).

A planta hospedeira desempenha um papel crucial na dinâmica de *P. xylostella*. Aspectos como qualidade nutricional e a morfologia da planta (por

exemplo, a cor das folhas e a presença de ceras epicuticulares) influenciam tanto a preferência quanto o desempenho da praga no hospedeiro (Teixeira *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2017; Asmoro *et al.*, 2021). Além dos atributos morfológicos e da qualidade nutricional do hospedeiro, as características químicas de brassicáceas também conferem resistência a *P. xylostella*. Essas plantas utilizam um sistema particular de defesa de glucosinolatos-mirosinase contra insetos e patógenos (Canassa *et al.*, 2020; Santolamazza-Carbone *et al.*, 2014). Embora a especialização de *P. xylostella* tenha proporcionado o uso de glucosinolatos como um sistema de orientação na seleção hospedeira (Ratzka *et al.*, 2002; Marazzi; Patrian; Städler, 2004), perfis químicos específicos desses compostos conferem resistência a esse inseto (Robin *et al.*, 2017). Portanto, um hospedeiro que tenha impacto no desempenho da praga contribui para a redução de suas populações locais.

Um elemento crucial em um programa de manejo integrado é a compreensão da resistência entre diferentes cultivares, do potencial de crescimento populacional de uma praga e de sua história de vida em uma cultura específica (Jaleel *et al.*, 2019; Rossini *et al.*, 2024). Um dos métodos clássicos empregados para estimativa de taxas de crescimento populacional em artrópodes utiliza tabelas de vida e fertilidade. Uma tabela de vida é projetada para estudar a demografia de uma população de insetos em resposta a variáveis ambientais, incluindo a planta hospedeira (Chi *et al.*, 2020). Parâmetros populacionais como taxa intrínseca de aumento (rm), taxa finita de aumento (λ), taxa reprodutiva líquida (R_0) e tempo médio de geração (T) descrevem características através de estimadores eficazes que preveem o tamanho potencial da população de insetos em diferentes plantas hospedeiras (Yang *et al.*, 2021; Ghodjani *et al.*, 2023; Bonvari; Hemmati; Shishehbor, 2024).

Uma vez que a traça-das-crucíferas é a principal praga da família Brassicaceae e desenvolve resistência inicial aos inseticidas, faz-se necessária uma abordagem ecologicamente correta para ser utilizada em um contexto de manejo integrado, reduzindo o uso do controle químico. Desse modo, este estudo se concentrou na caracterização da expressão da resistência em um amplo germoplasma de couve-de-folha sobre *P. xylostella* e no impacto dos genótipos nos parâmetros reprodutivos e demográficos dessa espécie.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Plantas resistentes podem afetar negativamente a performance de insetos-praga e auxiliar no Manejo Integrado de Pragas. O presente estudo identificou genótipos de couve-de-folha resistentes por antibiose e/ou antixenose a *Plutella xylostella*. Alguns genótipos reduziram a viabilidade larval da traça-das-crucíferas. A viabilidade larval foi menor nos genótipos 32 GUA, 2 B, HS, HI CROP e 12 L, indicando expressão de antibiose. De modo geral, os genótipos 32 GUA e HS foram os menos consumidos pelas larvas de *P. xylostella*, indicando expressão de antixenose por esses materiais. O peso de pupas oriundas de lagartas alimentadas com o genótipo 8 H foi reduzido significativamente, sugerindo resistência moderada.

Genótipos com maior teor de cera superficial e dureza foliar foram os menos consumidos e, conseqüentemente, geraram pupas mais leves de *P. xylostella*. O período larval foi prolongado nos genótipos HS e 32 GUA. O desenvolvimento lagarta-adulto foi prolongado nos genótipos 1 A, GAU, 6 F e 22 V. Todas essas alterações são inerentes de plantas que expressam antibiose.

Os parâmetros reprodutivos e demográficos de *P. xylostella* foram alterados por alguns genótipos. Os adultos oriundos de lagartas que se alimentaram do genótipo 14 N tiveram o menor período de oviposição. As mariposas provenientes de lagartas criadas nos genótipos 8 H, 14 N e 9 I exibiram o menor número de ovos. O genótipo 8 H ocasionou a menor taxa reprodutiva líquida dos adultos. As mariposas criadas nos genótipos 8 H e 14 N tiveram a menor taxa intrínseca de crescimento. Os genótipos 32 GUA, 2 B e HS resultaram em baixa emergência de adultos, impedindo a formação de casais para o estudo da tabela de vida. Os resultados do presente trabalho fornecem informações sobre fontes de resistência a *P. xylostella* e indicam que os genótipos possuem potencial para afetar a demografia dessa praga.

REFERÊNCIAS

- ANDREEVA, I. V; SHATALOVA, E. I. Seasonal development of the cabbage moth and its entomophages in Western Siberia. **Siberian Bulletin of Agricultural Science**, v. 3, p. 42–48, 2017.
- ANDREEVA, I. V; SHATALOVA, E. I.; KHODAKOVA, A. V. The diamondback moth *Plutella xylostella*: ecological and biological aspects, harmfulness, population control. **Plant Protection News**, v. 104, n. 1, p. 28–39, 2021.
- ANKERSMIT, G. W. DDT-Resistance in *Plutella maculipennis* (Curt.) (Lep.) in Java. **Bulletin of Entomological Research**, v. 44, n. 3, p. 421–425, 1953.
- APRD. **Arthropod pesticide resistance database**. Disponível em: <<https://www.pesticideresistance.org/>>. (Acesso em 21 mar. 2024).
- ASMORO, P. P. *et al.* Nutritional indices and feeding preference of the *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) in several Brassicaceae plants. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 948, n. 1, 2021.
- AYALEW, G. Comparison of yield loss on cabbage from Diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) using two insecticides. **Crop Protection**, v. 25, n. 9, p. 915–919, 2006.
- BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. **Resistência de Plantas a Insetos - Fundamentos e Aplicações**. Piracicaba: Fealq, 2019.
- BELL, L.; ORUNA-CONCHA, M. J.; DE HARO-BAILON, A. Editorial: Nutritional quality and nutraceutical properties of Brassicaceae (Cruciferae). **Frontiers in Nutrition**, v. 10, 2023.
- BONVARI, A.; HEMMATI, S. A.; SHISHEHBOR, P. Biochemical characteristics of sorghum cultivars affect life table parameters, feeding performance, and digestive enzyme activities of *Helicoverpa armigera*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, n. May 2023, p. 312–323, 2024.
- BROOKES, G. Genetically Modified (GM) Crop Use 1996–2020: Impacts on Carbon Emissions. **GM Crops and Food**, v. 13, n. 1, p. 242–261, 2022.
- CANASSA, V. F. *et al.* Feeding behavior of *Brevicoryne brassicae* in resistant and susceptible collard greens genotypes: interactions among morphological and chemical factors. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 168, n. 3, p. 228–239, 2020.
- CAPINERA, J. L. **Handbook of Vegetable Pests**. New York: Academic Press, 2001.
- CHI, H. *et al.* Age-stage, two-sex life table: An introduction to theory, data analysis, and application. **Entomologia Generalis**, v. 40, n. 2, p. 103–124, 2020.

DE BORTOLI, S. A. *et al.* *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae): Tactics for Integrated Pest Management in Brassicaceae. **Weed and Pest Control - Conventional and New Challenges**, n. June 2014, 2013.

DOEBLEY, J. F.; GAUT, B. S.; SMITH, B. D. The Molecular Genetics of Crop Domestication. **Cell**, v. 127, n. 7, p. 1309–1321, 2006.

FELDMANN, F.; RIECKMANN, U.; WINTER, S. The spread of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* in Africa—What should be done next? **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 126, n. 2, p. 97–101, 2019.

FURLONG, M. J.; WRIGHT, D. J.; DOSDALL, L. M. Diamondback moth ecology and management: Problems, progress, and prospects. **Annual Review of Entomology**, v. 58, n. September, p. 517–541, 2013.

GERMAN, D. A. *et al.* An updated classification of the Brassicaceae (Cruciferae). **PhytoKeys**, v. 220, p. 127–144, 2023.

GHODJANI, Z. *et al.* Effect of different wheat cultivars on two sex life table parameters of *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 101, n. January, 2023.

GRIMALDI, D.; ENGEL, M. S. Evolution of the Insects. **Cambridge University Press**, v. 15, 2005.

GUO, X. *et al.* Plastome phylogeny and early diversification of Brassicaceae. **BMC Genomics**, v. 18, n. 1, p. 1–9, 2017.

HARDY, J. E. *Plutella maculipennis*, Curt., its natural and biological Control in England. **Bulletin of Entomological Research**, v. 29, n. 4, p. 343–372, 1938.

HECKEL, D. G. *et al.* Genetic mapping of resistance to *Bacillus thuringiensis* toxins in diamondback moth using biphasic linkage analysis. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 96, n. 15, p. 8373–8377, 1999.

HOPKINSON, R. F.; SOROKA, J. J. Air trajectory model applied to an in-depth diagnosis of potential diamondback moth infestations on the Canadian Prairies. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 150, n. 1, p. 1–11, 2010.

INIFAP, Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias. **Producción de brócoli en el bajo**, n. 21, 2013.

JALEEL, W. *et al.* Effects of three different cultivars of cruciferous plants on the age-stage, two-sex life table traits of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Entomological Research**, v. 49, n. 4, p. 151–157, 2019.

JUNAID, M.; GOKCE, A. Global Agricultural Losses and Their Causes. **Bulletin of Biological and Allied Sciences Research**, v. 2024, n. 1, p. 66, 2024.

- KAISER, N. *et al.* The role of conventional plant breeding in ensuring safe levels of naturally occurring toxins in food crops. **Trends in Food Science and Technology**, v. 100, n. March, p. 51–66, 2020.
- LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Ícone, 1991.
- LI, J. Y. *et al.* Spatio-temporal distribution patterns of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) in a fine-scale agricultural landscape based on geostatistical analysis. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 1–11, 2021.
- LIMA NETO, J. E.; DA SOLIDADE RIBEIRO, L. M.; DE SIQUEIRA, H. Á. A. Inheritance and Fitness of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) Resistance to Chlorfenapyr. **Journal of Economic Entomology**, v. 114, n. 2, p. 875–884, 2021.
- LIU, S. S. *et al.* Seasonal abundance of the parasitoid complex associated with the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) in Hangzhou, China. **Bulletin of Entomological Research**, v. 90, n. 3, p. 221–231, 2000.
- LIU, Y. *et al.* Odorant Receptor PxyLOR11 Mediates Repellency of *Plutella xylostella* to Aromatic Volatiles. **Frontiers in Physiology**, v. 13, n. July, p. 1–11, 2022.
- MACHEKANO, H.; MVUMI, B. M.; NYAMUKONDIWA, C. *Plutella xylostella* (L.): pest status, control practices, perceptions and knowledge on existing and alternative management options in arid small-scale farming environments. **International Journal of Pest Management**, v. 66, n. 1, p. 48–64, 2020.
- MARAZZI, C.; PATRIAN, B.; STÄDLER, E. Secondary metabolites of the leaf surface affected by sulphur fertilisation and perceived by the diamondback moth. **Chemoecology**, v. 14, n. 2, p. 81–86, 2004.
- MO, J. *et al.* Local dispersal of the diamondback moth (*Plutella xylostella* (L.)) (Lepidoptera: Plutellidae). **Environmental Entomology**, v. 32, n. 1, p. 71–79, 2003.
- MOHAMMAD FEIZAL, D. *et al.* Asymmetry effect of intercropping non host crops between cabbage and climatic factor on the population of the diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) and yield. **Agriculture, Forestry and Fisheries**, v. 3, n. 3, p. 171–177, 2014.
- MOREIRA, L. F. *et al.* Diamondback moth performance and preference for leaves of *Brassica oleracea* of different ages and strata. **Journal of Applied Entomology**, v. 140, n. 8, p. 627–635, 2016.
- NAWAZ, H.; SHAD, M. A.; MUZAFFAR, S. Phytochemical Composition and Antioxidant Potential of *Brassica*. **Brassica Germplasm - Characterization, Breeding and Utilization**, 2018.
- PAINTER, R. H. **Insect Resistance in Crop Plants**. New York: The Macmillan Company, 1951.

PAUCHET, Y. *et al.* Mapping the larval midgut lumen proteome of *Helicoverpa armigera*, a generalist herbivorous insect. **Journal of Proteome Research**, v. 7, n. 4, p. 1629–1639, 2008.

PERRY, K. D. *et al.* Cryptic *Plutella* species show deep divergence despite the capacity to hybridize. **BMC Evolutionary Biology**, v. 18, n. 1, p. 1–17, 2018.

PETERSON, R. K. D.; HIGLEY, L. G.; PEDIGO, L. P. Whatever happened to IPM? **American Entomologist**, v. 64, n. 3, 2018.

PETERSON, R. K. D.; VARELLA, A. C.; HIGLEY, L. G. Tolerance: The forgotten child of plant resistance. **PeerJ**, v. 2017, n. 10, p. 1–16, 2017.

RAND, T. A.; RICHMOND, C. E.; DOUGHERTY, E. T. Modeling the combined impacts of host plant resistance and biological control on the population dynamics of a major pest of wheat. **Pest Management Science**, v. 76, n. 8, p. 2818–2828, 2020.

RATZKA, A. *et al.* Disarming the mustard oil bomb. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 99, n. 17, p. 11223–11228, 2002.

REID, W. J.; CUTHBERT, F. P. Control of caterpillars on commercial cabbage and other cole crops in the South. In: **Farmers' bulletin (United States. Department of Agriculture)**. Washington, n. 2099, 1971, p. 1902–1982.

ROBIN, A. H. K. *et al.* Glucosinolate profiles in cabbage genotypes influence the preferential feeding of diamondback moth (*Plutella xylostella*). **Frontiers in Plant Science**, v. 8, n. July, p. 1–13, 2017.

ROSSINI, L. *et al.* Life tables in entomology: A discussion on tables' parameters and the importance of raw data. **PLoS ONE**, v. 19, n. 3 March, p. 1–23, 2024.

SALEHI, B. *et al.* Phytotherapy and food applications from *Brassica* genus. **Phytotherapy Research**, v. 35, n. 7, p. 3590–3609, 2021.

SALTZMANN, J. *et al.* Costs and benefits of preventive strategies to reduce pesticide use. **Landbauforschung**, v. 72, n. 1, p. 1–14, 2023.

SANLIER, N.; GULER SABAN, M. The Benefits of *Brassica* Vegetables on Human Health. **J Human Health Res**, v. 1, n. 1, p. 104, 2018.

SANTOLAMAZZA-CARBONE, S. *et al.* Bottom-up and top-down herbivore regulation mediated by glucosinolates in *Brassica oleracea* var. *acephala*. **Oecologia**, v. 174, n. 3, p. 893–907, 2014.

SEIXAS, R. N. DE L.; SILVEIRA, J. M. F. J. DA; FERRARI, V. E. Assessing environmental impact of genetically modified seeds in Brazilian agriculture. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v. 10, n. August, p. 1–14, 2022.

SHARMA, S.; KOONER, R.; ARORA, R. Breeding insect resistant crops for

sustainable agriculture. **Breeding Insect Resistant Crops for Sustainable Agriculture**, p. 1–421, 2017.

SHEN, X. J. *et al.* A comprehensive assessment of insecticide resistance mutations in source and immigrant populations of the diamondback moth *Plutella xylostella* (L.). **Pest Management Science**, v. 79, n. 2, p. 569–583, 2023.

SILVA, G. A. *et al.* Wax Removal and Diamondback Moth Performance in Collards Cultivars. **Neotropical Entomology**, v. 46, n. 5, p. 571–577, 2017.

SIVAPRAGASAM, A. *et al.* The Management of Diamondback Moth and Other Crucifer Pests. **Proceedings of the Third International Workshop**, Melbourne, Austrália, p. 26-29, 1997.

SMITH, C. M. **Plant resistance to arthropods: Molecular and conventional approaches**. Springer, 2005.

SMITH, C. M. Conventional breeding of insect-resistant crop plants: still the best way to feed the world population. **Current Opinion in Insect Science**, v. 45, n. 1, p. 7–13, 2021.

TEIXEIRA, N. C. *et al.* Cabbage Seasonal Leaf Quality Mediating the Diamondback Moth *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) Performance. **Neotropical Entomology**, v. 42, n. 6, p. 545–551, 2013.

WANG, X. *et al.* The genome of the mesopolyploid crop species *Brassica rapa*. **Nature Genetics**, v. 43, n. 10, p. 1035–1040, 2011.

WANNER, K. W.; ROBERTSON, H. M. The gustatory receptor family in the silkworm moth *Bombyx mori* is characterized by a large expansion of a single lineage of putative bitter receptors. **Insect Molecular Biology**, v. 17, n. 6, p. 621–629, 2008.

YANG, F. Y. *et al.* Fitness comparison of *Plutella xylostella* on original and marginal hosts using age-stage, two-sex life tables. **Ecology and Evolution**, v. 11, n. 14, p. 9765–9775, 2021.

YOU, M. *et al.* A heterozygous moth genome provides insights into herbivory and detoxification. **Nature Genetics**, v. 45, n. 2, p. 220–225, 2013.

ZANDBERG, J. D. *et al.* The Global Assessment of Oilseed *Brassica* Crop Species Yield, Yield Stability and the Underlying Genetics. **Plants**, v. 11, n. 20, 2022.

ZHU, L. *et al.* Cross-resistance, fitness costs, and biochemical mechanism of laboratory-selected resistance to tenvermectin A in *Plutella xylostella*. **Pest Management Science**, v. 77, n. 6, p. 2826–2835, 2021.