

VINÍCIUS FERNANDES CANASSA

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

Relatório de Pós-doutorado realizado na
Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agronômicas

Supervisor: Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano

Botucatu

2024

Sumário

Resumo.....	3
Abstract.....	5
1. Introdução.....	7
2. Material & Métodos	10
2.1. Criação estoque de <i>Plutella xylostella</i>	10
2.2. Obtenção dos genótipos de couve.....	10
2.3. Análise de cerosidade	10
2.4. Análise de dureza foliar.....	11
2.5. Ensaio de antibiose/antixenose com lagartas – sem chance	11
2.6. Análise estatística	12
3. Resultados.....	12
3.1. Ensaio de antibiose/antixenose com lagartas – sem chance	12
3.2. Consumo foliar.....	13
3.3. Dureza e cerosidade.....	13
3.4. Correlações.....	14
4. Discussão	14
5. Conclusão.....	17
6. Referências	18

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

Resumo

No Brasil, o cultivo de brássicas representa uma atividade estratégica para a economia de algumas regiões brasileiras como o Sul de Minas Gerais, a região do cinturão-verde de São Paulo e a região metropolitana de Curitiba. Apesar da grande importância na alimentação da população brasileira, as brássicas são atacadas por um grande número de insetos-praga, dentre esses, destaca-se a *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). Dentre as ferramentas do manejo integrado de pragas (MIP), os inseticidas químicos sintéticos ainda são os mais utilizados para o combate à traça-das-crucíferas, nas diferentes regiões do mundo. Na tentativa de reduzir o número de pulverizações com inseticidas sintéticos e diminuir a pressão de seleção de indivíduos resistentes de *P. xylostella*, a utilização de genótipos resistentes é uma ferramenta alternativa aliada ao MIP. Considerando o potencial de danos que *P. xylostella* apresenta para a cultura da couve e a necessidade de desenvolvimento de métodos de controle que sejam mais sustentáveis a longo prazo e menos agressivos ao meio-ambiente e ao homem, este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes genótipos de couve frente ao ataque da traça-das-crucíferas, visando caracterizar mecanismos de resistência em genótipos comerciais e não comerciais. Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que: os genótipos HS e 32 GUA retardaram o período larval, sugerindo resistência do tipo antibiose/antixenose; os genótipos 8 H, 9 I, 20 T e 14 N retardaram o período pupal, sugerindo resistência do tipo antibiose; os genótipos 8 H e 14 N apresentaram os menores pesos de pupas de *P. xylostella*, sugerindo resistência do tipo antibiose; os genótipos 32 GUA, 2B e HS apresentaram as menores viabilidade larval (%), sugerindo resistência do tipo antibiose/antixenose; Os genótipos 32 GUA e HS apresentaram as menores viabilidade pupal (%), sugerindo resistência do tipo antibiose/antixenose.; os genótipos 32 GUA, 2B e HS apresentaram os menores consumos foliares, sugerindo resistência do tipo antixenose; os genótipos 22 V e 2B apresentaram os maiores índices

de dureza foliar, sugerindo resistência do tipo antixenose; O genótipo HS apresentou os maiores teores de cera foliar, sugerindo resistência do tipo antixenose.

Palavras-chave: antibiose, antixenose, traça-das-crucíferas

RESISTANCE OF COLLARD GREEN GENOTYPES *Brassica oleracea* var. *acephala* (L.) A *Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)

Abstract

In Brazil, the cultivation of brassicas represents a strategic activity for the economy of some Brazilian regions such as the south of Minas Gerais, the green belt region of São Paulo and the metropolitan region of Curitiba. Despite their great importance in the Brazilian population's diet, brassicas are attacked by a large number of pests, including *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). Among the tools used in integrated pest management (IPM), synthetic chemical insecticides are still the most widely used to combat the diamondback moth in different regions of the world. To reduce the number of sprays with synthetic insecticides and reduce the selection pressure of resistant individuals of *P. xylostella*, the use of resistant genotypes is an alternative tool allied to IPM. Considering the potential damage that *P. xylostella* causes to the collard green crop and the need to develop control methods that are more sustainable in the long term and less aggressive to the environment and humans, the aim of this study was to evaluate different collard greens genotypes against the attack of the diamondback moth, in order to characterize resistance mechanisms in commercial and non-commercial genotypes. In view of the results obtained, it can be concluded that: the HS and 32 GUA genotypes delayed the larval period, suggesting resistance of the antibiosis/antixenosis; the genotypes 8 H, 9 I, 20 T and 14 N delayed the pupal period, suggesting antibiosis resistance; the genotypes 8 H and 14 N had the lowest pupal weights of *P. xylostella*, suggesting antibiosis resistance; the genotypes 32 GUA, 2B and HS had the lowest larval viability (%), suggesting antibiosis/antixenosis resistance; the genotypes 32 GUA and HS had the lowest pupal viability (%), suggesting antibiosis/antixenosis resistance. The genotypes 32 GUA, 2B and HS had the lowest leaf consumption, suggesting antixenosis resistance; the genotypes 22 V and 2B had the highest leaf hardness indices, suggesting antixenosis resistance; the genotype HS had the highest leaf wax content, suggesting antixenosis resistance.

Key words: antibiosis, antixenosis, diamondback moth

1. Introdução

A espécie *Brassica oleracea* var *acephala* L. pertence à família Brassicaceae cujas espécies selvagens foram encontradas como populações isoladas em habitats marítimos na costa atlântica da Espanha, França e ilhas britânicas (Christensen et al. 2011). A família possui 341 gêneros e 3977 espécies (Franzke et al. 2011), mas esses números podem mudar a cada década devido à descoberta de novas espécies ou devido ao uso de novas técnicas que podem distinguir a diversidade genética da família com mais detalhes (Huang et al. 2015). Nas últimas décadas, características morfológicas, agronômicas, genéticas e fitoquímicas de variedades de couve têm sido consideradas e investigadas em muitos países, como Espanha (Padilla et al. 2007), Portugal (Dias e Monteiro 1994), Turquia (Balkaya e Yanmaz 2005), Croácia (Urlic et al. 2016), Brasil (Canassa et al. 2020) e outros (Hahn et al. 2016)

A couve está classificada em 15º lugar entre 47 frutas e legumes considerados grande potencial nutricional (Noia 2014). Os nutrientes importantes fornecidos pela couve incluem vitaminas A, B, C, e K, bem como cálcio, magnésio, ferro, fósforo, cobre, zinco, além de quantidades moderadas de proteínas (Thavarajah et al. 2016). Os carboidratos e os glucosinolatos encontrados nas couves desempenham um papel na prevenção da obesidade e de câncer (Thavarajah et al. 2016, Velasco et al. 2007).

No Brasil, o cultivo de brássicas representa uma atividade estratégica para a economia de algumas regiões brasileiras como o Sul de Minas Gerais, a região do cinturão-verde de São Paulo, a região metropolitana de Curitiba, com perspectivas de crescimento em diferentes localidades do país. Esse setor produtivo possui grande impacto social na geração de empregos diretos e indiretos, desde o plantio até a industrialização, seja pela produção de alimentos minimamente processados ou de produtos congelados (Melo et al. 2017).

De acordo com o censo agropecuário realizado em 2017, o setor de folhosas no Brasil tem a liderança da alface, com produção de 671,5 mil toneladas, em 108.382 estabelecimentos produtores espalhados pelo país, com índice de aumento na produção de 16,5% na década. Em seguida vêm o repolho (467,6 mil t), couve (162 mil t), brócolis

(150 mil t), couve-flor (140 mil t) e coentro (120,6 mil t). Em elevada expansão com 71.279 estabelecimentos no país, a couve apresentou neste mesmo período, expressivos índices de aumento na produção na última década com valores de 73,1% (Carvalho et al. 2019, Kisti et al. 2021).

Brássicas são atacadas por um grande número de insetos-praga, dentre esses destacam-se os lepidópteros, como a curuquerê-da-couve, *Ascia monuste orseis* (Latreille, 1819) (Lepidoptera: Pieridae), a broca-da-couve, *Hellula phidilealis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Pyralidae), a falsa-medideira, *Trichoplusia ni* (Hübner, 1802) (Lepidoptera: Noctuidae), a lagarta-das-folhas *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) e, principalmente, a traça das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) (Cardoso 2010, Capinera 2001).

A traça-das-crucíferas é a praga mais destrutiva das brássicas em praticamente todas as áreas de cultivo do mundo, com as lagartas causando elevada desfolha, levando a perdas de rendimento que podem chegar a 100% (Marchioro e Foerster 2011; Santos et al. 2011). Na tentativa de minimizar os danos causados por *P. xylostella*, os horticultores lançam mão de medidas de controle que apresentam certas dificuldades de eficácia devido ao rápido ciclo de vida e a alta variabilidade genética das populações do inseto, o que invariavelmente promove o uso indiscriminado de inseticidas químicos, gerando gastos anuais estimados que superam U\$ 5 bilhões (Zalucki et al. 2012, Li et al. 2016).

Dentre as ferramentas do Manejo Integrado de Pragas (MIP), os inseticidas químicos sintéticos ainda são os mais utilizados para o combate à traça-das-crucíferas, nas diferentes regiões do mundo onde há o cultivo de brassicáceas (Castelo Branco et al. 2003; Dias et al., 2004). Estes inseticidas sintéticos, normalmente pertencentes aos grupos dos organofosforados, carbamatos, ciclodienos e piretroides (Mccaffery, 1998), com o uso intensivo, passou a contaminar o meio ambiente por persistirem como resíduos tóxicos muito além do tempo e da quantidade desejadas (Ndumu, 1999; Valicente, 2015). Por outro lado, esses inseticidas são caros e em alguns casos ineficazes e perigosos à saúde humana se usados de forma intensiva e incorreta. O

emprego contínuo desses agroquímicos ocasiona grande pressão de seleção para as pragas, induzindo a casos de resistência de *P. xylostella*, situação já relatada em diversos locais do mundo (Castelo Branco e Gatehouse, 1997; Cameron e Walker, 1998; Baker e Kovaliski, 1999).

No contexto do controle biológico, a bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner, 1915 (Bacillales: Bacillaceae) (Bt) tem sido o entomopatógeno mais empregado no manejo de pragas (Bravo et al., 2011). É uma bactéria capaz de produzir cristais contendo as toxinas Cry ou δ -endotoxinas, responsáveis por grande parte da sua atividade inseticida (Angus, 1956; Glare e O'Callaghan, 2000; Chattopadhyay e Banerjee, 2018). Além das δ -endotoxinas, também apresentam células vegetativas (VIPs), importantes na virulência da bactéria (Bravo, 2007). Misturas de esporos e cristais, na forma de bioinseticidas, têm sido utilizadas com sucesso no controle de pragas agrícolas, especialmente da ordem Lepidoptera, estando incluída neste grupo a traça-das-crucíferas (Sanahuja et al., 2011; Arthurs e Dara, 2019; Fernández-Chapa et al., 2019). No entanto, *P. xylostella* foi o inseto pioneiro em demonstrar resistência a toxinas Cry de *B. thuringiensis* (Tabashnik et al., 1990; Fu et al., 2008).

Na tentativa de reduzir o número de pulverizações com inseticidas sintéticos e diminuir a pressão de seleção de indivíduos resistentes de *P. xylostella*, a utilização de genótipos resistentes é uma ferramenta alternativa aliada ao MIP. Estes materiais apresentam diversas vantagens, tais como: redução dos gastos de cultivo, diminuição das populações das pragas a níveis que não causam danos econômicos e não interferam no agroecossistema, tornando a cultura mais lucrativa para o agricultor (Painter 1951; Lara 1991; Baldin et al. 2019).

Considerando o potencial de danos que *P. xylostella* apresenta para a cultura da couve e a necessidade de desenvolvimento de métodos de controle que sejam mais sustentáveis a longo prazo e menos agressivos ao meio-ambiente e ao homem, este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes genótipos de couve frente ao ataque da traça-das-crucíferas, visando caracterizar mecanismos de resistência em genótipos comerciais e não comerciais de couve.

2. Material & Métodos

2.1. Criação estoque de *Plutella xylostella*

A criação de *P. xylostella* foi iniciada com insetos coletados em área de cultivo convencional no município de Pardinho, SP, Brasil (23°02'28" S 48°22'43" O). Os ovos e as larvas foram mantidos em recipientes plásticos vedados com tecido organza, em ambiente controlado ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotoperíodo de 12h e umidade relativa de $70 \pm 10\%$). As larvas foram alimentadas com folhas de couve do genótipo Manteiga (variedade não avaliada no estudo), obtidas de plantas saudáveis cultivadas em casa de vegetação. As pupas e os adultos foram mantidos em gaiolas teladas, nas quais foram disponibilizados mel (solução de 10%) e folhas de couve para alimentação dos adultos e para oviposição das fêmeas, respectivamente. As folhas contendo os ovos foram utilizadas para iniciar um novo ciclo (Thuler 2009).

2.2. Obtenção dos genótipos de couve

Foram avaliados 17 genótipos de couve, com ampla variabilidade genética (Tabela 1). Dez genótipos fazem parte do banco de germoplasma do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), e foram cedidos por esta instituição, e os demais genótipos foram obtidos comercialmente. As plantas foram cultivadas em vasos plásticos (2,5 L) contendo substrato, composto por solo, areia e matéria orgânica (esterco de curral curtido), na proporção de 1:1:1. Para a propagação vegetativa, as brotações foram retiradas das plantas e armazenadas em bandejas de isopor com 128 células preenchidas com substrato comercial para produzir a quantidade necessária de cada genótipo. Os vasos foram mantidos em casa de vegetação livre de infestação de insetos. As plantas receberam os tratamentos culturais necessários (irrigação, desbaste, limpeza etc.) e foram adubadas de acordo com recomendações para a cultura (Cantarella et al. 2022).

2.3. Análise de cerosidade

Para caracterizar a camada de cera epicuticular adaxial e abaxial das folhas de couve, foram utilizados vinte discos foliares da parte central das plantas de cada tratamento. Foram utilizadas três repetições, totalizando 60 discos foliares. As amostras

coletadas foram submersas separadamente em Becker (200 mL) com 50 mL de clorofórmio, previamente pesado, por 20 segundos, e agitados suavemente. As soluções obtidas (cera + clorofórmio) foram levadas para evaporação em exaustor para obtenção do resíduo sólido (cera). Após a evaporação completa, os béqueres foram novamente pesados e o teor de cera foi determinado em função da diferença de massa entre as duas medidas (Canassa et al. 2020).

2.4. Análise de dureza foliar

A dureza das folhas foi determinada utilizando um analisador de textura CT3 (Brookfield; Middleboro, Massachusetts, EUA), calibrados para uma profundidade de penetração de 3 mm a uma velocidade de 2,0 mm s⁻¹, com um ponto TA 9/1000. Os resultados da medição foram expressos em gramas-força por centímetro (gf/cm) e representaram a força máxima necessária para o ponto entrar na folha de couve, simulando o processo pelo qual os insetos inserem suas peças bucais na folha. As avaliações foram padronizadas utilizando pontos próximos à nervura central, nas superfícies abaxial e adaxial das folhas.

2.5. Ensaio de antibiose/antixenose com lagartas – sem chance

Lagartas neonatas foram acondicionadas individualmente em placas de Petri (9,0 x 1,5 cm), contendo discos foliares (4,6 cm²) de cada genótipo sobre papel filtro umedecido com água (300 µL). Cada placa foi considerada uma repetição (60 por genótipo), em delineamento inteiramente casualizado. O ensaio foi realizado em sala climatizada (T = 26 ± 2°C, UR = 65 ± 10% e fotoperíodo = 14h).

Os insetos foram avaliados diariamente quanto aos seguintes parâmetros: duração dos instares larvais e duração total da fase larval; viabilidade larval (%); duração das fases de pré-pupa e pupa; peso de pupas (24h de idade); viabilidade pupal (%); ciclo (lagarta-adulto). Os pesos da fase pupal foram obtidos em balança analítica. Durante as avaliações, os excrementos foram retirados, os papéis filtros trocados e os discos foliares consumidos foram fotografados para avaliação posterior.

Durante esse ensaio foi avaliado o consumo da fase larval, a fim de caracterizar e diferenciar os tipos de resistência (antixenose e antibiose). Para calcular a área restante dos discos foliares após a alimentação, utilizou-se o software ImageJ.

2.6. Análise estatística

Para os ensaios envolvendo a caracterização de resistência, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. A normalidade foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade através do teste de Levene, utilizando-se o programa estatístico PROC UNIVARIATE SAS 9.2 (Sas 2011). Quando verificada significância nos efeitos dos tratamentos, utilizou-se o teste de Tukey ($P < 0,05$) para a comparação das médias, usando PROC MIXED SAS 9.2 (Sas 2011). As variáveis teor de cera, dureza foliar, consumo foliar e peso de pupas foram submetidas a análise de correlação de Pearson. Todas as análises foram realizadas usando PROC CORR (Sas 2011).

3. Resultados

3.1. Ensaio de antibiose/antixenose com lagartas – sem chance

A duração média do período de desenvolvimento do primeiro instar foi significativamente maior quando os insetos foram alimentados com folhas de 32 GUA (3,69 dias), HS (3,60 dias), 12L (3,31 dias), 22 V (3,29 dias), 6 F (3,20 dias), KOBE (3,16 dias) e MGI (3,13 dias) em comparação com 14 N (2,54 dias), 2 B (2,48 dias), 5 E (2,37 dias) e HI CROP (2,27 dias) (Tabela 2). Os genótipos HS (2,61 dias), 2 B (2,34 dias), 32 GUA (2,32 dias), HI CROP (2,16 dias), 6 F (2,13 dias) e 1 A (2,13 dias) prolongaram a duração do segundo instar em comparação com os genótipos KOBE e 5 E (ambos 1,53 dias). Para o terceiro instar, HS (2,71 dias), 8 H (2,61 dias), 1 A (2,29 dias), 2 B (2,10 dias), GAU (2,04 dias) e 32 GUA (2 dias) provocaram as maiores durações, enquanto KOBE (1,79 dias), 20 T (1,74 dias), 34 L1 (1,71 dias), 6 F (1,70 dias) e MGI (1,65 dias) induziram durações mais curtas. As durações mais longas do quarto instar foram observadas para 32 GUA, HS e 22 V (3,10 – 2,33 dias) em comparação com KOBE com a menor duração (1,56 dias) ($F = 4,91$; $gl = 16$; $P < 0,0001$). O período larval completo foi mais longo quando as larvas foram confinadas a HS (11,43 dias) e 32 GUA (10,9

dias), enquanto KOBE resultou no período mais curto (7,68 dias). A duração da fase pré-pupal não diferiu significativamente entre os genótipos. O estágio pupal foi mais longo para os genótipos 8 H (5,62 dias), 9 I (5 dias), 20 T (4,85 dias) e 14 N (4,75 dias), diferindo da maioria dos demais, e mais curto para HS (3 dias). Os maiores ciclos lagarta-adulto foram observados nos genótipos 1 A (42,85 dias), GAU (41,10 dias), 6 F (39,25 dias) e 22 V (39,20 dias).

Os insetos alimentados com folhas de 32 GUA (16,67%) apresentaram os menores índices de viabilidade larval, não diferindo apenas dos genótipos 2 B (21,67%), HS (26,67%), HI CROP (43,33%) e 12 L (45%) (Figura 1A). Quanto à viabilidade pupal, os genótipos também diferiram entre si, com destaque para o genótipo 32 GUA (20,00%), que resultou no menor índice de sobrevivência pupal (Figura 1B).

Com relação ao peso de pupa, constatou-se diferença significativa entre os genótipos (Tabela 3). O peso médio de pupas oriundas de lagartas criadas em 8 H (3,88 mg) foi o menor, enquanto pupas oriundas de lagartas alimentadas com KOBE (5,77 mg), MGI (5,62 mg), 6 F (5,54 mg) e 5 E (5,29 mg) apresentaram o maior peso médio.

3.2. Consumo foliar

Diferenças significativas foram observadas para o consumo foliar total entre os genótipos (Figura 2). Os genótipos 32 GUA e HS foram os menos consumidos (< 0,20 cm²/lagarta). Em contraste, 5 E e 20 T foram os materiais mais consumidos por *P. xylostella* (cerca de 15 vezes mais do que os genótipos menos consumidos).

3.3. Dureza e cerosidade

Os genótipos 22 V (0,0388 gf cm⁻¹) e 2 B (0,0376 gf cm⁻¹) apresentaram folhas mais duras, diferindo de MGI (0,0196 gf cm⁻¹) nas superfícies adaxial e abaxial (Tabela 4). O genótipo HS (26,66 mg) teve a maior quantidade de cera em vinte discos foliares, diferindo apenas de 6F (6,66 mg), KOBE (3,33 mg) e HI CROP (3,33 mg). Em decorrência de perda de material genético, os genótipos 12 L e 9 I não foram incluídos nessas análises.

3.4. Correlações

De acordo com os coeficientes calculados (r), as correlações foram significativas entre as interações estudadas (Tabela 5). Houve correlação negativa entre o consumo foliar total e o teor de cera superficial ($r = -0,38$; $P = 0,0088$) e o consumo foliar e a dureza (abaxial: $r = -0,48$; $P < 0,0001$; adaxial: $-0,42$; $P = 0,0001$) das folhas dos genótipos. Além disso, a taxa de consumo foliar foi positivamente correlacionada com o peso de pupas ($r = 0,47$; $P < 0,0001$), assim como a dureza das folhas com o teor de cera das folhas (abaxial: $r = 0,37$; $P = 0,0117$; adaxial: $r = 0,40$; $P = 0,0059$).

4. Discussão

Neste estudo, avaliamos os efeitos adversos de amplo germoplasma de *B. oleracea* cv. *acephala* nas variáveis da história de vida de larvas da traça-das-crucíferas. Os resultados demonstram que os genótipos influenciaram o período larval, o ciclo lagarta-adulto, a viabilidade de larvas e pupas, o peso de pupas e o consumo foliar de *P. xylostella*.

O prolongamento da fase imatura pode ocorrer devido à ingestão de compostos nocivos geralmente encontrados em genótipos com propriedades antibióticas que inibem o desenvolvimento do inseto (Hondelmann et al. 2020). Entretanto, genótipos com elevados níveis de antixenose podem igualmente causar esse efeito, seja dificultando a alimentação dos insetos, por impropriedades nutricionais ou pela baixa qualidade nutricional do hospedeiro (Asmoro et al., 2021). Da mesma forma, também foi possível observar períodos mais longos do ciclo lagarta-adulto para alguns genótipos. Essa alteração nas fases imaturas e no ciclo de vida são resultados de interesse para o manejo da praga, uma vez que *P. xylostella* é conhecida por seu ciclo de vida curto e grande número de gerações por ano, o que proporciona mais mutações gênicas que favorecem o desenvolvimento mais rápido de resistência aos inseticidas (Shen et al. 2023). Portanto, um hospedeiro que prolongue o ciclo de vida pode desfavorecer essa característica genética e auxiliar no manejo da resistência.

Alta mortalidade foi observada nos estágios imaturos de *P. xylostella* quando alimentada com os genótipos 32 GUA, 2 B e HS. Além disso, o peso de pupa também foi significativamente afetado pelo genótipo 8 H. Alguns compostos do sistema de defesa das plantas influenciam diretamente o desenvolvimento dos insetos (Divekar et al. 2022). Esses compostos podem aumentar o tempo de desenvolvimento das larvas, diminuir o peso e a viabilidade das pupas, além de reduzir a fecundidade e a fertilidade dos adultos (Walkowiak-Nowicka et al. 2023; Wink 2018). Os glucosinolatos, principais metabólitos secundários presentes nas plantas da família Brassicaceae, desempenham um papel crucial contra o ataque de insetos e patógenos (Jeschke et al. 2017; Li et al. 2022; Plaszko et al. 2021). Anteriormente, já haviam sido identificados elevados picos dos glucosinolatos glucobrassicinas e gluconapinas no genótipo HS (Canassa et al. 2020), os quais podem exercer influência na biologia de *P. xylostella*, bem como na indução de menor consumo foliar e menores viabilidades larval e pupal. Ademais, a diminuição do peso pupal pode estar relacionada às baixas reservas acumuladas durante a fase larval, resultantes do menor valor nutricional do alimento, a exemplo de dietas com alto teor de açúcar (Nguyen et al. 2019). Como esperado, houve correlação positiva entre a taxa de consumo foliar e o peso de pupas, indicando que lagartas com maior consumo foliar dos genótipos originaram as pupas mais pesadas, a exemplo do genótipo 5 E, o que pode sugerir um hospedeiro rico em proteínas (Nguyen et al. 2019). Os efeitos adversos na duração do ciclo e peso de pupas podem afetar negativamente o desempenho do inseto na fase reprodutiva, diminuindo o número de cópulas, a oviposição e a fertilidade (Lee et al. 2023; Santos et al. 2023), o que geralmente está relacionado à manifestação de resistência.

A antixenose é uma categoria de resistência em que uma planta é relativamente menos explorada por um inseto para alimentação, oviposição ou abrigo (Painter 1951). Nossos dados demonstram que o consumo foliar foi baixo para os genótipos 32 GUA e HS, indicando antixenose. O baixo consumo pode indicar a presença de fagodissuasores que inibem total ou parcialmente a alimentação dos insetos, a falta de um estimulante alimentar ou características morfológicas, como a presença de tricomas e o teor de cera superficial das folhas (Queiroz et al. 2020; Znidaricic et al. 2008). De fato, houve correlação negativa entre o consumo foliar e o teor de cera dos genótipos. Resultados

anteriores evidenciaram que espécies de Brassica com alto teor de cera afetam negativamente o tempo de desenvolvimento, sobrevivência e a taxa de consumo foliar de larvas de *P. xylostella* (Silva et al. 2017; Ulmer et al. 2002). Os glucosinolatos, juntamente com alcenos, parafinas e saponinas, são os principais constituintes das ceras das folhas das espécies de Brassica (Renwick et al., 2006; Spencer et al. 1999). Embora *P. xylostella* tenha desenvolvido mecanismos adaptativos para superar a ação dos glucosinolatos (Badenes-Pérez, 2023; Ratzka et al. 2002), as saponinas presentes na cera agem como inibidores de alimentação para larvas dessa espécie (Badenes-Pérez et al. 2014). Esse fato pode explicar o baixo consumo foliar do genótipo HS, que possui o maior teor de cera entre os genótipos testados.

Neste estudo, foi possível observar que o alto teor de cera está positivamente relacionado com a dureza das folhas de couve e o consumo foliar está correlacionado de forma negativa com a dureza das folhas. Essa característica morfológica também pode ter atuado como um limitante para alimentação e um fator de mortalidade para os instares larvais de *P. xylostella*, uma vez que folhas mais duras podem ocasionar danos mecânicos aos herbívoros (Caldwell; Read; Sanson, 2016). Além disso, esses atributos morfológicos são relevantes, pois plantas de *B. oleracea* com maior teor de cera e dureza, apresentam menor abundância de insetos-praga, inclusive *P. xylostella* (Kok et al., 2011).

Entre os genótipos de couve analisados, 32 GUA, HS e 8 H exibiram alta resistência por antibiose e/ou antixenose a *P. xylostella*. Estudos anteriores relatam resistência dos genótipos HS e 8 H para outras espécies de praga, como antixenose do genótipo HS a *Bemisia tabaci* MEAM1 (Domingos et al. 2018), antixenose e antibiose do genótipo 8 H a *Ascia monuste orseis* (Baldin et al., 2015; Schlick-Souza et al. 2011) e antibiose/antixenose do genótipo 8 H a *Brevicoryne brassicae* (Canassa et al. 2021). Isso reforça a importância do emprego dessas cultivares em um programa de manejo do complexo de pragas que acometem *B. oleracea* var. *acephala*, uma vez que as plantas resistentes continuam sendo o melhor caminho para integrar o controle de diferentes insetos-praga e garantir o sucesso produtivo dos alimentos (Smith 2021), especialmente por suas características de persistência, emprego facilitado, especificidade, efeito

cumulativo, baixo custo e compatibilidade com outros métodos do MIP e menor agressividade ao meio ambiente e aos produtores (Baldin et al 2019).

5. Conclusão

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Os genótipos HS e 32 GUA retardaram o período larval das lagartas alimentadas com estes genótipos, sugerindo resistência do tipo antibiose/antixenose
- Os genótipos 8 H, 9 I, 20 T e 14 N retardaram o período pupal, sugerindo resistência do tipo antibiose.
- Os genótipos 8 H e 14 N apresentaram os menores pesos de pupas de *P. xylostella*, sugerindo resistência do tipo antibiose.
- Os genótipos 32 GUA, 2B e HS apresentaram as menores viabilidade larval (%), sugerindo resistência do tipo antibiose/antixenose.
- Os genótipos 32 GUA e HS apresentaram as menores viabilidade pupal (%), sugerindo resistência do tipo antibiose/antixenose.
- Os genótipos 32 GUA, 2B e HS apresentaram os menores consumos foliares, sugerindo resistência do tipo antixenose.
- Os genótipos 22 V e 2B apresentaram os maiores índices de dureza foliar, sugerindo resistência do tipo antixenose.
- O genótipo HS apresentou os maiores teores de cera foliar, sugerindo resistência do tipo antixenose.

A resistência observada em determinados genótipos avaliados aumenta destaca sua relevância como possíveis fontes de controle de *P. xylostella* e outros insetos-praga. Este estudo fornece informações fundamentais que podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias de manejo dessa espécie em cultivos de couve. No futuro, novos ensaios deverão ser realizados para avaliar o processo de seleção hospedeira e colonização de *P. xylostella* nesses genótipos, bem como a identificação de fatores químicos e físicos associados à expressão da resistência.

6. Referências

Angus TA (1956) Association of toxicity with protein-crystalline inclusions of *Bacillus sotto* Ishiwata. **Canadian Journal of Microbiology**. 2:122-131.

Arthurs S, Dara SK (2019) Microbial biopesticides for invertebrate pests and their markets in the United States. **Journal of Invertebrate Pathology**. 165:13-21.

Asmoro PP et al. (2021) Nutritional indices and feeding preference of the *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) in several Brassicaceae plants. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. 948 (1).

Badenes--Pérez FR (2023) Plant Glucosinolate Content and Host-Plant Preference and Suitability in the Small White Butterfly (Lepidoptera: Pieridae) and Comparison with Another Specialist Lepidopteran. **Plants**. 12 (11).

Badenes-Perez FR, Gershenzon J, Heckel DG (2014) Insect attraction versus plant defense: Young leaves high in glucosinolates stimulate oviposition by a specialist herbivore despite poor larval survival due to high saponin content. **Plos One**. 9 (4): 39–42.

Baker GJ, Kovaliski J (1999) Detection of insecticide resistance in *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) populations in South Australian crucifer crops. **Australian Journal of Entomology**. 38:132-134.

Baldin ELL, Souza DR, Souza ES, Beneduzzi RA (2007) Controle da mosca-branca com extratos vegetais, em tomateiro cultivado em casa-de-vegetação. **Horticultura Brasileira**. 25: 602-606

Baldin ELL, Vendramim JD, Lourencão AL (2005) Resistência de genótipos de tomateiro à mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomateiro. **Neotropical Entomology**. 34: 435-441

Baldin ELL, Vendramin JD, Lourenção AL (2019) **Resistência de plantas a insetos: Fundamentos e aplicações**. Piracicaba. Fealq

Baldin ELL et al. (2015) Resistance of collard greens to *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae). **Arthropod-Plant Interactions**. 9 (1): 67–74.

Balkaya A, Yanmaz R (2005) Promising kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) populations from Black Sea region, Turkey. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science** 33: 1–7

Boiça Júnior AL, Janini JC, Souza BHS, Rodrigues NEL (2013) Efeito de cultivares de repolho e doses de extrato aquoso de nim na alimentação e biologia de *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae). **Bioscience Journal**. 29: 22-31

Bravo A, Gill SS, Soberón M (2007) Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. **Toxicon**. 49: 423-435.

Bravo A, Likitvivatanavong S, Gill SS, Soberón M (2011) *Bacillus thuringiensis*: a story of a successful bioinsecticide. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**. 41: 423-431.

Caldwell E, Read J, Sanson GD (2016) Which leaf mechanical traits correlate with insect herbivory among feeding guilds? **Annals of Botany**. 117 (2): 349–361.

Cameron P, Walker G, Warning DB (1998) Moth resistant to pesticide. **Commercial Grower** 53: 12-13.

Campos AP, Boiça Júnior AL, Ribeiro ZA (2010) Não preferência para oviposição e alimentação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) por cultivares de amendoim. **Arquivos do Instituto Biológico**. 77: 251-258.

Canassa VF, Baldin ELL, Lourencao AL, Barros DRP, Lopes NP, Sartori MMP (2020) Feeding behavior of *Brevicoryne brassicae* in resistant and susceptible collard greens genotypes: interactions among morphological and chemical factors. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. 168 (3): 228-239.

Canassa VF et al. (2021) Assessing the resistance of collard greens genotypes to the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) (Hemiptera: Aphididae). **Phytoparasitica**. 49 (4): 633–644.

Cantarella H et al (2022). **Boletim 100: recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, SP: Instituto Agrônômico (IAC)

Carvalho C, Kist BB, Beling RR (2019) **Anuário brasileiro de horti & fruti 2020**. Santa Cruz do Sul. Editora Gazeta

Castro MJP, Silva PHS, Pádua LEM (2008) Atividade de extrato de *Piper tuberculatum* Jacq. (Piperaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Revista Ciência Agronômica**. 39: 437-422.

Chattopadhyay P, Banerjee G (2018) Recent advancement on chemical arsenal of *Bt* toxin and its application in pest management system in agricultural field. **Biotech**. 8: 201.

Capinera, JL (2001) **Handbook of Vegetable Pests**. New York. Academic Press.

Cardoso MO, Pamplona AMSR, Michereff Filho M (2010). **Recomendações técnicas para o controle de lepidópteros-praga em couve e repolho no Amazonas**. Embrapa Amazônia Ocidental. (Circular Técnica, 35).

Castelo Branco M, França FH, Pontes LA, Amaral PST (2003) Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações de traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. **Horticultura Brasileira** 21: 549-552.

Castelo Branco M, Gatehouse AG (1997) Insecticide resistance in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the Federal District, Brazil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. 26: 75-79.

Christensen S, Bothmer R, Poulsen G, Maggioni L, Phillip M, Andersen BA, Jørgensen RB (2011) AFLP analysis of genetic diversity in leafy kale (*Brassica oleracea* L. convar. acephala (DC.) Alef.) landraces, cultivars, and wild populations in Europe. **Genetic resources and crop evolution** 58: 657–66.

Dias DGS, Soares CMS, Monnerat RG (2004) Avaliação de larvicidas de origem microbiana no controle da traça-das-crucíferas em brócolis-flor. **Horticultura Brasileira** 22: 553-556.

Dias JS, Monteiro AA (1994) Taxonomy of portuguese tronchuda cabbage and Galega kale landraces using morphological characters, nuclear RFLPs, and isozyme analysis: A review. **Euphytica**. 79: 115–26

Divekar PA et al. (2022) Plant secondary metabolites as defense tools against herbivores for sustainable crop protection. **International Journal of Molecular Sciences**. 23 (5): 2690

Domingos GM et al. (2018) Resistance of Collard Green Genotypes to *Bemisia tabaci* Biotype B: Characterization of Antixenosis. **Neotropical Entomology**. 47 (4): 560–568.

Fernández-Chapa D, Ramírez-Villalobos J, Galán-Wong L (2019) Toxic potential of *Bacillus thuringiensis*: An overview. In: Jia Y (Ed.) **Protecting rice grains in the postgenomic era**. Rijeka: IntechOpen. p. 1-22.

Franzke A, Lysak MA, Al-Shehbaz IA, Koch MA, Mummenhoff K (2011) Cabbage family affairs: The evolutionary history of Brassicaceae. **Trends in plant science** 16: 108–16

Fu Z, Sun Y, Xia L, Ding X, Mo X, Li X, Huang K, Zhang Y (2008) Assessment of protoxin composition of *Bacillus thuringiensis* strains by use of polyacrylamide gel block and mass spectrometry. **Applied Microbiology and Biotechnology** 79: 875-878.

Glare TR, O'Callaghan M (2000) ***Bacillus thuringiensis*: biology, ecology and safety**. Chichester. John Wiley & Sons.

Hahn C, Müller A, Kuhnert N, Albach D (2016) Diversity of kale (*Brassica oleracea* var. sabellica): glucosinolate content and phylogenetic relationships. **Journal of agricultural and food chemistry**. 64: 15–25.

Hondelmann P. et al. (2020) Importance of antixenosis and antibiosis resistance to the cabbage whitefly (*Aleyrodes proletella*) in brussels sprout cultivars. **Insects**. 11 (1): 1–16.

Huang CH, Hu Y, Sun R, Zeng L, Zhang N, Cai L, Zhang Q, Koch MA, Al-Shehbaz I, Edger PP, Pires JC (2015). Resolution of Brassicaceae phylogeny using nuclear genes uncovers nested radiations and supports convergent morphological evolution. **Molecular biology and evolution**. 33: 394–412

Jeschke V et al. (2017) How glucosinolates affect generalist lepidopteran larvae: Growth, development and glucosinolate metabolism. **Frontiers in Plant Science**. 8: p. 1–12.

Kist BB, Carvalho C, Beling RR (2021) **Anuário brasileiro de horti & fruti 2021**. Santa Cruz do Sul. Editora Gazeta

Kos M. et al. (2011) Relative importance of plant-mediated bottom-up and top-down forces on herbivore abundance on *Brassica oleracea*. **Functional Ecology**. 25 (5): 1113–1124.

Lee YS et al. (2023) Effects of host plant on the development and reproduction of *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae) on horticultural crops. **Heliyon**. 9 (7): e17836.

Li Z, Feng X, Liu SS, You M, Furlong MJ (2016) Biology, ecology, and management of the diamondback moth in China. **Annual Review of Entomology**. 61: 277-296.

Marchioro CA, Foerster LA (2011) Development and survival of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae), as a function of temperature: effect on the number of generations in tropical and subtropical regions. **Neotropical Entomology**. 40: 533-541.

McCaffery AR (1998) Resistance to insecticides in Heliothine Lepidoptera: a global view. **Philosophical Transactions of the Royal Society**. 353: 1735-1750.

Melo RDC, Vendrame LDC, Madeira NR, Blind AD, Vilela NJ (2017) Caracterização e diagnóstico de cadeia produtiva de brássicas nas principais regiões produtoras brasileiras. **Embrapa Hortaliças-Documentos**. (INFOTECA-E).

Ndumu PA (1999) Toxicity of neem seed oil (*Azadiracta indica*) against the larvae of *Amblyomma variegatum* a three-host tick in Cattle. **Phytotherapy Research** 13: 532-534.

Nguyen B et al. (2019) Interactions between ecological factors in the developmental environment modulate pupal and adult traits in a polyphagous fly. **Ecology and Evolution**. 9 (11): 6342–6352.

Noia JD (2014) Defining powerhouse fruits and vegetables: a nutrient density approach. **Preventing Chronic Disease**. 11

Padilla G, Cartea ME, Ordás A (2007). Comparison of several clustering methods in grouping kale landraces. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 132: 387–95.

Painter RH (1951) **Insect resistance in crop plants**. New York: McMillan.

Plaszko T et al. (2021) Effects of glucosinolate-derived isothiocyanates on fungi: A comprehensive review on direct effects, mechanisms, structure-activity relationship data and possible agricultural applications. **Journal of Fungi**. 7 (7): 539.

Queiroz EB et al.(2020) Antixenosis in soybean to *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) mediated by leaf color and trichome density. **Phytoparasitica**. 48 (5): 813–821.

Ratzka A et al. (2002) Disarming the mustard oil bomb. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. 99 (17): 11223–11228.

Renwick JAA et al. (2006) Isothiocyanates stimulating oviposition by the diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Journal of Chemical Ecology**. 32 (4): 755–766.

Sanahuja G, Banakar R, Twyman RM, Capell T, Christou P (2011) *Bacillus thuringiensis*: a century of research, development and commercial applications. **Plant Biotechnology Journal**. 9: 283-300.

Santos ACC et al. (2023) Alternative hosts can affect the development, reproduction, and demographic parameters of *Chrysodeixis includens*. **Arthropod-Plant Interactions**. 17 (3): 351–361.

Santos VC, De Siqueira HAA, Da Silva JE, De Farias MJDC (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.

Sas Institute (2001) **SAS/STAT user's guide, version 8.1**. Cary. SAS Institute

Schilick-Souza EC, Baldin ELL, Lourenção AL (2011) Variation in the host preferences and responses of *Ascia monuste orseis* Godart (Lepidoptera: Pieridae) to cultivars of collard greens *Brassica oleracea* (L.) var. acephala. **Journal of Pest Science**. 84: 429-436

Shen XJ et al. (2023) A comprehensive assessment of insecticide resistance mutations in source and immigrant populations of the diamondback moth *Plutella xylostella* (L.). **Pest Management Science**. 79 (2): 569–583.

Silva GA et al. (2017) Wax Removal and Diamondback Moth Performance in Collards Cultivars. **Neotropical Entomology**. 46 (5): 571–577.

Smith CM (2021) Conventional breeding of insect-resistant crop plants: still the best way to feed the world population. **Current Opinion in Insect Science**. 45: 7–13.

Spencer JL et al. (1999) Synergism in the oviposition behavior of *Plutella xylostella*: Sinigrin and wax compounds. **Journal of Insect Behavior**. 12 (4): 483–500.

Tabashnik B, Cushing NL, Finson N, Johnson MW (1990) Field development of resistance to *Bacillus thuringiensis* in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Economic Entomology** 83(5):1671-1676.

Takatsui F (2011) **Sistema CIE Lab: Análise computacional de fotografias**. Mestrado. Dissertação, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araraquara, Araraquara, Brasil, 100p.

Thavarajah D, Thavarajah P, Abare A, Basnagala S, Lacher C, Smith P, Combs GF (2016) Mineral micronutrient and prebiotic carbohydrate profiles of USA-grown kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*). **Journal of Food Composition and Analysis**. 52: 9–15

Thuler RT (2009) Criação de *Plutella xylostella*. In.: De Bortoli SA (Ed.) **Criação de insetos: da base a biofábrica**. Jaboticabal: Edição própria, p. 58-68.

Ulmer B et al. (2002) Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), feeding and oviposition preferences on glossy and waxy *Brassica rapa* (L.) lines. **Crop Protection**. 21 (4): 327–331.

Urlic B, Dumicic G, Ban SG, Romic M (2016) Phosphorus-use efficiency of kale genotypes from coastal Croatia. **Journal of Plant Nutrition**. 39:389–98.

Valicente FH (2015) **Manejo integrado de pragas na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo (Circular Técnica, 208).

Velasco P, Cartea ME, González C, Vilar M, Ordás A (2007) Diversity of kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica*): Glucosinolate content and phylogenetic relationships. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 55: 955–962

Walkowiak-Nowicka K et al. (2023) Plant secondary metabolites as potential bioinsecticides? Study of the effects of plant-derived volatile organic compounds on the reproduction and behaviour of the pest beetle *Tenebrio molitor*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. 257: 114955.

Wink M. (2018) Plant secondary metabolites modulate insect behavior-steps toward addiction? **Frontiers in Physiology**. 9: 1–9.

Zalucki MP, Shabbir A, Silva R, Adamson D, Shu-Sheng L, Furlong MJ (2012) Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): just how long is a piece of string? **Journal of Economic Entomology**. 105: 1115–1129.

Znidarcic D et al. (2008) Epicuticular wax content in the leaves of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) as a mechanical barrier against three insect pests. **Acta Agriculturae Slovenica**. 91 (2): 361–370.

Tabela 1. Código, nomes e características de genótipos de couve avaliados quanto à resistência a *Plutella xylostella*.

Código	Genótipo	Características técnicas ¹	Histórico de resistência
1 A	Manteiga de Ribeirão Pires I 2620	Margem irregularmente sinuosa, denticulada	Antixenose para <i>Ascia monuste orseis</i> (Schlick-Souza et al. 2011); antibiose para <i>A. monuste orseis</i> (Baldin et al. 2015)
2 B	Manteiga I 1811	Margem irregularmente sinuosa, denticulada	Antibiase/antixenose para <i>Brevicoryne brassicae</i> (Canassa et al. 2021)
5 E	Gigante I 915	Pecíolo verde, manchas roxas	Antibiase/antixenose para <i>B. brassicae</i> (Canassa et al. 2021)
6 F	Manteiga I 916	Pecíolo curto	---
8 H	Manteiga de Ribeirão Pires I 2446	Pecíolo verde	Antixenose para <i>A. monuste orseis</i> (Schlick-Souza et al. 2011); antibiose para <i>A. monuste orseis</i> (Baldin et al. 2015); antibiose/antixenose para <i>B. brassicae</i> (Canassa et al. 2021)
9 I	Crespa de Capão Bonito	Nervuras proeminentes	Antibiase para <i>A. monuste orseis</i> (Baldin et al. 2015); antixenose para <i>Bemisia tabaci</i> MEAM1 (Domingos et al. 2018)
12 L	Manteiga de Jundiá	Coloração verde clara	Antixenose para <i>A. monuste orseis</i> (Schlick-Souza et al. 2011)
14 N	Manteiga São José	Ápice assimétrico	Antibiase para <i>B. brassicae</i> (Canassa et al. 2021)
20 T	Hortolândia	Limbo orbicular	Antixenose para <i>B. tabaci</i> MEAM1 (Domingos et al. 2018); antixenose para <i>B. brassicae</i> (Canassa et al. 2021)
22 V	Vale das Garças	Nervuras roxas	Antixenose para <i>B. tabaci</i> MEAM1 (Domingos et al. 2018); antixenose para <i>B. brassicae</i> (Canassa et al. 2021)
32 GUA	Guaranésia	Bordas serrilhadas	---
34 L1	Leguminosa 1	Coloração verde clara	Antixenose para <i>B. tabaci</i> MEAM1 (Domingos et al. 2018)
GAU	Gaudina	Coloração verde escura, bordas encaracoladas ²	Antibiase para <i>B. brassicae</i> (Canassa et al. 2021)
HI CROP	Manteiga Hi-Crop	Coloração verde intensa ²	---
HS	Manteiga HS-20	Cor verde médio, bordas lisas ²	Antixenose para <i>B. tabaci</i> MEAM1 (Domingos et al. 2018)
KOBE	Manteiga Kobe F1	Coloração verde escura ²	---
MGI	Manteiga - Isla®	Coloração verde escura ²	Antixenose para <i>B. tabaci</i> MEAM1 (Domingos et al. 2018); antibiose para <i>B. brassicae</i> (Canassa et al. 2021)

¹Descrição segundo Trani et al. (2015); ²Informações das empresas.

Tabela 2. Número médio (\pm EP) dos períodos de 1º, 2º, 3º e 4º instar, período larval, período pré-pupal, período pupal e ciclo lagarta-adulto de *Plutella xylostella* em 17 genótipos de couve.

Genótipo	1º instar ¹	2º instar ¹	3º instar ¹	4º instar ¹	Período larval ¹	Período pré-pupal ¹	Período pupal ¹	Ciclo lagarta-adulto ¹
HS	3,60 \pm 0,15 ab (n = 60)	2,61 \pm 0,11 a (n = 30)	2,71 \pm 0,18 a (n = 26)	2,56 \pm 0,18 ab (n = 21)	11,43 \pm 0,26 a (n = 16)	1,00 \pm 0,00 (n = 12)	3,00 \pm 0,15 d (n = 4)	35,00 \pm 0,48 ab
32 GUA	3,69 \pm 0,11 a (n = 60)	2,32 \pm 0,10 ab (n = 49)	2,00 \pm 0,06 abc (n = 37)	3,10 \pm 0,11 a (n = 19)	10,90 \pm 0,23 ab (n = 10)	1,00 \pm 0,00 (n = 8)	3,50 \pm 0,09 bcd (n = 2)	33,00 \pm 0,31 ab
8 H	3,08 \pm 0,11 bcd (n = 60)	2,06 \pm 0,10 abcd (n = 46)	2,61 \pm 0,09 a (n = 46)	2,17 \pm 0,09 bc (n = 42)	9,89 \pm 0,18 bc (n = 39)	1,00 \pm 0,00 (n = 37)	5,62 \pm 0,10 a (n = 27)	36,10 \pm 0,90 ab
22 V	3,29 \pm 0,06 ab (n = 60)	1,85 \pm 0,08 bcd (n = 51)	1,85 \pm 0,11 bc (n = 49)	2,33 \pm 0,08 abc (n = 48)	9,11 \pm 0,14 cd (n = 45)	1,02 \pm 0,02 (n = 40)	4,14 \pm 0,07 bcd (n = 33)	39,20 \pm 0,84 a
6 F	3,20 \pm 0,06 abc (n = 60)	2,13 \pm 0,06 abc (n = 50)	1,70 \pm 0,08 c (n = 36)	2,23 \pm 0,07 bc (n = 34)	9,10 \pm 0,12 cd (n = 30)	1,00 \pm 0,00 (n = 29)	4,72 \pm 0,08 b (n = 22)	39,25 \pm 1,20 a
2 B	2,48 \pm 0,11 e (n = 60)	2,34 \pm 0,11 a (n = 52)	2,10 \pm 0,12 abc (n = 41)	2,00 \pm 0,18 bcd (n = 29)	9,00 \pm 0,32 cde (n = 13)	1,00 \pm 0,07 (n = 9)	3,50 \pm 0,34 cd (n = 6)	28,16 \pm 0,30 b
1 A	3,05 \pm 0,14 bcd (n = 60)	2,13 \pm 0,13 abc (n = 56)	2,29 \pm 0,10 ab (n = 51)	2,17 \pm 0,11 bc (n = 48)	8,92 \pm 0,21 de (n = 41)	1,05 \pm 0,02 (n = 40)	4,57 \pm 0,09 bc (n = 33)	42,85 \pm 1,72 a
9 I	3,05 \pm 0,09 bcd (n = 60)	1,84 \pm 0,10 bcd (n = 55)	1,96 \pm 0,07 bc (n = 52)	2,06 \pm 0,06 bc (n = 50)	8,84 \pm 0,16 de (n = 46)	1,05 \pm 0,02 (n = 39)	5,00 \pm 0,14 a (n = 27)	33,20 \pm 1,00 ab
14 N	2,54 \pm 0,09 de (n = 60)	1,90 \pm 0,07 bcd (n = 50)	1,95 \pm 0,07 bc (n = 44)	2,21 \pm 0,07 bc (n = 41)	8,53 \pm 0,15 def (n = 33)	1,09 \pm 0,03 (n = 33)	4,75 \pm 0,11 ab (n = 33)	36,10 \pm 1,36 ab
12 L	3,31 \pm 0,10 ab (n = 60)	1,64 \pm 0,06 cd (n = 44)	1,79 \pm 0,07 bc (n = 37)	1,81 \pm 0,08 cd (n = 34)	8,40 \pm 0,08 def (n = 27)	1,04 \pm 0,02 (n = 25)	4,50 \pm 0,07 bc (n = 22)	33,00 \pm 1,14 ab
34 L1	3,11 \pm 0,12 bc (n = 60)	1,68 \pm 0,11 cd (n = 52)	1,71 \pm 0,07 c (n = 51)	2,12 \pm 0,10 bc (n = 46)	8,26 \pm 0,19 def (n = 41)	1,05 \pm 0,04 (n = 39)	4,71 \pm 0,08 b (n = 35)	34,80 \pm 0,95 ab
GAU	2,72 \pm 0,08 cde (n = 60)	1,65 \pm 0,07 cd (n = 47)	2,04 \pm 0,07 abc (n = 41)	2,08 \pm 0,07 bc (n = 41)	8,25 \pm 0,08 def (n = 37)	1,00 \pm 0,00 (n = 35)	4,40 \pm 0,13 bc (n = 28)	41,10 \pm 1,83 a

HI CROP	2,27 ± 0,05 e (n = 60)	2,16 ± 0,08 abc (n = 54)	1,94 ± 0,02 bc (n = 48)	2,00 ± 0,06 bcd (n = 39)	7,92 ± 0,06 ef (n = 26)	1,00 ± 0,00 (n = 20)	3,71 ± 0,06 bcd (n = 14)	30,16 ± 0,85 b
MGI	3,13 ± 0,15 abc (n = 60)	1,87 ± 0,12 bcd (n = 45)	1,65 ± 0,06 c (n = 39)	1,87 ± 0,06 bcd (n = 38)	7,84 ± 0,14 ef (n = 33)	1,00 ± 0,00 (n = 27)	3,65 ± 0,07 bcd (n = 26)	32,00 ± 0,84 b
20 T	2,66 ± 0,13 cde (n = 60)	1,97 ± 0,07 abcd (n = 45)	1,74 ± 0,13 c (n = 43)	2,16 ± 0,07 bc (n = 43)	7,80 ± 0,15 ef (n = 36)	1,08 ± 0,06 (n = 34)	4,85 ± 0,08 a (n = 27)	32,35 ± 0,99 b
5 E	2,37 ± 0,08 e (n = 60)	1,53 ± 0,07 d (n = 56)	1,81 ± 0,05 bc (n = 52)	2,16 ± 0,06 bc (n = 49)	7,77 ± 0,09 ef (n = 48)	1,04 ± 0,02 (n = 47)	4,66 ± 0,66 b (n = 42)	35,25 ± 1,32 ab
KOBE	3,16 ± 0,06 abc (n = 60)	1,53 ± 0,08 d (n = 49)	1,79 ± 0,06 c (n = 45)	1,56 ± 0,06 d (n = 43)	7,68 ± 0,06 f (n = 41)	1,02 ± 0,02 (n = 39)	3,69 ± 0,08 bcd (n = 33)	28,75 ± 0,47 b
<i>P</i>	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.8872	< 0.0001	< 0.0001

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula por coluna não diferem entre si pelo LS-Means ajustado pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).

Tabela 3. Peso médio (\pm EP) de pupas de *Plutella xylostella* oriundas de lagartas alimentadas com diferentes genótipos de couve.

Genótipo	Peso de pupas (mg)
8 H	3,88 \pm 0,21 c
14 N	4,25 \pm 0,20 bc
HS	4,40 \pm 0,42 abc
9 I	4,45 \pm 0,20 abc
2 B	4,46 \pm 0,44 abc
20 T	4,48 \pm 0,19 abc
12 L	4,50 \pm 0,32 abc
GAU	4,58 \pm 0,22 abc
32 GUA	4,97 \pm 0,44 abc
1 A	5,09 \pm 0,21 abc
34 L1	5,11 \pm 0,21 abc
HI CROP	5,12 \pm 0,29 abc
22 V	5,21 \pm 0,23 ab
5 E	5,29 \pm 0,19 a
6 F	5,54 \pm 0,24 a
MGI	5,62 \pm 0,25 a
KOBE	5,77 \pm 0,22 a
<i>P</i>	< 0,0001

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula por coluna não diferem entre si pelo LS-Means ajustado pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).

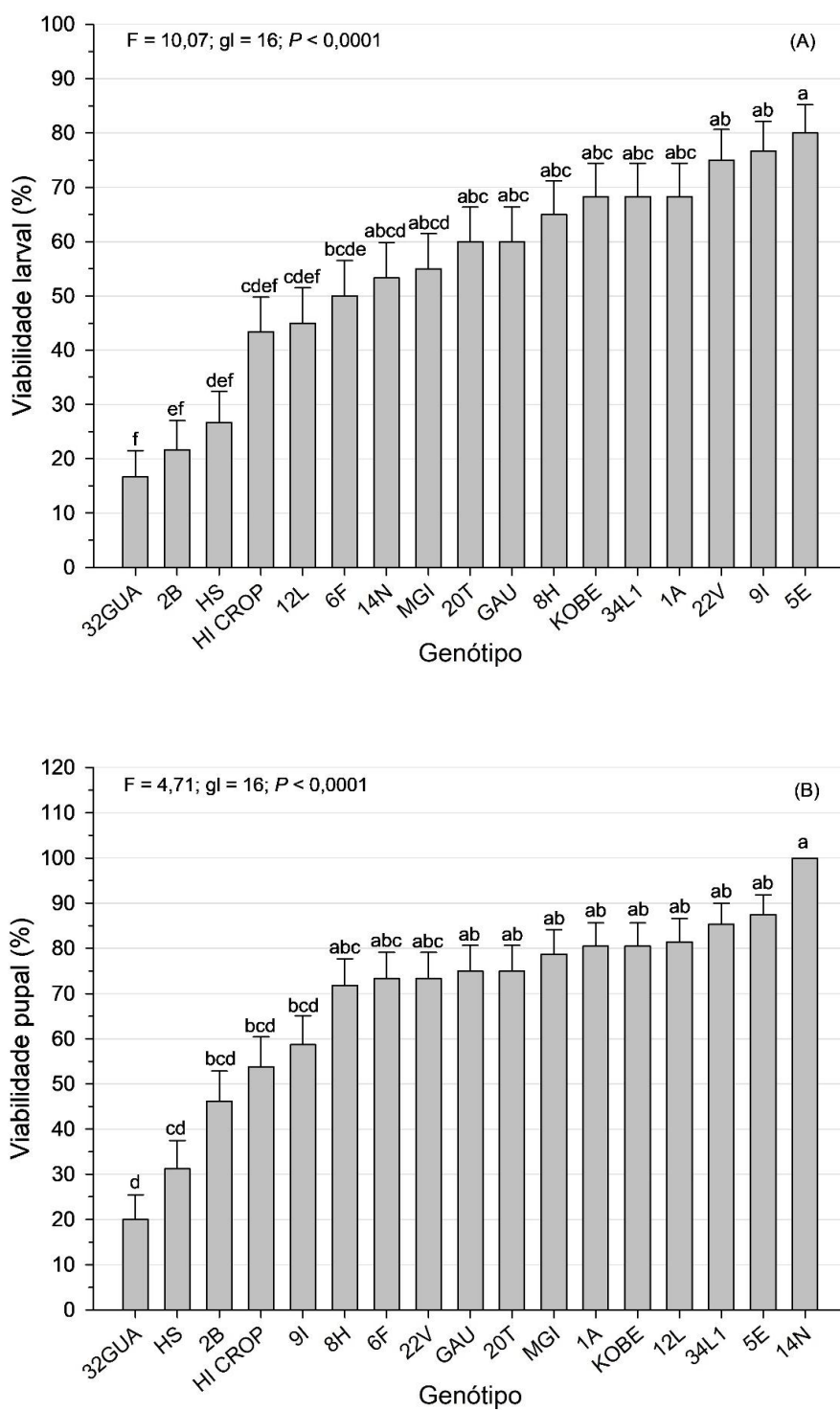


Figura 1. Médias (\pm EP) de viabilidade larval (A) e viabilidade pupal (B) de *Plutella xylostella* em genótipos de couve. Médias seguidas pela mesma letra minúscula por coluna não diferem entre si pelo LS-Means ajustado pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).

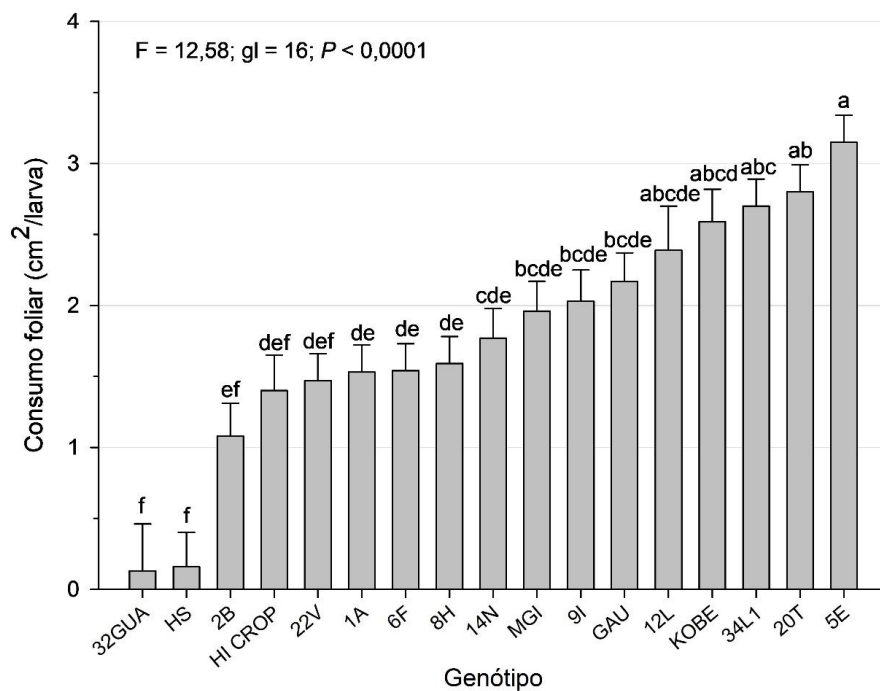


Figura 2. Consumo total de folhas (\pm EP) de larvas de *Plutella xylostella* alimentadas com folhas de genótipos de couve. O consumo total de folhas considera o total consumido pelo indivíduo até sua morte ou passagem para a fase pré-pupal. Médias seguidas pela mesma letra minúscula por coluna não diferem entre si pelo LS-Means ajustado pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).

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.

Genótipo	Dureza adaxial (gf cm ⁻¹)	Dureza abaxial (gf cm ⁻¹)	Cera total (mg)
22 V	0,0388 \pm 0,006 a	0,0380 \pm 0,004 ab	20,00 \pm 0,00 ab
2 B	0,0376 \pm 0,002 a	0,0388 \pm 0,002 a	13,33 \pm 3,33 ab
8 H	0,0364 \pm 0,002 ab	0,0360 \pm 0,002 abc	20,00 \pm 5,77 ab
1 A	0,0348 \pm 0,004 ab	0,0324 \pm 0,003 abc	10,00 \pm 0,00 ab
34 L1	0,0304 \pm 0,004 ab	0,0304 \pm 0,005 abc	10,00 \pm 5,77 ab
20 T	0,0300 \pm 0,001 ab	0,0292 \pm 0,001 abc	13,33 \pm 3,33 ab
6 F	0,0292 \pm 0,002 ab	0,0284 \pm 0,003 abc	6,66 \pm 3,33 b
HS	0,0284 \pm 0,002 ab	0,0320 \pm 0,002 abc	26,66 \pm 3,33 a
14 N	0,0276 \pm 0,003 ab	0,0308 \pm 0,002 abc	13,33 \pm 3,33 ab
5 E	0,0256 \pm 0,005 ab	0,0236 \pm 0,004 abc	10,00 \pm 0,00 ab
KOBE	0,0256 \pm 0,003 ab	0,0268 \pm 0,003 abc	3,33 \pm 3,33 b
HI CROP	0,0252 \pm 0,002 ab	0,0288 \pm 0,002 abc	3,33 \pm 3,33 b
GAU	0,0248 \pm 0,001 ab	0,0276 \pm 0,001 abc	20,00 \pm 5,77 ab
32 GUA	0,0240 \pm 0,002 ab	0,0224 \pm 0,003 bc	13,33 \pm 3,33 ab
MGI	0,0196 \pm 0,001 b	0,0200 \pm 0,001 c	10,00 \pm 0,00 ab
<i>P</i>	0,0042	0,0026	0,0025

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula por coluna não diferem entre si pelo LS-Means ajustado pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).

Tabela 5. Coeficientes de correlação de Pearson (r) e probabilidades (P) entre os parâmetros de *Plutella xylostella* e características dos genótipos de couve.

Parâmetro	Coeficiente	Peso de pupas (mg)	Dureza abaxial	Dureza adaxial	Cera (mg)
Consumo foliar	r	0,47	-0,48	-0,42	-0,38
	P	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0088
Peso de pupas	r	-	-	-	-
	P	-	-	-	-
Dureza abaxial	r	-	-	-	0,37
	P	-	-	-	0,0117
Dureza adaxial	r	-	-	-	0,40
	P	-	-	-	0,0059