

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**DESENVOLVIMENTO DE *Plutella xylostella* (LINNAEUS,
1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) EM BRASSICACEAE
AO LONGO DE GERAÇÕES**

**Wanderlei Dibelli
Geógrafo**

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**DESENVOLVIMENTO DE *Plutella xylostella* (LINNAEUS,
1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) EM BRASSICACEAE
AO LONGO DE GERAÇÕES**

Wanderlei Dibelli

Orientador: Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli

Coorientadora: Dra. Alessandra Marieli Vacari

**Dissertação apresentada a Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp,
Campus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Agronomia (Entomologia
Agrícola).**

2014

Dibelli, Wanderlei
D543d Desenvolvimento de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758)
(Lepidoptera: Plutellidae) em Brassicaceae ao longo de gerações /
Wanderlei Dibelli. -- Jaboticabal, 2014
vi, 66 p. : il ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014
Orientador: Sergio Antonio De Bortoli
Coorientadora: Alessandra Marieli Vacari
Banca examinadora: Santin Gravena, Pedro Takao Yamamoto.
Bibliografia

1. Parâmetros biológicos. 2. Substrato alimentar. 3. Traça-das-
crucíferas. 4. Criação de inseto. 5. Condicionamento. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.78:635.33



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: DESENVOLVIMENTO DE *Plutella xylostella* (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) EM BRASSICACEAE AO LONGO DE GERAÇÕES

AUTOR: WANDERLEI DIBELLI

ORIENTADOR: Prof. Dr. SERGIO ANTONIO DE BORTOLI

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. ALESSANDRA MARIELI VACARI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA (ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA) , pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. SERGIO ANTONIO DE BORTOLI

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. SANTIN GRAVENA

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. PEDRO TAKAO YAMAMOTO

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP / Piracicaba/SP

Data da realização: 30 de abril de 2014.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

WANDERLEI DIBELLI - Nascido em 19 de dezembro de 1966, na cidade de Jaboticabal, São Paulo, Brasil. Técnico em Agropecuária formado pelo Colégio Agrícola José Bonifácio da UNESP/Campus Jaboticabal - SP, em 1984. Funcionário da UNESP/Campus Jaboticabal - SP, desde maio de 1986, atuando como Técnico Agrícola no Centro de Manejo Integrado de Pragas (CEMIP), desde sua fundação (1986) até o encerramento (2007). Nesse período desenvolveu funções ligadas ao ensino, pesquisa, extensão, treinamento e divulgação do MIP (Manejo Integrado de Pragas). É graduado com Licenciatura Plena em História e Geografia, pela Faculdade de Educação São Luís de Jaboticabal - SP (1992 a 1995). Possui Especialização em Educação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pela Faculdade de Educação São Luís de Jaboticabal - SP, título obtido em 2011. Atualmente atua como Técnico em Agropecuária e Membro do grupo de pesquisa "*Plutella xylostella* L., 1758 (Lepidoptera: Plutellidae): táticas para o manejo integrado", do Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI), do Departamento de Fitossanidade da UNESP/Campus Jaboticabal - SP, onde, nos últimos 5 anos, publicou como autor/co-autor 5 artigos completos em periódicos científicos, 1 capítulo de livro, 3 resumos expandidos e 12 resumos simples em anais de eventos científicos, proferiu 1 palestra e apresentou 1 trabalho. Em março de 2012, ingressou o Programa de Pós-graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola), nível de mestrado, da FCAV/UNESP.

"Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino."

Leonardo da Vinci

DEDICATÓRIA

Aos meus amados pais Maria Josepha e Waldemar (“in memoriam”), pelo amor, devoção familiar e os primeiros ensinamentos.

Aos meus amores Renata, esposa dedicada e querida, e minhas filhas Maria Victória, minha melhor manhã de setembro, e Anna Helena, minha melhor chavinha do mês de abril, pelo amor, carinho e compreensão.

DEDICO

Aos meus queridos familiares, em especial meus irmãos Waldecir e Waldemar, pelo apoio e incentivo.

Aos meus cunhados, José Hamilton, Maria Abadia, Ricardo e Gisele, meus sogros Maria Sirlei e Antônio, meus sobrinhos Aline, Ivan, Sávio, Sabrina, Daniel, Lucas, Eduardo e Leonardo, pela convivência saudável e carinhosa.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e minha segurança, *sicut scriptum est in Scripturis sanctis*: "... meu Deus é a minha rocha onde encontro o meu refúgio, meu escudo e força de minha salvação..." (2 Samuel 22:3).

À minha família e meus amigos pela compreensão e colaboração nos momentos de abstração.

À Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, e ao Departamento de Fitossanidade, pela oportunidade.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) e ao Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (FCAV/UNESP), pela realização do curso de mestrado.

Ao Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes, DD. Coordenador do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) - FCAV/UNESP.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) da FCAV/UNESP.

Ao Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI), onde se desenvolveu todo conteúdo desta obra.

Ao Professor Dr. Sergio Antonio De Bortoli, amigo e orientador, pelos ensinamentos e viabilização desta pesquisa, bem como à sua família, em especial sua esposa Mariangela, grande amiga e incentivadora.

À Dra. Alessandra Marieli Vacari, pós-doutoranda do LBCI, pela orientação e sincera amizade, assim como ao seu esposo Vagner Santana, grande incentivador.

Ao Prof. Dr. Santin Gravena, idealizador do CEMIP- UNESP, e aos meus ex-colegas da Extensão Universitária, Dr. Wilson Carlos Pazini, Alex Antonio Ribeiro, José Altamiro de Souza, Wagner Aparecido Mendes, Fernando Aldemiro Crispolim, Luís Alberto Fabiano, Luciano Durigan e Rafael de Souza, bem como aos saudosos Kléber Kikuichi e Manoel de Almeida Júnior (*in memoriam*).

Aos amigos e colegas Ligia Dias Tostes Fiorezzi, Roseli Pessôa, Marcia Regina Macri Ferreira, Sandra Regina Sesso, Gilson José Leite, Reinaldo Aparecido Longo, André Maurício Muscari, Valmir Ribeiro da Silva e Zulene Antonio Ribeiro, pela convivência saudável e harmoniosa.

Aos professores e funcionários do Departamento de Fitossanidade, pela colaboração e amizade.

Ao Prof. Dr. Sergio de Freitas (*in memoriam*), pela amizade e exemplo de dedicação.

Aos professores doutores Antonio Carlos Busoli, Arlindo Leal Boiça Júnior, Júlio Cesar Galli e Ricardo Antonio Polanczyk, pelos ensinamentos e amizade.

À amiga e parceira Mestranda Dagmara Gomes Ramalho, pela colaboração direta neste trabalho.

À equipe do LBCI (Valéria Lucas de Laurentis, Ana Carolina Pires Veiga, Maíra Trevisan, Vanessa Fabíola Pereira de Carvalho, Caroline Placidi De Bortoli, Natália Fernanda Vieira, Kelly Cristina Gonçalves, Aline Farhat Pomari, Haroldo Xavier Linhares Volpe, Claudio Antonio Salas Figueroa, Sergio Leandro Placidi De Bortoli, Lucas Trevizoli Agostini, Thiago Trevizoli Agostini, Gustavo Oliveira de Magalhães, Rafael Ferreira dos Santos, Roberto Marchi Goulart e Rogério Teixeira Duarte), pela amizade e apoio nesta pesquisa.

Por fim, a todos aqueles que, de alguma forma, colaboraram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Brassicaceae	3
2.1. <i>Plutella xylostella</i>	4
2.1.1. Classificação e nomenclatura	4
2.2.2. Ocorrência e distribuição.....	6
2.2.3. Descrição e biologia	7
2.2.4. Danos e prejuízos	9
2.2.5. Táticas de controle	10
2.3. Interação entre brassicáceas e <i>Plutella xylostella</i>	15
2.3.1. Estímulos nutritivos e metabólitos secundários.....	16
2.3.2. Seleção hospedeira e condicionamento	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1. Cultivo de <i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i> em campo para manutenção da criação de <i>Plutella xylostella</i>	22
3.2. Criação de <i>Plutella xylostella</i> no LBCI	22
3.3. Cultivo de variedades de brassicáceas para os bioensaios	24
3.4. Bioensaios com <i>Plutella xylostella</i>	25
3.5. Análise de dados	28
4. RESULTADOS.....	30
5. DISCUSSÃO	40

6. CONCLUSÕES.....	46
7. REFERÊNCIAS.....	47

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Consumo foliar (cm ²) de <i>Plutella xylostella</i> após a criação isolada do inseto em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.....	30
Tabela 2. Período larval (dias) de <i>Plutella xylostella</i> em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.....	31
Tabela 3. Viabilidade larval (%) de <i>Plutella xylostella</i> criada em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.....	32
Tabela 4. Período pupal (dias) de <i>Plutella xylostella</i> criada em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.....	33
Tabela 5. Viabilidade pupal (%) de <i>Plutella xylostella</i> criada em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.....	34
Tabela 6. Peso de pupa (mg) de <i>Plutella xylostella</i> criada em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.....	35
Tabela 7. Razão sexual de <i>Plutella xylostella</i> criada em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.....	35
Tabela 8. Número de ovos por fêmea de <i>Plutella xylostella</i> criada em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.....	36
Tabela 9. Fertilidade de ovos (%) de <i>Plutella xylostella</i> criada em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.....	37
Tabela 10. Longevidade de machos (dias) de <i>Plutella xylostella</i> criada em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.....	38
Tabela 11. Longevidade de fêmeas (dias) de <i>Plutella xylostella</i> criada em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.....	39

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Dimorfismo sexual entre fêmea e macho de <i>Plutella xylostella</i> (foto de W. Dibelli)	8
Figura 2. Ciclo de vida de <i>Plutella xylostella</i> : adulto, ovos, lagarta e pupa (VACARI, 2009)	8
Figura 3. Cultivo de couve no campo. A) Plantio irrigado por gotejamento, B) Campo com couve Manteiga da Geórgia (foto de W. Dibelli).....	22
Figura 4. Esquema da criação <i>Plutella xylostella</i> (adaptado de THULER, 2009)	23
Figura 5. Recipientes utilizados na manutenção da traça-das-crucíferas. A) para lagartas; B) para pupas; C) para adultos; D) para ovos (foto de W. Dibelli)	24
Figura 6. A) Produção de plantas em vasos em casa-de-vegetação, B) brócolis, C) repolho e D) couve (foto de W. Dibelli).....	25
Figura 7. A) Placas de Petri utilizadas durante a fase larval; B) mensuração do consumo foliar; C) pesagem de pupas; D) placas ELISA [®] utilizadas na fase pupal; E) sugador utilizado para retirada de adultos das células das placas ELISA [®] ; F) gaiola utilizadas na fase adulta (foto de W. Dibelli)	27
Figura 8. Placas de Petri utilizadas para a avaliação da viabilidade de ovos (foto de W. Dibelli).....	28

DESENVOLVIMENTO DE *Plutella xylostella* (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) EM BRASSICACEAE AO LONGO DE GERAÇÕES

RESUMO - Espécies da família Brassicaceae fazem parte da alimentação básica mundial. Suas características nutricionais mostram altos teores de vitaminas, fibras, minerais, fenóis, flavonóides, ácido hidroxicinâmico, açúcares solúveis, ácidos graxos e carotenoides, além de substâncias secundárias como glucosinolatos que, atualmente, são reconhecidos pelas propriedades antioxidantes e anticancerígenas. A traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella*, é um dos principais fatores limitantes deste cultivo no mundo, devido aos sérios danos que causa às plantas, depreciando o produto e ocasionando grandes perdas nos campos de produção, portanto, o conhecimento do desenvolvimento deste inseto em diferentes cultivares é importante para que se possa determinar aquelas menos propícias para o inseto. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi verificar se houve influência do substrato alimentar das lagartas (variedades de Brassicaceae) no desenvolvimento de *P. xylostella*, ao longo de 18 gerações. Os insetos foram criados em 3 variedades/cultivares de importância comercial para a região nordeste do Estado de São Paulo: *Brassica oleracea* var. *acephala* - couve Manteiga híbrida HS-20, *Brassica oleracea* var. *italica* - brócolis Piracicaba e *Brassica oleracea* var. *capitata* - repolho Bob Cat. A cada 3 gerações aspectos biológicos do inseto criado nos diferentes substratos de alimentação foram avaliados em ensaios de laboratório. As características biológicas analisadas foram: consumo foliar, período larval, viabilidade de larvas, período pupal, viabilidade de pupas, peso pupal, razão sexual, número de ovos por fêmea, fertilidade de ovos, longevidade de machos e longevidade de fêmeas. Os resultados foram submetidos a análise fatorial comparando-se gerações e cultivares. Os parâmetros biológicos de *P. xylostella* demonstraram que repolho foi o menos consumido e o que apresentou os menores períodos larval e pupal, contudo, o baixo desempenho inicial nesta cultivar foi sendo melhorado ao longo das gerações, igualando-se às demais nas últimas gerações. A média de desempenho em 18 gerações nas cultivares demonstrou que todas foram adequadas para o desenvolvimento do inseto. Após 18 gerações em criações isoladas em couve Manteiga híbrida HS-20, repolho Bob Cat e brócolis Piracicaba, *P. xylostella* não apresentou sinais de endogamia.

Palavras-chave: parâmetros biológicos, substrato alimentar, traça-das-crucíferas, criação de inseto, condicionamento.

DEVELOPMENT OF *Plutella xylostella* (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) ON BRASSICACEAE OVER GENERATIONS

ABSTRACT - Species of Brassicaceae family are part of the global food base. Nutritional characteristics of brassics show high levels of vitamins, fiber, minerals, phenols, flavonoids, hydroxycinnamic acid, soluble sugars, fatty acids and carotenoids, and secondary substances such as glucosinolates that are currently recognized by the antioxidant and anti-carcinogenic effects. The diamondback moth, *Plutella xylostella*, is one of the main limiting factors of this crop in the world, due to the serious damage that cause to plants, depreciating the product and causing serious reductions in the field production. The knowledge of the biology of this insect in different cultivars is important so that you can determine those less favorable to the pest development and reproduce. In this context, the objective of this study was to evaluate the influence of the larvae food substrate (Brassicaceae's varieties) in the *P. xylostella* development over 18 generations. Insects were reared on 3 comercial varieties/cultivars of importance to the northeastern of Sao Paulo State: *Brassica oleracea* var. *acephala* - kale Manteiga hibrida HS-20, *Brassica oleracea* var. *italica* - broccoli Piracicaba and *Brassica oleracea* var. *capitata* - cabbage Bob Cat. Every 3 generations the biological aspects of *P. xylostella* were evaluated in laboratory trials. The biological parameters evaluated were: leaf consumption, larval period, larval viability, pupal period, pupal viability, pupal weight, sex ratio, number of eggs per female, egg fertility, and longevity of males and females. The results were analysed comparing generations and cultivars. The biological parameters of *P. xylostella* showed that cabbage cultivar was less consumed and the larval period was longer while the pupal period was shorter. However, the low initial performance of this cultivar was being improved over the generations, matching the others in the latest generations. The average performance of 18 generations showed that all cultivars were suitable for insect development. After 18 generations reared in cabbage Bob Cat, kale Manteiga hibrida HS-20 and broccoli Piracicaba, *P. xylostella* showed no signs of consanguinity.

Keywords: biological parameters, feeding substrate, diamondback moth, insect rearing, conditioning.

1. INTRODUÇÃO

A família Brassicaceae compreende cerca de 340 gêneros e 3.350 espécies (AL-SHEHBAZ, 1984), destacando-se entre as olerícolas como a família mais numerosa, totalizando 14 hortaliças folhosas cultivadas, entre as quais se destacam pela importância econômica, repolho *{Brassica oleracea (L.) var. capitata}*, couve-flor *{B. oleracea (L.) var. botrytis}*, couve-de-folha *{B. oleracea (L.) var. acephala}*, brócolis *{B. oleracea (L.) var. italica}* e mostarda *{B. juncea (L.)}* (FILGUEIRA, 2008).

Dentre as várias pragas que atacam as brassicáceas, *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), originária da região mediterrânea, destaca-se como a mais importante destes cultivos no Brasil (MEDEIROS, 1997) e em várias regiões do mundo, independente das condições climáticas (CASTELO BRANCO; FRANÇA; VILLAS BOAS, 1997).

O método de controle mais utilizado é o químico, aparentando trazer os melhores resultados, de forma rápida, prática e eficiente na redução dos prejuízos (CASTELO BRANCO et al., 2003; DIAS; SOARES; MONNERAT, 2004), contudo, este método empregado rotineiramente tem conduzido à seleção de populações resistentes (CASTELO BRANCO et al., 2001).

O Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), em seu relatório de 2009, apontou que 29% das amostras analisadas foram consideradas insatisfatórias, apresentando irregularidades como: níveis residuais acima do permitido, resíduo de produtos sem registro ou não autorizados (ANVISA, 2010). Dentro deste contexto, é evidente que traços de resíduos de agrotóxicos presentes no solo, água, ar e alimentos podem ser perigosos à saúde do homem e ao meio ambiente, pois a exposição ocupacional a esses produtos tem um forte impacto na saúde pública. Os efeitos melhor documentados sobre a exposição ocupacional de trabalhadores rurais envolvem o sistema nervoso. A preocupação com a saúde pública, o meio ambiente e a degradação de agroquímicos tem levado ao desenvolvimento de novas tecnologias, como a biorremediação que promove a recuperação ou a remediação de áreas contaminadas, com a utilização de microrganismos, plantas ou mesmo enzimas (DAMS, 2006). Diante desta realidade, novas alternativas também têm sido exploradas para a busca de controle de *P.*

xylostella (CASTELO BRANCO; FRANÇA, 2001). Cultivares resistentes seria uma dessas alternativas, apesar de que os mecanismos que conferem resistência a esta praga não estarem perfeitamente definidos (DICKSON; ECKENRODE, 1980). O conhecimento da biologia da praga em diferentes substratos é importante para que se possa determinar aqueles menos propícios para o desenvolvimento e reprodução do inseto (THULER; DE BORTOLI; HOFFMANN-CAMPO, 2007; BADENES-PEREZ; REICHEL; HECKEL, 2010).

O desenvolvimento e reprodução de *P. xylostella* em relação a diferentes brassicáceas apresentou diferenças significativas após uma geração (DE BORTOLI et al., 2011a), assim sendo, são necessários estudos com a praga após várias gerações, com o objetivo de analisar se o substrato de alimentação realmente influencia a biologia do inseto, bem como, verificar a hipótese de um possível condicionamento a ele. Estudos anteriores mostraram que *P. xylostella* criada em laboratório por várias gerações em folhas de couve, quando submetida por uma geração em folhas de outra variedade de brassicácea como repolho, apresentou reduções significativas em suas características biológicas (DE BORTOLI et al., 2011a; DE BORTOLI et al., 2013). Porém, não existem estudos que confirmem cientificamente se há alterações ou não nas características biológica de *P. xylostella* criada exclusivamente em uma variedade/cultivar ao longo de várias gerações. Desta forma, este estudo que teve o objetivo de verificar se houve diferenças nos aspectos biológicos do herbívoro *P. xylostella* em variedades de Brassicaceae, ao longo de várias gerações.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Brassicaceae

As brassicáceas são originárias da costa do mediterrâneo, de onde foram espalhadas pela Europa no início do século XVII, sendo que no Brasil a introdução se deu com a chegada dos primeiros imigrantes italianos (CEASA, 2013).

O cultivo de brassicáceas figura entre os mais antigos registros que datam de 1.500 a.C. (RAYMER, 2002). Podem ser cultivadas no mundo todo devido sua alta capacidade adaptativa às variações agro-climáticas (SUWABE et al., 2006; HONG et al., 2008), contudo, geralmente são produzidas em regiões de clima ameno, com temperatura ideal entre 14 e 21°C, mínima de 4 °C e máxima 30 °C, dependendo da variedade (WURR; FELLOWS; PHELPS, 1996); preferem solos profundos, bem drenados, férteis, arenosos ou argilosos e pH neutro (DIXON, 2007; THORUP-KRISTENSEN, 2008).

Dentre as variedades de *B. oleracea*, o repolho responde por 22% do movimento do setor de verduras da CEAGESP (Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo), com 52.233 toneladas em 2010, enquanto que a couve ocupou o 7º lugar dentre as mais vendidas, em 2011, sendo comercializadas 8.000 toneladas gerando um negócio de R\$ 11.000.000,00 (HORTIBRASIL, 2013).

As brassicáceas, juntamente com os cereais, representam a base da alimentação mundial. Suas características nutricionais mostram baixo teor de gordura e proteína, e alto teor de vitaminas, fibras, minerais, fenóis, flavonóides, ácido hidroxicinâmico, açúcares solúveis, ácidos graxos e carotenoides. Possuem elevadas quantidades de compostos secundários fenólicos chamados glucosinolatos, como sinigrina, glucoiberina, glucobrassicina, entre outros. Estes compostos secundários, também conhecidos como glicosídeos do óleo mostarda, são os responsáveis pelo aroma e sabor das brassicáceas, estando relacionados com a defesa da planta contra alguns insetos. Atualmente são reconhecidos pelas propriedades antioxidantes e anti-carcinogênicas; portanto, os cultivos de *Brassica* são parte importante de uma dieta equilibrada, podendo reduzir a incidência de

câncer e doenças coronarianas no homem (ROSA,1997; DIXON, 2007; CARTEA; VELASCO, 2008; CARTEA et al., 2011; KEHR; BUHTZ, 2011).

2.1. *Plutella xylostella*

Dentre os problemas que podem ocorrer na produção de brassicáceas, a traça-das-crucíferas, *P. xylostella*, é um dos principais fatores limitantes deste cultivo no mundo, devido aos sérios danos que causa às plantas, depreciando o produto e ocasionando grandes perdas nos campos de produção (CASTELO BRANCO; FRANÇA, 2001).

Esta praga é considerada cosmopolita, pois pode estar presente em todas as regiões onde ocorre cultivo de brassicáceas (CHENG et al., 2008), sendo que estas plantas são seu alimento exclusivo (TALEKAR; SHELTON, 1993).

Esta espécie já foi considerada irrelevante em relação à outras desfolhadoras que atacam as brássicas, no entanto, em 1950 as populações começaram a ser abundantes até tornarem-se problemáticas na década de 1970. Esta mudança ocorreu, entre outras razões, devido à seleção de populações resistentes aos inseticidas, fator este confirmado na década de 1980, quando alguns piretroides começaram a não apresentar a eficiência desejada (CAPINERA, 2012).

2.1.1. Classificação e nomenclatura

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordem: Lepidoptera

Família: Plutellidae

Gênero: *Plutella*

Espécie: *P. xylostella*

Devido a grande capacidade de dispersão de *P. xylostella* e sua ocorrência em qualquer local do mundo onde brassicáceas são cultivadas (CAPINEIRA, 2012), ela é conhecida por diversos nomes comuns, tais como; traça-das-crucíferas (Brasil), traça-das-couves (Portugal), diamondback moth (E.U.A e Reino Unido), palomilla dorso de diamante (México), palomita de las coles (Argentina), polilla del repollo, gusano de las hojas de la col, oruga verde de la col, oruga verde del repollo (em vários países de língua espanhola), Kohlschabe, Gemuese-Motte, Schleier-Motte (em países de língua alemã), tignola delle crucifere e tignola dei cavoli (Itália), fausse-teigne des crucifères, teigne des cruciferes, teigne du chou, teigne du colza (em países de língua francesa), Konaga (Japão), Koolmotje (Holanda), syau tsai (China), kalmoll (Noruega), kalmal (Suécia), lahana guvesi (Turquia), norn yai (Tailândia), ash hakruv (Israel), kaalikoi (Finlândia) e kalmoel (Dinamarca) (CROP PROTECTION COMPENDIUM, 2013; DICTIONARY OF COMMON NAMES, 2013).

De acordo com Moriuti (1986), já houve muita confusão em torno do nome específico de *P. xylostella*, que, desde a sua classificação em 1758, passou por muita divergência entre os classificadores.

São nomes específicos citados por Moriuti (1986):

Plutella tinea xylostella Linnaeus, 1758; Syst. Nat. ed.:538.

Cerostoma maculipennis Curtis, 1832; Brit. Entomol. P1. 420 (expl. p 2).

Cerostoma dubiosella Beutenmuller, 1839; Can. Entomol., 21:27.

Plutella cruciferarum Zeller, 1843; Stett. Entomol. Ztg., 4:281.

Plutella brassicella Fitch, 1856; Rep. Nox. Inst. New York, 1:170.

Plutella limbipennella Clemens, 1860; Proc. Acad. Nat. Sci. Philad., 12:6.

Plutella mollipedella Clemens, 1860; Proc. Acad. Nat. Sci. Philad., 12:6.

Gelechia cicarella Rondani, 1876; Bull. Soc. Entomol. Ital., 8:20.

Tinea galeatella Mabille, 1888; Miss. Sci. Cap. Horn, 6:34.

Em 1897, Walsingham e Durrant citaram que *P. cruciferarum* seria sinônimo júnior de *C. maculipennis*, conseqüentemente, a traça-das-crucíferas começou aparecer na literatura como *P. maculipennis*. Bradley em 1966 relatou que o nome específico *xylostella* seria mais adequado e teria prioridade sobre *maculipennis*. Alguns classificadores fizeram objeção a isso. Wolff em 1970 propôs à Comissão

Internacional de Nomenclatura Zoológico (ICZN) que o nome específico *xylostella* Linnaeus, 1758 deveria ter lugar na Lista Oficial de Nomes, juntamente com o pedido para a utilização da descrição *P. tineae xylostella*. Pelham-Clinton apoiou esta ideia devido a uma extensa lista de publicações com o nome *P. maculipennis*, contudo, a comissão recusou a proposta em 1973 e oficializou o nome específico *xylostella* sob o número 2506 (MORIUTI, 1986).

Outras variações de nomes específicos apareceram na literatura tais como: *Plutella brassicola*, *Cerastoma xylostella*, *Plodia maculipennis*, *Cerostoma xylostella*, *Phalaena xylostella*, *Plutella maculata* e *Harpipteryx xylostella* (CROP PROTECTION COMPENDIUM, 2013).

2.2.2. Ocorrência e distribuição

Considerada a praga mais importante das Brassicaceae, *P. xylostella*, provavelmente originária da Europa Ocidental, na costa do mediterrâneo, encontra-se atualmente distribuída por todo o mundo, ocorrendo em regiões tropicais, subtropicais e zonas temperadas (TALEKAR; SHELTON, 1993; CASTELO BRANCO; GATEHOUSE, 2001; CHAPMAN et al., 2002; COULSON et al., 2002; DIAS; SOARES; MONNERAT, 2004).

Essa hipótese da origem das brássicas é amplamente aceita devido à origem europeia do cultivo de brássicas, sendo que, estudos com parasitoides específicos, conhecidos apenas da África do Sul, sugerem que este seja o verdadeiro local de origem desta praga, que teria evoluído em 175 espécies de plantas selvagens de Brassicaceae da região. Os mesmos argumentos foram utilizados para sugerir a China como um dos prováveis centros de origem de *P. xylostella* (KFIR, 1998; LIU et al., 2000; SARFRAZ; KEDDIE; DOSDALL, 2005).

Na América do Norte foi relatada pela primeira vez em Illinois, USA, em 1854 e, em seguida, em 1885, no oeste do Canadá (HARCOURT, 1962 apud MAU; KESSING, 2007). No Brasil o primeiro registro da praga foi em plantio de repolho na Bahia (BONDAR, 1928 apud MEDEIROS et al., 2003).

2.2.3. Descrição e biologia

Ovos de *P. xylostella* apresentam coloração amarelada e se tornam pretos 3 a 4 dias antes eclosão das lagartas (VACARI, 2009).

As lagartas recém-eclodidas alimentam-se do parênquima durante 2 ou 3 dias. Em seguida, abandonam a galeria e passam a se alimentar da epiderme (IMENES et al., 2002). As lagartas passam por quatro estádios com a coloração dependente da alimentação, sendo verde-escuras quando se alimentam em folhas de repolho, brócolis ou couve-flor, e verde-claras quando em cabeças de couve-flor. As lagartas apresentam cabeça parda e sobre o corpo existem pequenos “pelos” escuros e esparsos. Atingem o máximo de desenvolvimento com 8 a 10 mm de comprimento após 9 a 10 dias da eclosão; em seguida transformam-se em pupas que ficam dentro de um tênue casulo de seda branco, tecido na face abaxial das folhas, que darão origem a adultos em cerca de 4 dias (MONNERAT, 1995; CASTELO BRANCO; FRANÇA; VILLAS BÔAS, 1997).

O acasalamento tem início no dia da emergência, quando as mariposas estão sobre as folhas, e dura cerca de 1 hora. A oviposição tem início após o crepúsculo, com picos em torno de 2 horas, sendo que poucos ovos são colocados após a meia-noite (MAU; KESSING, 2007).

A traça-das-crucíferas realiza suas posturas na face abaxial das folhas, geralmente acompanhando as nervuras, de forma isolada ou agrupada (THULER, 2009).

Os adultos são microlepidópteros de hábito noturno que durante o dia se escondem nas folhagens. Medem de 8 a 10 mm de comprimento, com coloração parda; os machos apresentam mancha branca característica na margem posterior das asas em repouso, com o formato de diamante, que lhe deu o nome de “diamondback moth”, na língua inglesa. As fêmeas apresentam duas manchas circulares de coloração escura no final do abdome, enquanto os machos apenas uma alongada, tornando-se possível, assim, o dimorfismo sexual nos adultos (VACARI, 2009; GUIMARÃES; MICHEREFF FILHO; SETTI DE LIZ, 2011) (Figura 1).

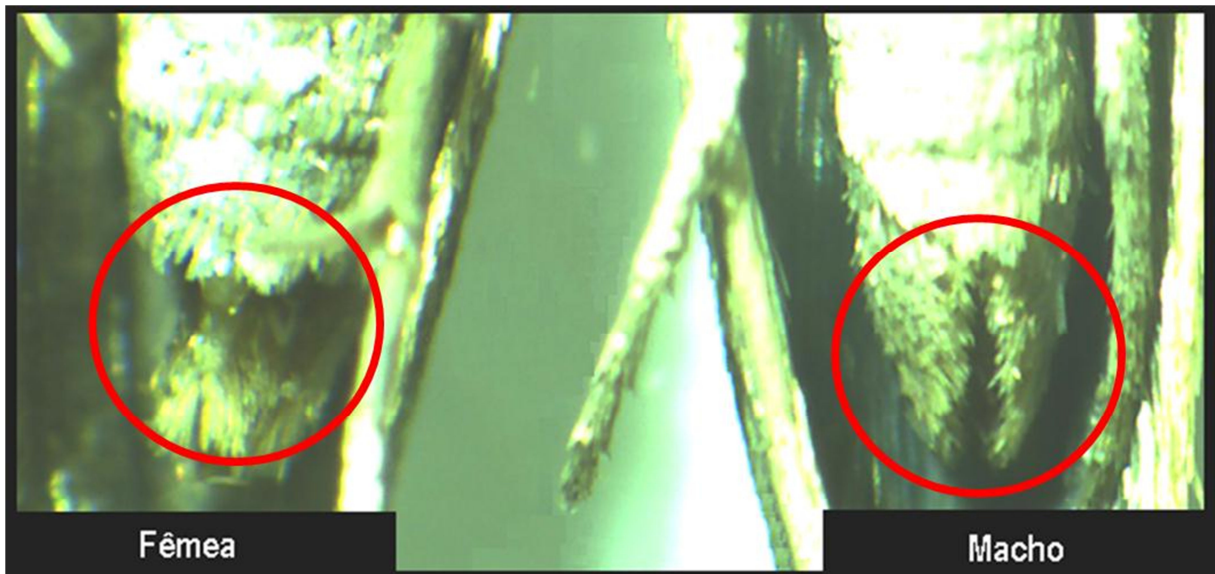


Figura 1. Dimorfismo sexual entre fêmea e macho de *Plutella xylostella* (foto de W. Dibelli).

Geralmente, *P. xylostella* apresenta ciclo curto, em torno de 18 dias, o que permite um aumento populacional de até 60 vezes de uma geração para outra (DE BORTOLI et al., 2011a).

Estudos com essa praga revelam que suas características biológicas variam de acordo com o cultivar em que o inseto foi criado, o que leva a um ciclo de vida bastante variável (VACARI, 2009) (Figura 2).

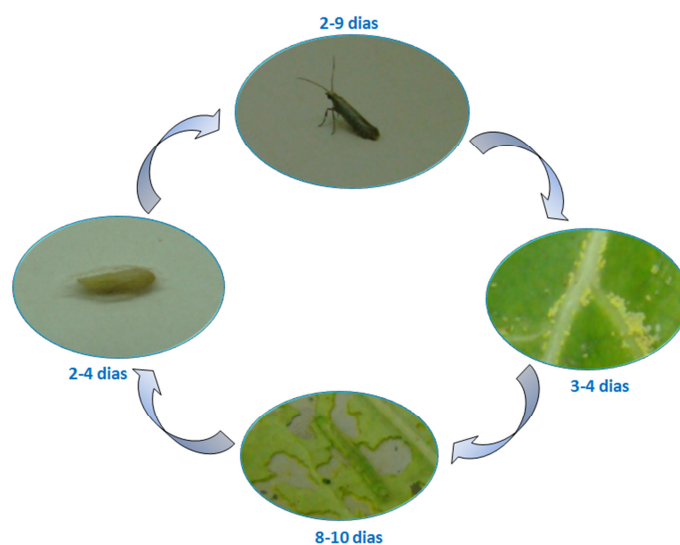


Figura 2. Ciclo de vida de *Plutella xylostella*, criada em couve manteiga da Geórgia: adulto, ovos, lagarta e pupa, CRIADA (VACARI, 2009).

2.2.4. Danos e prejuízos

O ataque da traça-das-crucíferas pode diminuir o valor comercial do produto, principalmente em repolho (CASTELO BRANCO; VILLAS BÔAS; FRANÇA, 1996; FRANÇA; MEDEIROS, 1998), reduzindo a produção em 60% (BIOCONTROLE, 2013). Os danos desta praga são particularmente prejudiciais para as mudas, podendo atrapalhar a formação de cabeça em repolho. Em brócolis e couve-flor, mesmo que o nível de remoção de tecido de planta seja insignificante, a simples presença de larvas na inflorescência pode resultar na rejeição completa para comercialização do produto (CAPINERA, 2012).

A lagarta da traça-das-crucíferas é mais voraz no último ínstar, causando mais prejuízos do que os três primeiros estádios juntos. Em repolho, observa-se o ataque da praga desde a formação da cabeça até a colheita, com nível de dano econômico próximo a 20% de plantas infestadas. As folhas consumidas pelas lagartas apresentam aspecto rendado e nas folhas da cabeça do repolho observam-se furos, que reduzem o valor comercial do produto (FREITAS LUZ; SABOYA; PEREIRA, 2002; MAU; KESSING, 2007; VACARI et al., 2008). Na cultura da couve os danos podem chegar a 95%, dependendo da região e da época de plantio (CZEPAK et al., 2005).

Existe uma relação direta entre o desenvolvimento fenológico da cultura e o aumento dos danos ocasionados pela *P. xylostella*. Devido à preferência da praga por folhas novas, muitas vezes se faz necessário introduzir medidas de controle ainda no início da formação da planta para obtenção de produtos de qualidade. As lagartas também podem se alimentar de outras partes das plantas, como as inflorescências de brócolis e couve-flor ou rebentos da couve-de-bruxelas (BARROS et al., 1993 apud SILVA et al., 2003; MAU; KESSING, 2007).

O ataque de outras pragas, como pulgões e outros lepidópteros, dificultam a obtenção de dados confiáveis sobre os prejuízos causados por *P. xylostella*, contudo, alguns deles evidenciam a importância da praga (SHELTON, 2001). Em Guangdong, província do sul da China, as perdas com a couve de verão em áreas não tratadas com inseticida foram na ordem de 99% em 1992 e 80% em 1994 (ZHAO et al., 1996 apud SHELTON, 2001). No Texas e na Florida, USA, observou-se que 100% da produção de couve e 20% de brócolis seriam impróprias para o

comércio se não fossem tratadas (SHELTON, 2001). Na Califórnia, USA, em 1997, ocorreram perdas de 6 milhões de dólares em áreas produtoras de brócolis (SHELTON et al., 2000). No México, estimou-se que 100% da produção de brócolis exportada para os EUA seria imprópria para o comércio, caso não fosse realizado o controle da praga, enquanto na Austrália registrou-se prejuízos anuais de 3 milhões de dólares australianos em área de canola e 6 milhões nas demais brassicáceas (SHELTON, 2001).

No Brasil, *P. xylostella* causa elevados prejuízos, principalmente em repolho (CASTELO BRANCO; VILLAS BÔAS; FRANÇA, 1996; FRANÇA; MEDEIROS, 1998), podendo ocasionar perdas de 96% de cabeças comerciais (CASTELO BRANCO, 1999). Assim, esta praga tem sido alvo de pesquisas visando a obtenção de medidas de controle tecnicamente mais adequadas, economicamente satisfatórias e ecologicamente corretas (THULER, 2006).

2.2.5. Táticas de controle

A estratégia mais utilizada para o controle de populações de insetos baseia-se no uso de inseticidas de origem sintética. Estas substâncias são agentes químicos utilizados para impedir, destruir, repelir ou mitigar qualquer praga (RITTER, 1997). Cerca de mil anos a.C. já se usava enxofre (composto químico inorgânico) para combater insetos; mais tarde vieram outras substâncias como arsênio, arsenato, ácido bórico, antimônio, bário, chumbo, cádmio, mercúrio, tálio e compostos de origem botânica, como o sulfato de nicotina, alcaloides da sabadilha, rotenona e piretrina, que eram capazes de repelir ou matar insetos (CASIDA; QUISTAD, 1998).

Durante a 2ª guerra mundial iniciou-se a utilização do DDT (dicloro-difenil-tricloroetano), um organoclorado de baixo custo e elevada eficiência à época, que teve a produção em larga escala iniciada em 1945, influenciando quase todos os programas de controle de insetos (D' AMATO; TORRES; MALM, 2002).

Neste sentido, o tratamento químico foi considerado, desde o início do século XX, o principal método de controle para reduzir os danos causados por *P. xylostella*.

Inicialmente as aplicações eram semanais ou quinzenais, mas com passar do tempo, foram selecionadas populações resistentes, aumentando em consequência disso, a frequência e a dosagem dos inseticidas (CASTELO BRANCO; FRANÇA; VILLAS BÔAS, 1997). O uso de organofosforados, carbamatos e piretroides, sem rotação do modo de ação e utilizados de forma contínua contra a traça-das-crucíferas, também selecionaram populações resistentes, o que obrigou os produtores a utilizarem doses mais elevadas (TIBA, 2008), chegando a fazer até 3 aplicações de inseticidas semanalmente, sem obter controle satisfatório (CASTELO BRANCO et al., 2001). Outro fator prejudicial ao tratamento químico é a cerosidade das folhas de Brassicaceae, que impede o que o inseticida tenha uma maior aderência (TIBA, 2008).

A resistência de insetos a inseticidas pode ocorrer de 4 maneiras principais: resistência metabólica, quando insetos resistentes usam seus sistemas enzimáticos para quebrar a ação do inseticida; resistência no local alvo, quando ocorre alteração no sítio de ação impedindo a ligação do princípio ativo ou interagindo de maneira a reduzir ou eliminar a ação do produto; resistência à penetração, quando a cutícula externa do inseto desenvolve barreiras que podem retardar a absorção dos produtos químicos; e resistência comportamental, quando Insetos resistentes podem detectar ou reconhecer o perigo evitando o agente tóxico, simplesmente parando de comer ou mudando de local (IRAC, 2013). Insetos resistentes podem exibir mais do que um destes mecanismos ao mesmo tempo (PES, 2013).

O uso de inseticidas em larga escala causa além do problema da resistência, o acúmulo de resíduos nocivos ao meio ambiente e ao homem, levando a problemas toxicológicos e de desequilíbrio ecológico (TIBA, 2008).

Em 1962, Rachel Carson lançou o livro Primavera Silenciosa (“Silent Spring”) denunciando os efeitos indesejáveis dos inseticidas, em especial do DDT, iniciando um debate público sobre o uso dos agrotóxicos (CARSON, 1969).

P. xylostella foi o primeiro inseto a desenvolver resistência ao DDT, registrado apenas 3 anos após o início da sua utilização (ANKERSMIT, 1953). Tornou-se, posteriormente, resistente a mais de 51 ingredientes ativos em todo o mundo (VASQUEZ, 1995). Atualmente, esta praga apresenta resistência a quase todos os grupos de inseticidas utilizados (SARFRAZ; KEDDIE, 2005; RIDLAND; ENDERSBY,

2011), incluindo novos compostos, como a classe química das diamidas antranílicas (WANG; WU, 2012). Além disso, é considerado como o primeiro inseto a apresentar resistência a toxinas da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner no campo (KIRSCH; SCHUMUTTERER, 1988; TABASHINIK et al., 1990).

Dentro deste contexto, as populações de *P. xylostella* são consideradas propensas a desenvolver resistência aos ingredientes ativos, diminuindo a eficiência dos inseticidas, que, mesmo tendo a frequência de uso aumentada, pode não reduzir os danos causados às culturas (GEORGHIOU; LAGUNES-TEJADA, 1991; CASTELO BRANCO et al., 2001). O alto potencial biótico do inseto e o curto ciclo de vida favorecem a manifestação da resistência, dificultando o manejo dessa praga (THULER, 2006). Produtores de repolho da Chapada Diamantina (BA) relataram que o cultivo desta Brassicaceae foi abandonado naquela região devido à impossibilidade de controle da praga (TIBA, 2008).

O uso intensivo de inseticidas, além de causar resistência nos insetos, promove a eliminação de inimigos naturais (TALEKAR; SHELTON, 1993). No caso de *P. xylostella*, as altas populações têm sido associadas ao baixo nível de parasitismo (AYALEW; OGOL, 2006). A redução no uso de inseticidas e a eliminação do uso de piretroides podem contribuir para sobrevivência de parasitoides, o que poderia diminuir o estatus da praga (CAPINERA, 2012). Dentro deste contexto, fica explícita a necessidade de se adotar técnicas e táticas menos invasivas e mais eficientes para o controle desta praga.

Métodos biológicos envolvendo inimigos naturais, como parasitoides, predadores e microrganismos entomopatogênicos, têm sido estudados e desenvolvidos (MONNERAT; BORDAT, 1998).

Neste sentido, programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) são favorecidos pela conservação de inimigos naturais por meio da manipulação do ambiente de cultivo e do uso de inseticidas seletivos à fauna benéfica presente no agroecossistema (GALVAN; KOCH; HUTCHISON, 2006).

No Brasil existe grande ocorrência natural de inimigos naturais de *P. xylostella*, podendo-se destacar os predadores *Discodon* sp. (Coleoptera: Cantharidae) e *Lasiochilus* sp. (Hemiptera: Anthocoridae), contudo, muitos ainda não foram descritos e pouco se conhecendo sobre suas biologies (BACCI et al., 2009).

O percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) pode ser utilizado como alternativa, pois, sua produção em laboratório é relativamente fácil e acessível (DE BORTOLI et al. 2011b). Na mesma linha, *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) mostrou-se viável no controle da traça-das-crucíferas (BRITO, 2009).

Existem mais de 90 espécies de parasitoides que se desenvolvem na traça-das-crucíferas (GOODWIN, 1979). Em diversos países, vários parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) têm sido apontados como inimigos naturais de *P. xylostella* (YASEEN, 1978; GUO; ZHU; LI, 1999). Além disso, existem também parasitoides larvais dos gêneros *Diadegma* (Hymenoptera: Ichneumonidae) e *Cotesia* (Hymenoptera: Braconidae) (WANG; KELLER, 2002; IBRAHIM; KIM, 2006) e pupais, como *Diadromus collaris* (Gravenhorst, 1829) e *D. pulchellus* Wesmael, 1845 (Hymenoptera: Ichneumonidae) (AUGER et al., 1989; LIU et al., 2001). A maioria desses parasitoides tem origem na Europa (TALEKAR; SHELTON, 1993), sendo que no Brasil também foi registrada a ocorrência natural de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 em repolho (ZUCCHI; MONTEIRO, 1997). Os parasitoides mais comuns na região central do Brasil são *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Eulophidae), *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Diadegma* sp. e *Actia* sp. (Diptera: Tachinidae) (CASTELO BRANCO; MEDEIROS, 2001).

Uma alternativa também viável para o controle de pragas é a utilização de entomopatógenos, pois evita desequilíbrios ecológicos no agroecossistema devido à especificidade de muitos microrganismos aos insetos-alvo e seletividade aos inimigos naturais (ALVES; MORAES, 1998). Dentre esses microrganismos, a bactéria *B. thuringiensis* é a mais utilizada e estudada para a maioria das pragas agrícolas, inclusive *P. xylostella* (MONNERAT et al., 1999; CASTELO BRANCO et al., 2003; MEDEIROS et al., 2005). Embora não exista bioinseticida à base de fungos registrados para crucíferas no Brasil, alguns fungos entomopatogênicos têm sido utilizados experimentalmente para o controle biológico de *P. xylostella* (DE BORTOLI et al., 2013a). Atualmente, os mais estudados são *Paecilomyces tenuipes* (Peck) (BAKSH; KHAN, 2012), *Isaria fumosorosea* (Wise) (FREED et al., 2012),

Metarhizium anisopliae (Metsch.) Sorok. e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (GODONOU et al., 2009).

Pesquisas apontam outras táticas para o controle de *P. xylostella*, tais como: feromônios (MICHEREFF et al., 2000; IMENES et al., 2002), plantas inseticidas (TORRES; BARROS; OLIVEIRA, 2001), culturas armadilhas (CHARLESTON; KFIR, 2000; BADENES-PEREZ; SHELTON; NAULT, 2004), nematoides entomopatogênicos (SCHROER; SULISTYANTO; EHLERS, 2005; BRUSSELMAN et al., 2012) e extratos vegetais (BOIÇA JÚNIOR et al., 2005).

O manejo da traça-das-crucíferas tem envolvido o uso de cultivares resistentes de brassicáceas, como alternativa aos inseticidas. Esta resistência tem sido avaliada com base na cerosidade da superfície foliar, no teor de alcano e no teor de sinigrina nas folhas (ULMER et al., 2002).

Pesquisa com couve “Manteiga da Geórgia”, couve-flor “Bola de Neve”, brócolis “Ramoso Piracicaba Precoce”, repolho “Chato de Quintal” e os híbridos “Midori”, “TPC668”, “TPC308” e “TPC681”, analisando parâmetros de tabela de vida de fertilidade, constatou que os híbridos “TPC668”, “TPC308” e “TPC681” são prejudiciais ao desenvolvimento de *P. xylostella*, atingindo níveis de resistência semelhantes ao híbrido comercial “Midori” e o repolho “Chato de Quintal”, reconhecidamente resistentes em relação a outros materiais comerciais (DE BORTOLI et al., 2013b).

P. xylostella, mesmo não preferindo determinados substratos, é capaz de utilizá-los com a finalidade de sobreviver, como ocorre em regiões de clima temperado, onde as brassicáceas silvestres são fundamentais na manutenção de populações, na ausência de áreas cultivadas (TALEKAR; SHELTON, 1993).

A redução nas populações de *P. xylostella* também pode ser alcançada por meio do controle cultural, implementando-se a rotação de culturas e manutenção de ervas daninhas que servem de refúgio e locais de alimentação para inimigos naturais (BRECHELT, 2004; CAPINERA, 2012). Em áreas com alta precipitação ou irrigadas por aspersão, as populações também são menores (CAPINERA, 2012). Mau e Kessing (2007) afirmam que as lagartas são suscetíveis à asfixia, principalmente nos primeiros ínstares onde, segundo Harcourt (1957), pode ocorrer

56% de mortalidade por chuva. Em períodos mais secos do ano pode provocar perda total nos campos de produção (MEDEIROS et al., 2003).

Salienta-se também que os plantios sucessivos devem ser evitados, pois assim se promove a eliminação dos restos culturais, evitando a permanência da traça e posteriores migrações para plantas jovens em áreas adjacentes (CASTELO BRANCO et al., 2003; MAU; KESSING, 2007).

2.3. Interação entre brassicáceas e *Plutella xylostella*

Os seres vivos normalmente são reflexos do que ingerem e, no caso dos insetos, muitos aspectos de sua biologia, como comportamento, fisiologia e ecologia estão, de uma maneira ou de outra, inseridos no contexto nutricional (SCRIBER; SLANSKY JUNIOR, 1981). A qualidade do alimento influi principalmente no ciclo biológico do inseto, devido a sua composição em carboidratos, proteínas e vitaminas, podendo interferir na longevidade, velocidade de desenvolvimento e fecundidade dos insetos (SILVEIRA NETO et al., 1976).

Estudos revelam grande variação no desenvolvimento, sobrevivência e reprodução de insetos fitófagos em diferentes hospedeiros (AWMACK; LEATHER, 2002).

Trabalhos realizados com várias espécies da ordem Lepidoptera têm sido importantes para o entendimento das interações inseto-planta e para a tentativa de se correlacionar a seleção de hospedeiros para a sobrevivência e reprodução da prole. Neste sentido, os “rankings” de preferência refletem as diferenças relativas à qualidade das plantas, levando-se em conta fatores como: abundância de plantas, tempo de exposição, valor nutritivo, tamanho da planta e risco de predação, parasitismo e competição. Desta forma, a habilidade dos adultos em discriminar os hospedeiros baseado na sua qualidade nutricional, pode ser um fator crucial para o sucesso reprodutivo (THOMPSON, 1988).

2.3.1. Estímulos nutritivos e metabólitos secundários

Kenedy (1958), em pesquisa feita com afídeos, propôs a teoria da “Discriminação dualística”, sugerindo que a seleção do hospedeiro seria governada por dois tipos de estímulos: o estímulo exótico, fornecido pelas substâncias secundárias e o estímulo nutritivo, dado pelos nutrientes, essenciais ou não. Anos mais tarde, a importância dos estímulos nutritivos foi confirmada por Cartier, que observou que os insetos discriminam bem as variações na dieta, assinalando que os aminoácidos e a sacarose, além do pH, regulam o comportamento alimentar de muitas espécies (CARTIER, 1968 apud ALMEIDA; XEREZ; CALDAS, 1993).

Dentro deste contexto, as exigências químicas dos insetos muitas vezes são atribuídas também aos fagoestimulantes, que são compostos que induzem ao comportamento alimentar. Esses estimulantes podem variar ao longo do ciclo do inseto, sendo que alguns podem ser mais exigidos no crescimento e outros na fase adulta (DE BORTOLI; VIANA, 2009).

Analisando quimicamente as folhas verdes de um grande número de plantas, FRAENKEL (1953) concluiu que todas apresentavam os nutrientes necessários para o desenvolvimento dos insetos, desde que eles as ingerissem em quantidades suficientes. Dessa forma, comprovou-se a ideia de que outros fatores, que não os nutricionais, governariam a seleção do hospedeiro, caso contrário, todos os insetos seriam polívoros ou oligófagos. Neste sentido, formulou-se a teoria de que substâncias secundárias, por meio de atração e repelência, é que regulavam a seleção de plantas hospedeiras pelos insetos (DETHIER, 1947; FRAENKEL; 1953; DETHIER, 1954).

Nas células vegetais o metabolismo é dividido em primário e secundário. O primário é o conjunto de processos metabólicos que desempenham funções essenciais no vegetal, tais como a fotossíntese, a respiração e o transporte de solutos. Estes compostos possuem distribuição “universal” nas plantas (todos os vegetais precisam). Esse é o caso dos aminoácidos, dos nucleotídeos, dos lipídios, dos carboidratos e da clorofila (PERES, 2013). Por outro lado, existe uma vasta e diversificada produção de compostos orgânicos que, aparentemente, não participam do crescimento e desenvolvimento da planta. Estas substâncias são conhecidas

como metabólitos secundários e normalmente atuam na defesa da planta, contra outras plantas ou predadores de maneira geral (CROTEAU; KUTCHAN; LEWIS, 2000; PINTO et al., 2002).

Desse modo, produtos secundários possuem um papel contra a herbivoria, ataque de patógenos, competição entre plantas e atração de organismos benéficos como polinizadores, dispersores de semente e microorganismos simbiotes, além de terem ação protetora em relação à estresses abióticos associados a mudanças de temperatura, conteúdo de água, níveis de luz, exposição à UV e deficiência de nutrientes minerais. Contudo, não possuem distribuição “universal”, pois não são necessários para todas as plantas. Existem três grandes grupos de metabólitos secundários: terpenoides, compostos fenólicos e alcaloides (VIZZOTTO; KROLOW; WEBER, 2010; PERES, 2013).

Os terpenoides geralmente são substâncias voláteis e precursores de quatro classes hormonais: citocininas (CKs), ácido abscísico (ABA), giberelinas (GAs) e brassinoesteroides (BR). Muitas dessas substâncias são óleos essenciais aromáticos, responsáveis pela atração ou repelência de insetos, atuando na defesa da planta, muitas vezes como inseticidas naturais, como os piretroides (VIZZOTTO; KROLOW; WEBER, 2010; PERES, 2013).

Os compostos fenólicos são classificados em: flavonoides, estilbenos, lignanas e taninos. Estas substâncias estão ligadas ao sabor, odor e coloração de diversos vegetais e quimicamente possuem pelo menos um anel aromático no qual ao menos um hidrogênio é substituído por um grupamento hidroxila (VIZZOTTO; KROLOW; WEBER, 2010; PERES, 2013).

Os alcaloides são substâncias que possuem acentuado efeito no sistema nervoso, como a cafeína, nicotina, cocaína e a morfina. Muitos desses compostos são largamente utilizados como venenos ou alucinógenos. Na planta, o objetivo principal é a defesa contra a herbivoria (VIZZOTTO; KROLOW; WEBER, 2010; PERES, 2013).

A família botânica Brassicaceae é muito rica em compostos fenólicos chamados genericamente de glucosinolatos (sinigrina, glucoiberina, glucobrassicina, entre outros). Estes compostos secundários também são conhecidos como glicosídeos do óleo mostarda e são responsáveis pelo aroma e sabor desses

vegetais, além de atuarem na defesa da planta contra alguns insetos por meio da liberação de toxinas voláteis. Quando as folhas são mastigadas por insetos ou outros herbívoros, os glicosídeos entram em contato com a enzima hidrolítica tioglucosidase provocando a liberação de uma substância picante, um isotiocinato. Atualmente são reconhecidos também pelas propriedades antioxidantes e anticancerígenas (ROSA, 1997; DIXON, 2007; CARTEA; VELASCO, 2008; CARTEA et al., 2011; KEHR; BUHTZ, 2011; PERES, 2013).

No início do processo evolucionário, as plantas desenvolveram estas substâncias secundárias como um meio de defesa contra os insetos, contudo, com o decorrer da coevolução, estas substâncias passaram a orientar os insetos na busca da planta hospedeira (FRAENKEL, 1959).

Em 1910, o botânico holandês Verschaffelt apresentou a primeira descrição sobre a química envolvida em uma interação inseto/planta ao estudar as lagartas e adultos de *Pieris brassicae* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pieridae) em plantas de brassicáceas, observando que estes insetos eram atraídos para estas plantas devido à presença de uma substância característica desta família, a sinigrina (2-propenylglucosinolate) (HORAS, 2009).

A produção de voláteis pelas plantas também afeta a seleção hospedeira pelos insetos herbívoros (VET & DICK, 1992). A percepção de determinadas substâncias voláteis provenientes de plantas serve para orientação aos sítios de oviposição em lepidópteros monófagos e oligófagos (RAMASWAMY, 1988; RENWICK; CHEW, 1994).

Substâncias do metabolismo secundário das plantas podem atuar como alomônios, cairomônios ou sinomônios, nos três níveis tróficos, dependendo do contexto ecológico (SINGLER; PRINCE, 1976).

Substâncias voláteis como o isotiocianato de alila, um composto organossulfurado responsável pelo sabor pungente de mostarda (BRAGANTE, 2009), são importantes no comportamento de *P. xylostella*, atraindo fêmeas acasaladas para plantas hospedeiras (ROJAS, 1999).

Dentro deste contexto, os metabólitos secundários como a sinigrina, têm grande importância na interação inseto-planta, podendo tanto afetar negativamente insetos polípagos como o pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera:

Aphididae), como influenciar positivamente insetos especialistas como *P. xylostella*, estimulando a alimentação e oviposição (SPENCER; PILLAI; BERNAYS, 1999; SHELTON; NAULT, 2004; SARFRAZ; DOSDALL; KEDDIE, 2006; HOPKINS; VAN DAM; VAN LOON, 2009). Além disso, a presença ou não deste metabólito, bem como os níveis de concentração, podem ser variáveis entre as espécies de brassicáceas (THULER; DE BORTOLI; HOFFMANN-CAMPO, 2007).

Nesse sentido, a sinigrina em baixas concentrações não afeta o desenvolvimento de *P. xylostella*, enquanto que em concentrações elevadas provocam redução da viabilidade do inseto (CARVALHO et al., 2010).

2.3.2. Seleção hospedeira e condicionamento

De maneira geral, o condicionamento ou aprendizagem de insetos em relação à preferência por determinado substrato de alimentação e, principalmente postura, tem sido evidenciado em insetos holometábolos, tanto no estágio larval como no adulto (PAPAJ; PROKOPY, 1989; BERNAYS, 1995). Neste contexto, denomina-se condicionamento pré-imaginal quando a aprendizagem ocorre na fase larval e condicionamento imaginal quando ocorre na fase adulta (CORBET, 1985; TURLINGS et al., 1993; STORECK et al., 2000; BARRON, 2001; LIU; LIU, 2006).

O condicionamento pré-imaginal é uma característica que alguns insetos apresentam e que consiste no fato de os adultos preferirem se alimentar ou ovipositar na variedade (ou planta) da qual se alimentou na fase larval (LARA, 1979). Neste caso, a preferência é herdada do efeito ambiental, como os sinais transmitidos a partir da dieta parental (BARRON, 2001).

Corbet (1985) levantou a hipótese do “legado químico”, pelo qual se pressupõe que quantidades de produtos químicos no interior e/ou na superfície da pupa ou no casulo, deixados no ambiente larval, podem influenciar a preferência para oviposição do adulto que emergir, dos efeitos da aprendizagem do adulto. Este processo, denominado condicionamento imaginal, já foi evidenciado em *P. xylostella* (LIU; LIU, 2006).

A preferência hospedeira tem sido objeto de debate desde o surgimento do chamado princípio de “Hopkins” ou princípio da “seleção hospedeira”, que diz que o inseto mantém o aprendizado mesmo após a metamorfose, resultando em efeitos de condicionamento pré-imaginal na preferência para oviposição (CRAIGHEAD, 1921; BARRON; CORBET, 1999; BARRON, 2001).

Craighead (1921) relata a experiência de Hopkins (1916 e 1917), que em suas observações sobre o comportamento de *Dendroctonus monticolae* (Hopkins, 1902) (Coleoptera: Scolytidae), o besouro do pinheiro da montanha, notou que em áreas mistas de pinheiros, o inseto preferia o “contorta” em relação ao “amarelo”, mesmo que ambas as espécies fossem adequadas para seu desenvolvimento.

Desta forma, com base no princípio de Hopkins, uma espécie que se reproduz em dois ou mais hospedeiros pode preferir continuar se reproduzindo no hospedeiro ao qual está mais adaptada evolutivamente, em decorrência de variações genéticas de uma raça, biótipo ou população (BARRON, 2001).

O princípio de Hopkins tornou-se profundamente entrelaçado com a pressuposição de que a preferência para oviposição pode ser advinda de uma “memória” de hábitos alimentares da fase larval (PHILLIPS, 1977).

Esta teoria muitas vezes foi questionada (MONTEITH, 1962; JAENIKE, 1982; VAN EMDEN et al., 1996). Em insetos holometábolos a reorganização do sistema nervoso durante metamorfose é tão dramática que é difícil de imaginar como uma base neural poderia persistir. Por exemplo, em *Drosophila* (Fallén, 1823) (Diptera: Drosophilidae), os órgãos do sentido dos adultos são formados de novo a partir de discos imaginais (CARLSON, 1991).

Tully, Cambiazo e Kruse (1994) com *Drosophila*, Ray (1999) com *Musca domestica* Linnaeus, 1758 (Diptera: Muscidae) e Gandolfi, Mattiacci e Dorn (2003) com *Hyssopus pallidus* (Askew, 1964) (Hymenoptera: Eulophidae) demonstraram evidências convincentes da ocorrência de condicionamento pré-imaginal nessas espécies. Em insetos holometábolos esta aprendizagem (condicionamento) pode ocorrer tanto na fase larval como na adulta (PAPAJ; PROKOPY, 1989; BERNAYS, 1995).

O condicionamento pré-imaginal deve ser estudado de maneira específica, pois este fenômeno não é “universal” (LARA, 1979).

Rossetto (1972 e 1973), respectivamente, demonstrou que em *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae) não ocorre condicionamento em grãos de trigo e milho, por outro lado, em estudos com *Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824 (Lepidoptera: Chrysomelidae) confirmou-se o condicionamento pré-imaginal em Solanaceae.

Sousa, Gondim Júnior e Lofego (2010) confirmaram condicionamento pré-imaginal de *Tetranychus mexicanus* (McGregor, 1950) (Acari: Tetranychidae) em Annonaceae, sendo que Siqueira et al. (2012) apontaram condicionamento pré-imaginal de *T. pretiosum* em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae).

Os mecanismos que determinam a preferência podem atuar de forma independente ou sinérgica; na verdade muitas vezes é muito difícil separar preferência genética da preferência devido ao condicionamento (BARRON, 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A produção das brassicáceas foi conduzida em área experimental e em casas de vegetação e os bioensaios no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI), Departamento de Fitossanidade, UNESP, Campus de Jaboticabal, SP.

3.1. Cultivo de *Brassica oleracea* var. *acephala* em campo para manutenção da criação de *Plutella xylostella*

Para manutenção da população de *P. xylostella* no LBCI utilizou-se *Brassica oleracea* var. *acephala* - couve Manteiga da Geórgia, produzida em área experimental da FCAV/Unesp, devidamente corrigida em pH e fertilidade, com os tratos culturais convencionais e irrigada por gotejamento (Figura 3 A e B).



Figura 3. Cultivo de couve no campo. A) Plantio irrigado por gotejamento, B) Campo com couve Manteiga da Geórgia (foto de W. Dibelli).

3.2. Criação de *Plutella xylostella* no LBCI

A população de *P. xylostella* do LBCI foi conduzida em sala climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotoperíodo 12L:12E e UR de $70 \pm 10\%$), seguindo a metodologia adaptada de Thuler (2009) (Figuras 4 e 5). A criação foi iniciada com cerca de 1500 pupas

armazenadas em tubos de ensaios de fundo chato de 8 cm x 2 cm, cada um contendo 40 pupas.

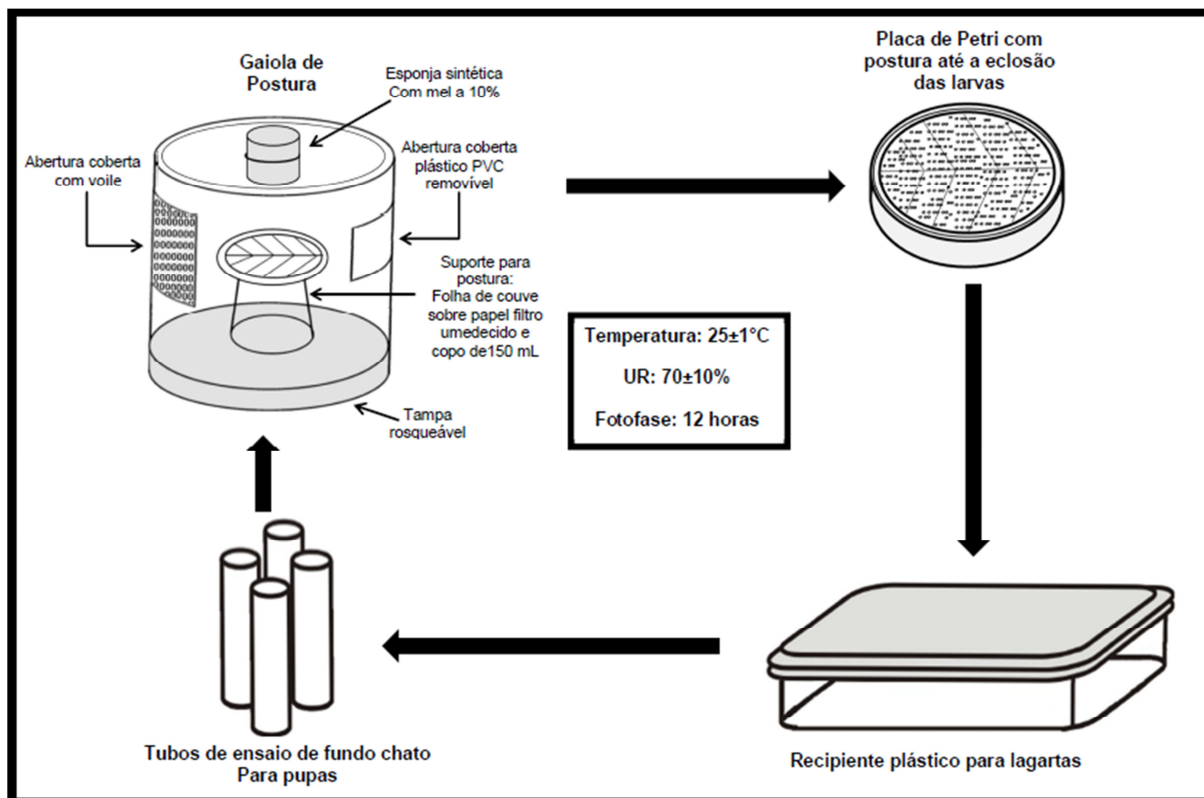


Figura 4. Esquema da criação *Plutella xylostella* (adaptado de THULER, 2009).

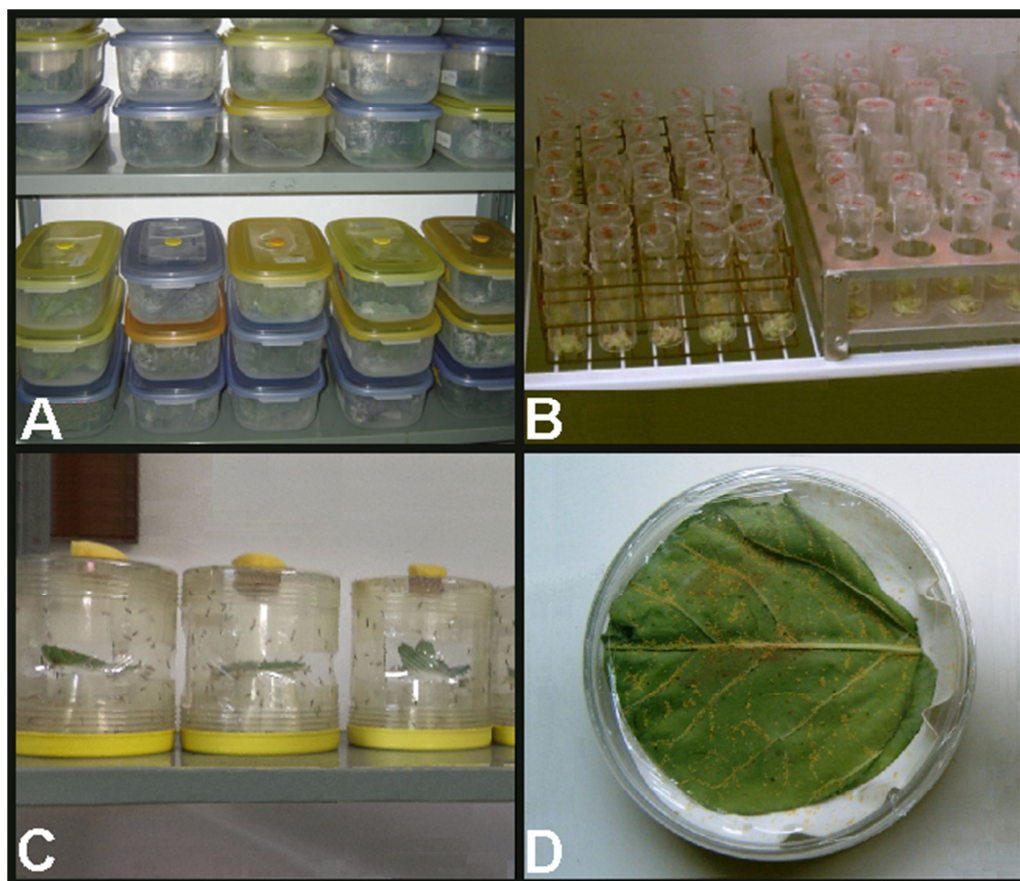


Figura 5. Recipientes utilizados na manutenção da traça-das-crucíferas. A) para lagartas; B) para pupas; C) para adultos; D) para ovos (foto de W. Dibelli).

3.3. Cultivo de variedades de brassicáceas para os bioensaios

Para a condução dos bioensaios foram utilizadas três variedades/cultivares de Brassicaceae de importância comercial para a região nordeste do Estado de São Paulo: *Brassica oleracea* var. *acephala* - couve Manteiga híbrida HS-20, *Brassica oleracea* var. *italica* - brócolis Piracicaba e *Brassica oleracea* var. *capitata* - repolho Bob Cat, produzidas em casas-de-vegetação (Figura 6A). Mudas das três variedades com 20 dias de idade foram plantadas em vasos de 5 L, preenchidos com substrato padrão, composto por 195 L de terra de barranco peneirada (latossolo vermelho), 65 L de areia grossa de rio peneirada, 65 L de esterco de curral curtido e peneirado, 30 L de casca de arroz e 5 L de substrato Plantmax[®] hortaliças HT (Figura 6B, 6C e 6D).

Ao longo do ciclo vegetativo, as plantas receberam adubações complementares de N, P, K.

A cada 30 dias novas mudas de repolho, brócolis e couve foram plantadas para manter a disponibilidade de folhas. As folhas utilizadas para manutenção da criação do inseto e condução dos bioensaios foram retiradas no período entre 40 a 70 dias após o plantio para repolho, 50 a 90 dias para brócolis e 50 a 110 dias para couve.



Figura 6. A) Produção de plantas em vasos em casa-de-vegetação, B) brócolis, C) repolho e D) couve (foto de W. Dibelli).

3.4. Bioensaios com *Plutella xylostella*

Os bioensaios consistiram na avaliação de características biológicas de *P. xylostella* ao longo de 18 gerações nos 3 substratos.

Para obtenção dos insetos para a realização dos bioensaios foram conduzidas três criações isoladas de *P. xylostella*, que foram mantidas com folhas

de couve até a 185ª geração em laboratório. Um grupo de insetos passou a ser conduzido utilizando-se folhas de couve como alimento para as lagartas e substrato de oviposição para os adultos, e outros dois utilizando folhas de brócolis e de repolho.

Os substratos de alimentação e de postura foram padronizados conforme classificação de Moreira (2011), sendo utilizadas folhas maduras.

Nos bioensaios, as três populações tiveram as características biológicas avaliadas a cada três gerações (P, F3, F6, F9, F12, F15 e F18). Para avaliação do período larval foram utilizadas cinco placas de Petri de 9 cm de diâmetro para cada substrato (couve, brócolis e repolho), com cada placa contendo um disco de folha de 8 cm de diâmetro, sobre papel filtro levemente umedecido com água destilada. Sobre os discos foram colocadas 10 lagartas de 1º ínstar, recém-eclodidas e que foram criadas no mesmo substrato. As placas foram fechadas e vedadas com filme plástico (PVC), para manter a umidade e evitar a fuga dos insetos. Cada placa de Petri foi considerada uma repetição (Figura 7A). Devido ao hábito minador do inseto no primeiro ínstar, as avaliações iniciaram-se no 3º dia, com a observação das lagartas no 2º ínstar. A cada 2 dias realizou-se a mensuração do consumo, com um medidor de área foliar Laser CID® modelo CI- 202 (Figura 7B) e substituição do disco foliar até a formação das pupas. Nesta etapa foi avaliado, além do consumo foliar, a viabilidade larval e o período larval.

As pupas foram pesadas (Figura 7C), transferidas e individualizadas nas células de placas ELISA®, que foram vedadas com filme plástico (PVC) contendo vários furos de estilete (Figura 7D), sendo observadas até a emergência dos adultos. Nesta etapa determinou-se o peso das pupas, viabilidade de pupas, período pupal e razão sexual.

Os adultos recém-emergidos foram retirados das células por meio de um sugador de insetos (Figura 7E), separados por sexo e transferidos para gaiolas de plástico transparente de 13 cm de diâmetro e 15 cm de altura. A tampa da gaiola foi provida de uma pequena abertura de 8 mm de diâmetro para fixar a esponja com solução aquosa de mel a 10% para alimentação dos adultos e outra abertura de 5 cm de diâmetro, coberta com tecido voile para aeração (Figura 7F). Foram observadas cinco repetições (gaiolas) por substrato (couve, brócolis e repolho)

contendo 2 casais por gaiola. As avaliações foram realizadas a cada 24 h, sendo reposta a solução de mel para os adultos, substituídos os discos foliares, contados os ovos e determinada a longevidade dos adultos. Nos 3 primeiros dias foram retirados 100 ovos de cada tratamento (couve, brócolis, repolho) para avaliação da viabilidade. Com o auxílio de um pincel, os ovos foram individualizados e colados com água em cartelas quadriculadas com células de 8 mm. As cartelas com os ovos foram colocadas sobre papel filtro levemente umedecidas com água destilada, dentro de placas de Petri de 14,5 cm de diâmetro, que foram vedadas com filme plástico (PVC), para manter a umidade e evitar a fuga dos insetos (Figura 8). No 3º e 4º dia foi realizada a contagem das larvas eclodidas. Nesta etapa foi registrado o número de ovos por fêmea, nos três primeiros dias, longevidade de machos e fêmeas e fertilidade dos ovos (viabilidade). A observação da fecundidade foi realizada até o terceiro dia devido o número de ovos por fêmea e a viabilidade diminuir após o 3º dia (VEIGA et al., 2010), sendo que esta queda inviabiliza a manutenção do adulto na criação.

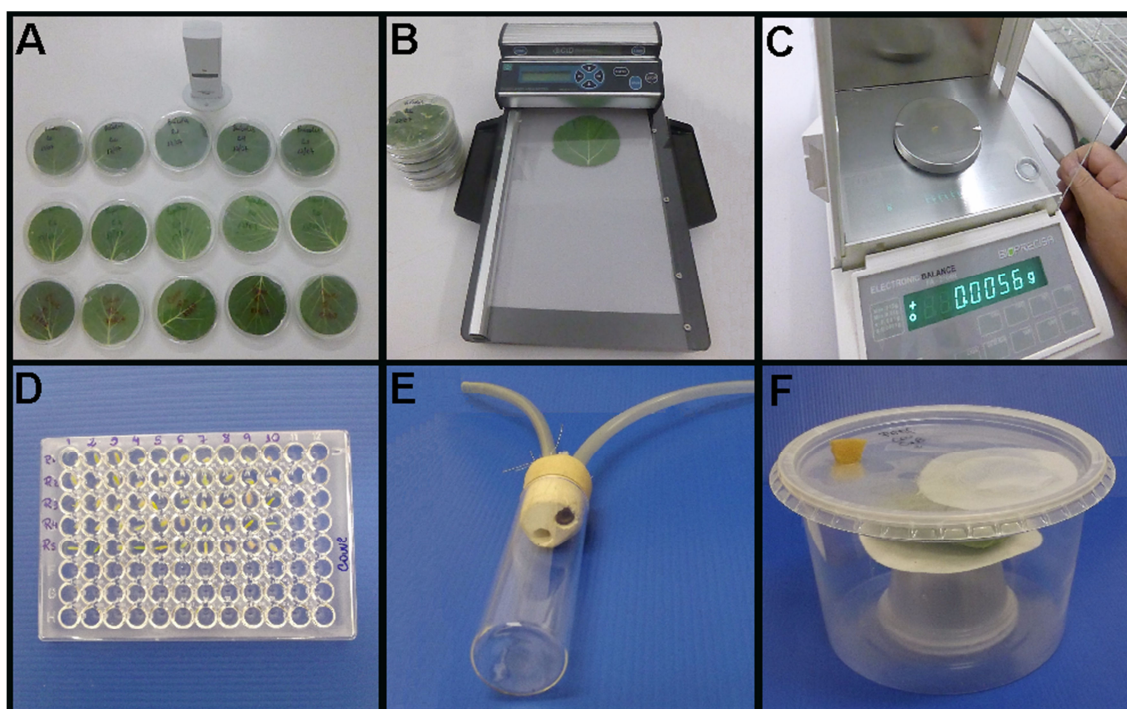


Figura 7. A) Placas de Petri utilizadas durante a fase larval; B) mensuração do consumo foliar; C) pesagem de pupas; D) placas ELISA[®] utilizadas na fase pupal; E) sugador utilizado para retirada de adultos das células das placas ELISA[®]; F) gaiola utilizada na fase adulta (foto de W. Dibelli).

No interior da gaiola foi colocado um copo plástico transparente de 100 mL fixado com a abertura para baixo, servindo de apoio para o disco foliar (substrato de oviposição). Foi utilizado disco foliar de 8 cm de diâmetro (couve, brócolis e repolho), colocado sobre um disco de papel filtro do mesmo tamanho, levemente umedecido com água destilada.

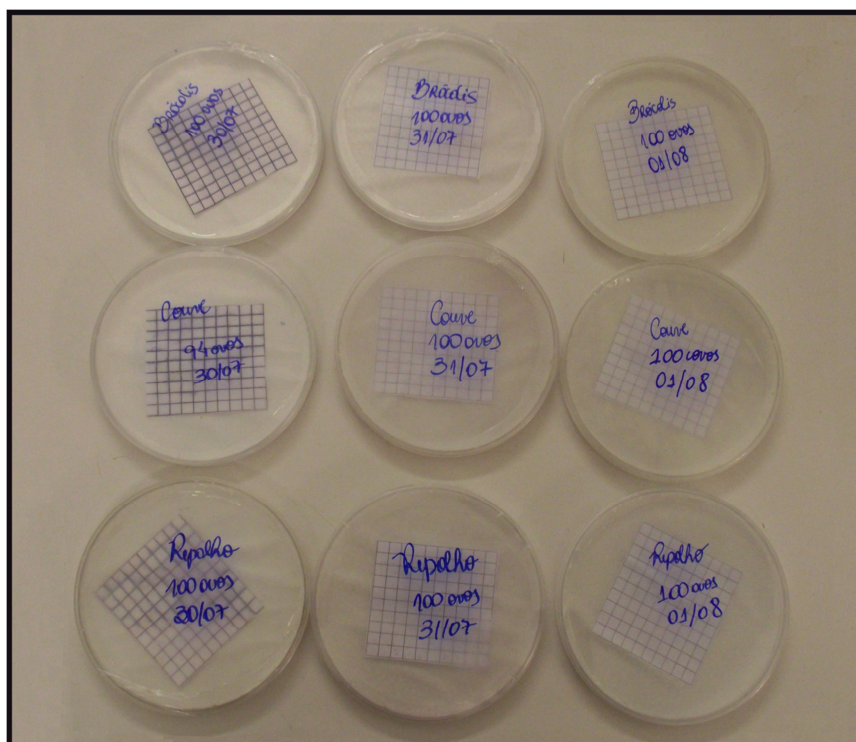


Figura 8. Placas de Petri utilizadas para a avaliação da viabilidade de ovos (foto de W. Dibelli).

3.5. Análise de dados

Os dados das características biológicas de *P. xylostella* nas diferentes cultivares/variedades de brassicáceas e gerações foram submetidos aos testes de Kolmogorov e Bartlett para verificar a normalidade e homogeneidade da variância, respectivamente. Posteriormente foi realizada a análise de variância (ANOVA) para verificar as diferenças entre os efeitos principais (cultivares e gerações) e a interação dos fatores (cultivares x gerações) em esquema fatorial 3 x 7 (BARBIN, 2013). Quando ocorreu diferença significativa, as médias foram comparadas pelo

teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Todas as análises foram conduzidas utilizando o software SAS versão 9.0 (SAS INSTITUTE, 2002).

4. RESULTADOS

Pela análise de variância pode-se verificar que tanto as gerações ($F_{6, 84} = 3,20$; $P = 0,0071$) como as cultivares ($F_{2, 84} = 5,95$; $P = 0,0038$) interferiram no consumo foliar de *P. xylostella*, sendo que, não ocorreu diferença na interação cultivar \times geração ($F_{12, 84} = 0,49$; $P = 0,9153$).

Comparando-se o consumo foliar médio de *P. xylostella* entre as cultivares em 18 gerações observou-se que repolho foi a cultivar menos consumida com $2,8 \pm 0,28 \text{ cm}^2$, diferindo assim, de couve com $4,0 \pm 0,35 \text{ cm}^2$ e de brócolis com $4,1 \pm 0,31 \text{ cm}^2$ ($F_{2, 102} = 5,37$; $P = 0,0061$), sendo que nestas últimas foram semelhantes.

Com *P. xylostella* criada com folhas de couve ou de brócolis não foi observada diferença significativa no consumo foliar ao longo das gerações. Porém, quando criada em folhas de repolho, o maior consumo foi observado na geração F3 ($4,8 \pm 0,28 \text{ cm}^2$) e os menores nas gerações F6 ($2,2 \pm 0,40 \text{ cm}^2$) e F15 ($1,8 \pm 0,34 \text{ cm}^2$) ($F_{6, 28} = 3,56$; $P = 0,0095$) (Tabela 1).

Tabela 1. Consumo foliar (cm^2) de *Plutella xylostella* após a criação isolada do inseto em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.

Gerações	Cultivares de brassicáceas		
	Couve	Brócolis	Repolho
P	$2,2 \pm 0,08 \text{ Aa}$	$2,3 \pm 0,07 \text{ Aa}$	$2,9 \pm 0,74 \text{ ABa}$
F3	$3,9 \pm 0,72 \text{ Aa}$	$3,8 \pm 0,77 \text{ Aa}$	$4,8 \pm 0,28 \text{ Aa}$
F6	$4,2 \pm 0,59 \text{ Aab}$	$5,9 \pm 1,24 \text{ Aa}$	$2,2 \pm 0,40 \text{ Bb}$
F9	$5,1 \pm 1,58 \text{ Aa}$	$4,2 \pm 0,50 \text{ Aa}$	$4,1 \pm 0,26 \text{ ABa}$
F12	$3,8 \pm 0,87 \text{ Aa}$	$3,3 \pm 0,65 \text{ Aa}$	$2,5 \pm 0,95 \text{ ABa}$
F15	$2,5 \pm 0,68 \text{ Aa}$	$2,8 \pm 0,35 \text{ Aa}$	$1,8 \pm 0,34 \text{ Ba}$
F18	$4,8 \pm 0,96 \text{ Aa}$	$5,1 \pm 0,42 \text{ Aa}$	$3,4 \pm 0,69 \text{ ABa}$

¹Médias \pm erro padrão seguidas de letras diferentes minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Pela análise do período larval observou-se diferenças significativas nas gerações ($F_{6, 84} = 27,09$; $P < 0,0001$) e nas cultivares ($F_{2, 84} = 52,39$; $P < 0,0001$), bem como a ocorrência de interação cultivar \times geração ($F_{12, 84} = 21,44$; $P < 0,0001$). A interação significativa indica que o período larval de *P. xylostella* nas diferentes cultivares varia com a geração do inseto.

No repolho constatou-se o maior período larval médio ($8,3 \pm 0,37$ dias), diferindo de couve com $7,2 \pm 0,15$ dias e de brócolis com $6,6 \pm 0,23$ dias ($F_{2, 102} = 10,53$; $P < 0,0001$).

Ao longo das gerações, quando o inseto foi criado com folhas de couve, os menores períodos larvais foram observados nas gerações P ($6,0 \pm 0,00$ dias) e F3 ($6,4 \pm 0,24$ dias) ($F_{6, 28} = 21,31$; $P < 0,0001$); em repolho, nas gerações P ($6,0 \pm 0,00$ dias) e F12 ($6,8 \pm 0,20$ dias) ($F_{6, 28} = 9,56$; $P < 0,0001$) e em brócolis os menores períodos larvais foram nas gerações P, F9 e F12 (com valores entre $4,6 \pm 0,40$ e $6,2 \pm 0,80$ dias), enquanto os maiores valores foram encontrados em F3, F6, F15 e F18, variando entre $7,0 \pm 0,00$ e $8,0 \pm 0,24$ dias ($F_{6, 28} = 11,98$; $P < 0,0001$) (Tabela 2).

Tabela 2. Período larval (dias) de *Plutella xylostella* em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.

Gerações	Cultivares de brassicáceas		
	Couve	Brócolis	Repolho
P	$6,0 \pm 0,00$ Ca	$5,6 \pm 2,24$ Ca	$6,0 \pm 0,00$ Da
F3	$6,4 \pm 0,24$ Cc	$7,6 \pm 0,24$ ABb	$13,0 \pm 0,32$ Aa
F6	$7,4 \pm 0,24$ Ba	$7,0 \pm 0,32$ ABa	$7,0 \pm 0,00$ Ca
F9	$8,4 \pm 0,24$ Aa	$4,6 \pm 0,40$ Cb	$8,8 \pm 0,20$ Ba
F12	$7,6 \pm 0,24$ Ba	$6,2 \pm 0,80$ BCa	$6,8 \pm 0,20$ CDa
F15	$7,6 \pm 0,24$ ABa	$7,0 \pm 0,00$ ABb	$8,0 \pm 0,00$ Ba
F18	$7,4 \pm 0,24$ ABb	$8,0 \pm 0,24$ Aab	$8,4 \pm 0,00$ Ba

¹Médias \pm erro padrão seguidas de letras diferentes minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Não ocorreram diferenças na viabilidade larval de *P. xylostella* entre cultivares ($F_{2, 84} = 0,43$; $P = 0,6531$), o mesmo não ocorrendo nas gerações ($F_{6, 84} = 3,14$; $P = 0,0080$) e na interação cultivar \times geração ($F_{12, 84} = 2,58$; $P = 0,0058$). Repolho, couve e brócolis com $66,0 \pm 4,38$; $68,3 \pm 4,07$ e $70,0 \pm 4,12$ % ($F_{2, 102} = 0,23$; $P = 0,7956$), respectivamente, não diferiram para a viabilidade larval média.

Ao longo das gerações, a viabilidade larval foi semelhante nas cultivares, diferindo apenas para brócolis na geração F3 ($F_{2, 12} = 6,21$; $P = 0,0141$), quando apenas 26% dos indivíduos conseguiram passar para a fase de pupa (Tabela 3).

Tabela 3. Viabilidade larval (%) de *Plutella xylostella* criada em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.

Gerações	Cultivares de brassicáceas		
	Couve	Brócolis	Repolho
P	66,0 ± 10,29 Aa	82,0 ± 4,89 Aa	67,0 ± 6,00 Aa
F3	56,0 ± 13,64 Aab	26,0 ± 5,09 Bb	68,0 ± 3,74 Aa
F6	70,0 ± 7,07 Aa	66,0 ± 11,66 Aa	90,0 ± 10,00 Aa
F9	88,0 ± 7,35 Aa	86,0 ± 5,09 Aa	62,0 ± 8,00 Aa
F12	62,0 ± 11,13 Aa	70,0 ± 8,94 Aa	70,0 ± 7,07 Aa
F15	48,0 ± 9,69 Aa	82,0 ± 6,63 Aa	52,0 ± 18,00 Aa
F18	88,0 ± 4,89 Aa	78,0 ± 5,83 Aa	64,0 ± 10,29 Aa

¹Médias ± erro padrão seguidas de letras diferentes minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Houve diferença no período pupal da traça-das-crucíferas ao longo das gerações ($F_{6, 84} = 9,35$; $P < 0,0001$), nas cultivares ($F_{2, 84} = 9,72$; $P = 0,0002$) e na interação cultivar × geração ($F_{12, 84} = 6,33$; $P < 0,0001$). Quando *P. xylostella* foi criada em repolho, o período pupal médio apresentou o menor valor com $3,2 \pm 0,17$ dias, diferindo de brócolis com $3,9 \pm 0,16$ dias; a couve não diferiu das duas cultivares anteriores com $3,6 \pm 0,15$ dias ($F_{2, 102} = 4,42$; $P = 0,0144$).

O período pupal da traça-das-crucíferas apresentou diferença ao longo das gerações nas três cultivares, sendo que em couve a menor duração para o período pupal foi na geração P ($2,4 \pm 0,24$ dias) e a maior na F9 ($5,0 \pm 0,00$ dias) ($F_{6, 28} = 17,44$; $P < 0,0001$); em brócolis os menores períodos foram nas gerações F3, F6 e F12 com valores entre $3,0 \pm 0,00$ e $3,2 \pm 0,20$ dias e o maior na P ($5,6 \pm 0,24$ dias) ($F_{6, 28} = 90,97$; $P < 0,0001$); e em repolho os menores valores foram para as gerações P, F3, F6, F12 variando de $3,0 \pm 0,32$ a $3,2 \pm 0,20$ dias e os maiores em F9 ($4,4 \pm 0,24$ dias) e F15 ($4,0 \pm 0,32$ dias) ($F_{6, 28} = 7,85$; $P < 0,0001$) (Tabela 4).

Tabela 4. Período pupal (dias) de *Plutella xylostella* criada em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.

Gerações	Cultivares de brassicáceas		
	Couve	Brócolis	Repolho
P	2,4 ± 0,24 Db	5,6 ± 0,24 Aa	3,0 ± 0,32 Cb
F3	3,4 ± 0,24 BCa	3,0 ± 0,00 Da	3,2 ± 0,20 BCa
F6	3,0 ± 0,00 CDa	3,0 ± 0,00 Da	3,2 ± 0,20 BCa
F9	5,0 ± 0,00 Aa	4,8 ± 0,20 Ba	4,4 ± 0,24 Aa
F12	3,6 ± 0,24 BCa	3,2 ± 0,20 Da	3,2 ± 0,20 BCa
F15	3,8 ± 0,20 BCa	4,0 ± 0,00 Ca	4,0 ± 0,32 ABa
F18	3,9 ± 0,49 Ba	4,0 ± 0,00 Ca	2,8 ± 0,49 Cb

¹Médias ± erro padrão seguidas de letras diferentes minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

As gerações ($F_{6, 84} = 8,59$; $P < 0,0001$) interferiram na porcentagem de adultos emergidos, contudo, não se observando diferença entre as cultivares ($F_{2, 84} = 3,48$; $P = 0,0731$) e na interação cultivar × geração ($F_{12, 84} = 1,19$; $P = 0,2805$). A viabilidade pupal média de *P. xylostella* foi semelhante em couve, brócolis e repolho, com $77,8 \pm 3,14$; $80,8 \pm 2,44$; $84,3 \pm 2,14\%$ ($F_{2, 102} = 1,56$; $P = 0,2160$), respectivamente.

A viabilidade pupal em couve foi diferente ao longo das gerações, com o menor valor em P ($68,0 \pm 4,89\%$) e o maior em F15 ($94,0 \pm 4,0\%$) ($F_{6, 28} = 2,51$; $P = 0,0453$); em brócolis a menor viabilidade ocorreu na geração P ($68,0 \pm 4,89\%$) e a maior na F15 ($96,0 \pm 2,45\%$) ($F_{6, 28} = 6,12$; $P = 0,0003$); em repolho as menores emergências de adultos foram nas gerações P ($62,6 \pm 5,58\%$) e F3 ($96,0 \pm 2,45\%$) e as maiores em F9, F12 e F15, com valores entre $92,0 \pm 3,74\%$ e $96,0 \pm 2,45\%$ ($F_{6, 28} = 6,86$; $P = 0,0002$) (Tabela 5).

Tabela 5. Viabilidade pupal (%) de *Plutella xylostella* criada em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.

Gerações	Cultivares de brassicáceas		
	Couve	Brócolis	Repolho
P	68,0 ± 4,89 Ba	68,0 ± 4,89 Ca	62,6 ± 5,58 Ba
F3	74,0 ± 5,09 ABab	82,0 ± 4,89 ABCa	58,0 ± 3,74 Bb
F6	76,0 ± 5,09 ABa	74,0 ± 2,44 BCa	70,0 ± 4,47 ABa
F9	82,0 ± 5,83 ABa	92,0 ± 3,74 ABa	96,0 ± 2,45 Aa
F12	90,0 ± 4,47 ABa	90,0 ± 5,47 ABa	92,0 ± 3,74 Aa
F15	94,0 ± 4,0 Aa	96,0 ± 2,45 Aa	92,0 ± 3,74 Aa
F18	82,0 ± 9,16 ABa	88,0 ± 3,74 ABa	74,0 ± 9,27 ABa

¹Médias ± erro padrão seguidas de letras diferentes minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo teste de Tukey (P < 0,05).

A análise de variância revelou diferença no peso de pupa de *P. xylostella* para gerações ($F_{6, 84} = 21,89$; $P < 0,0001$) e cultivares ($F_{2, 84} = 3,02$; $P = 0,0540$), o mesmo não ocorrendo em relação à interação cultivar × geração ($F_{12, 84} = 1,0$; $P = 0,4579$).

Analisando o peso pupal médio de *P. xylostella* em repolho, couve e brócolis, com $5,2 \pm 0,17$; $5,1 \pm 0,20$; $5,6 \pm 0,18$ mg ($F_{2, 102} = 0,35$; $P = 0,7035$), respectivamente, observou-se não houve diferença estatística.

O peso das pupas apresentou diferença significativa ao longo das gerações, sendo que quando os insetos foram criados em folhas de couve o menor valor foi na geração P ($3,1 \pm 0,50$ mg) e os maiores em F3, F6, F9, F15 e F18 ($F_{6, 28} = 5,65$; $P = 0,0006$), com valores entre $5,3 \pm 0,09$ e $5,9 \pm 0,81$ mg; em brócolis o menor peso foi na geração P ($3,5 \pm 0,45$ mg) e os maiores em F3, F6, F9 e F15, variando entre $6,1 \pm 0,10$ e $6,4 \pm 0,23$ mg ($F_{6, 28} = 18,25$; $P < 0,0001$); em repolho o menor peso também foi na geração P ($3,5 \pm 0,56$ mg) e o maior na F6 ($6,5 \pm 0,13$ mg) ($F_{6, 28} = 16,26$; $P < 0,0001$) (Tabela 6).

Tabela 6. Peso de pupa (mg) de *Plutella xylostella* criada em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.

Gerações	Cultivares de brassicáceas		
	Couve	Brócolis	Repolho
P	3,1 ± 0,50 Ba	3,5 ± 0,45 Ca	3,5 ± 0,56 Da
F3	5,3 ± 0,09 Ab	6,4 ± 0,23 Aa	5,2 ± 0,16 BCb
F6	5,9 ± 0,81 Aa	6,2 ± 0,25 Aa	6,5 ± 0,13 Aa
F9	5,8 ± 0,23 Aa	6,1 ± 0,11 Aa	6,0 ± 0,09 ABa
F12	4,9 ± 0,17 ABa	5,0 ± 0,23 Ba	5,5 ± 0,15 ABCa
F15	5,4 ± 0,14 Aab	6,1 ± 0,10 ABa	4,6 ± 0,32 CDb
F18	5,7 ± 0,27 Aa	5,7 ± 0,12 ABa	5,3 ± 0,12 BCa

¹Médias ± erro padrão seguidas de letras diferentes minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Quanto à razão sexual, não houve diferença entre gerações ($F_{6, 84} = 0,87$; $P = 0,5180$), entre as cultivares ($F_{2, 84} = 0,36$; $P = 0,6992$) e na interação cultivar × geração ($F_{12, 84} = 0,71$; $P = 0,7393$).

A média da razão sexual em 18 gerações não foi estatisticamente diferente entre as cultivares, com couve, brócolis e repolho assinalando $0,48 \pm 0,03$; $0,44 \pm 0,04$; $0,45 \pm 0,03$ ($F_{2, 102} = 0,33$; $P = 0,7191$), respectivamente, o mesmo ocorrendo ao longo das gerações (Tabela 7).

Tabela 7. Razão sexual de *Plutella xylostella* criada em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.

Gerações	Cultivares de brassicáceas		
	Couve	Brócolis	Repolho
P	0,5 ± 0,06 Aa	0,5 ± 0,04 Aa	0,5 ± 0,07 Aa
F3	0,5 ± 0,06 Aa	0,5 ± 0,12 Aa	0,5 ± 0,11 Aa
F6	0,5 ± 0,10 Aa	0,4 ± 0,03 Aa	0,4 ± 0,07 Aa
F9	0,5 ± 0,08 Aa	0,4 ± 0,05 Aa	0,5 ± 0,07 Aa
F12	0,6 ± 0,09 Aa	0,4 ± 0,10 Aa	0,6 ± 0,07 Aa
F15	0,3 ± 0,01 Aa	0,5 ± 0,06 Aa	0,4 ± 0,11 Aa
F18	0,5 ± 0,05 Aa	0,3 ± 0,06 Aa	0,5 ± 0,04 Aa

¹Médias ± erro padrão seguidas de letras diferentes minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo teste de Tukey (P < 0,05).

O número de ovos por fêmea foi diferente entre as gerações ($F_{6, 84} = 27,8$; $P < 0,0001$) e também na interação cultivar × geração ($F_{12, 84} = 2,72$; $P = 0,0480$); quanto às cultivares, não ocorreu diferença significativa entre elas ($F_{2, 84} = 3,40$; $P = 0,1480$).

O número médio de ovos por fêmea não apresentou diferença entre os substratos alimentares, sendo de $83,8 \pm 4,29$; $86,3 \pm 5,38$; $77,9 \pm 5,02$ para couve, brócolis e repolho, respectivamente ($F_{2, 102} = 0,76$; $P = 0,4686$).

Ao longo das gerações ocorreram diferenças significativas entre as cultivares, sendo que quando o inseto foi criado em couve as menores fecundidades foram nas gerações P ($60,8 \pm 5,81$ ovos) e F3 ($70,8 \pm 11,16$ ovos) e maior na F18 ($117,2 \pm 6,52$ ovos) ($F_{6, 28} = 3,56$; $P = 0,0096$); quando as lagartas foram alimentadas com brócolis as fêmeas de *P. xylostella* apresentaram as menores fecundidades nas gerações F3, F6, F12, F18 (variando de $56,4 \pm 6,68$ a $75,8 \pm 15,07$ ovos) e a maior na F15 ($130,0 \pm 12,18$ ovos) ($F_{6, 28} = 5,12$; $P = 0,0012$). Em repolho, a fecundidade das fêmeas foi menor na geração P ($46,0 \pm 3,81$ ovos) e maior na F18 ($100,2 \pm 15,27$ ovos) ($F_{6, 28} = 3,07$; $P < 0,0201$) (Tabela 8).

Tabela 8. Número de ovos por fêmea de *Plutella xylostella* criada em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.

Gerações	Cultivares de brassicáceas		
	Couve	Brócolis	Repolho
P	$60,8 \pm 5,81$ Bb	$97,6 \pm 8,97$ ABa	$46,0 \pm 3,81$ Bb
F3	$70,8 \pm 11,16$ Ba	$68,0 \pm 4,62$ Ba	$72,0 \pm 4,50$ ABa
F6	$82,6 \pm 7,17$ ABa	$75,8 \pm 15,07$ Ba	$92,8 \pm 5,86$ ABa
F9	$85,8 \pm 14,37$ ABa	$98,6 \pm 6,41$ ABa	$93,7 \pm 14,55$ ABa
F12	$79,0 \pm 10,28$ ABa	$77,6 \pm 16,06$ Ba	$60,6 \pm 16,42$ ABa
F15	$90,8 \pm 7,48$ ABa	$130,0 \pm 12,18$ Aa	$88,6 \pm 13,18$ ABa
F18	$117,2 \pm 6,52$ Aa	$56,4 \pm 6,68$ Bb	$100,2 \pm 15,27$ Aa

¹Médias \pm erro padrão seguidas de letras diferentes minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Em relação à fertilidade de ovos, não houve diferença entre as gerações ($F_{6, 84} = 1,15$; $P = 0,3536$), entre as cultivares ($F_{2, 84} = 0,45$; $P = 0,6426$) e na interação cultivar \times geração ($F_{12, 84} = 0,86$; $P = 0,5960$).

Para repolho, couve e brócolis, com $94,9 \pm 1,77$; $96,4 \pm 0,58$ e $95,4 \pm 0,62\%$ ($F_{2, 102} = 0,43$; $P = 0,6522$), respectivamente, não houve diferença estatística na fertilidade média de ovos de *P. xylostella*, sendo que ao longo das gerações também não foram constatadas diferenças entre as cultivares (Tabela 9).

Tabela 9. Fertilidade de ovos (%) de *Plutella xylostella* criada em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.

Gerações	Cultivares de brassicáceas		
	Couve	Brócolis	Repolho
P	96,0 ± 1,53 Aa	92,3 ± 2,40 Aa	96,3 ± 2,18 Aa
F3	96,7 ± 1,33 Aa	96,0 ± 1,15 Aa	95,0 ± 1,15 Aa
F6	98,0 ± 0,58 Aa	96,3 ± 0,88 Aa	95,0 ± 3,05 Aa
F9	97,0 ± 0,58 Aa	96,0 ± 1,53 Aa	97,3 ± 0,88 Aa
F12	93,7 ± 1,45 Aa	96,3 ± 0,88 Aa	85,3 ± 11,79 Aa
F15	95,3 ± 2,90 Aa	96,3 ± 0,88 Aa	96,0 ± 1,53 Aa
F18	98,0 ± 1,15 Aa	94,3 ± 0,33 Ab	99,7 ± 0,33 Aa

¹Médias ± erro padrão seguidas de letras diferentes minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo teste de Tukey (P < 0,05).

A longevidade de machos de *P. xylostella* não apresentou diferenças entre gerações ($F_{6, 84} = 1,10$; $P = 0,0535$) e entre cultivares ($F_{2, 84} = 1,37$; $P = 0,1091$); por outro lado, a interação cultivar × geração ($F_{12, 84} = 3,05$; $P = 0,0004$) mostrou diferença significativa, sendo as longevidades médias de machos em repolho, couve e brócolis semelhantes e de $16,3 \pm 0,66$; $15,3 \pm 1,01$; $14,2 \pm 0,78$ dias ($F_{2, 102} = 1,67$; $P = 0,1936$), respectivamente.

Ao longo das gerações, a longevidade de machos foi semelhante quando as lagartas foram criadas com folhas de brócolis ($F_{6, 28} = 1,50$; $P = 0,2150$); quando criadas em folhas de couve foi maior na geração P ($24,7 \pm 0,24$ dias) e menor em F3, F6, F9, F12 e F15, variando de $10,6 \pm 1,00$ a $15,3 \pm 1,47$ dias ($F_{6, 28} = 5,23$; $P = 0,0010$); em repolho a longevidade de machos foi maior na geração P ($20,4 \pm 0,18$ dias) e menor em F3, F12, F15, com valores entre $10,3 \pm 1,96$ e $12,6 \pm 2,59$ dias ($F_{6, 28} = 2,18$; $P = 0,0748$) (Tabela 10).

Tabela 10. Longevidade de machos (dias) de *Plutella xylostella* criada em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.

Gerações	Cultivares de brassicáceas		
	Couve	Brócolis	Repolho
P	24,7 ± 0,24 Aa	14,6 ± 0,43 Ab	20,4 ± 0,18 Ab
F3	10,6 ± 1,00 Bab	9,9 ± 1,71 Ab	12,6 ± 2,59 Ba
F6	11,9 ± 1,69 Bb	18,1 ± 1,50 Aa	16,0 ± 1,28 ABab
F9	12,5 ± 2,14 Ba	13,6 ± 1,08 Aa	15,7 ± 1,28 ABA
F12	14,8 ± 1,71 Ba	15,0 ± 2,03 Aa	10,3 ± 1,96 Ba
F15	15,3 ± 1,47 Ba	14,0 ± 0,57 Aa	11,5 ± 1,04 Ba
F18	16,3 ± 3,16 ABa	13,6 ± 1,40 Aa	14,9 ± 0,89 ABA

¹Médias ± erro padrão seguidas de letras diferentes minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Considerando a longevidade de fêmeas houve diferença entre gerações ($F_{6, 84} = 8,10$; $P < 0,0001$), o mesmo não acontecendo entre cultivares ($F_{2, 84} = 0,32$; $P = 0,7261$) e na interação cultivar × geração ($F_{12, 84} = 1,37$; $P = 0,1950$).

A longevidade média de fêmeas de *P. xylostella* em repolho, couve e brócolis não foi estatisticamente diferente, sendo de $14,5 \pm 0,74$; $13,7 \pm 0,53$; $14,1 \pm 0,76$ dias ($F_{2, 102} = 0,35$; $P = 0,7035$), respectivamente.

Ao longo das gerações, quando as lagartas de *P. xylostella* foram criadas com folhas de couve, a longevidade de fêmeas foi semelhante ($F_{6, 28} = 1,51$; $P = 0,2120$); por outro lado, quando receberam como alimento folhas de brócolis ocorreu diferença, sendo maior na geração P ($20,6 \pm 1,48$ dias) e as menores em F3, F12, F15 e F18, com valores entre $10,5 \pm 1,84$ e $13,3 \pm 2,04$ dias ($F_{6, 28} = 4,67$; $P = 0,0021$); no repolho também ocorreu diferença entre as gerações com a maior longevidade de fêmeas na geração P ($20,4 \pm 1,83$ dias) e as menores em F3, F12 e F15 variando de $10,3 \pm 2,25$ a $12,6 \pm 0,58$ dias ($F_{6, 28} = 5,38$; $P = 0,0008$) (Tabela 11).

Tabela 11. Longevidade de fêmeas (dias) de *Plutella xylostella* criada em diferentes cultivares de brassicáceas ao longo de 18 gerações.

Gerações	Cultivares de brassicáceas		
	Couve	Brócolis	Repolho
P	15,8 ± 1,47 Aa	20,6 ± 1,48 Aa	20,4 ± 1,83 Aa
F3	12,2 ± 0,93 Aa	13,3 ± 2,04 Ba	12,6 ± 0,58 Ba
F6	11,2 ± 1,30 Aa	15,5 ± 2,19 ABa	16,0 ± 1,64 Aba
F9	15,3 ± 0,77 Aa	14,1 ± 0,81 ABa	15,7 ± 0,37 Aba
F12	13,7 ± 1,44 Aa	10,5 ± 1,84 Ba	10,3 ± 2,25 Ba
F15	13,1 ± 1,65 Aa	10,9 ± 0,66 Ba	11,5 ± 1,43 Ba
F18	14,1 ± 1,49 Aa	13,3 ± 1,24 Ba	14,9 ± 1,22 Aba

¹Médias ± erro padrão seguidas de letras diferentes minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo teste de Tukey (P < 0,05).

5. DISCUSSÃO

Os resultados indicaram que, para algumas características e nas primeiras gerações, o herbívoro não obteve bom desempenho em repolho, melhorando ao longo das gerações. Tal fato foi constatado pelo consumo foliar, que foi menor para lagartas que consumiram folhas de repolho nas gerações P e F6, sendo que nas posteriores o consumo foi semelhante, mesmo assim com o consumo médio em 18 gerações menor em repolho.

Esses resultados sugerem que, quando o herbívoro se alimenta em um substrato diferente do que aquele em que estava sendo criado, pode apresentar desempenho inferior nas primeiras gerações e posteriormente, nas gerações seguintes, apresentar melhor desempenho.

As diferentes variedades de uma determinada espécie vegetal podem proporcionar diferentes índices de consumo pelos herbívoros que delas se alimentam. Nesse sentido, Volpe et al. (2008), trabalhando com *P. xylostella*, relataram menor consumo de repolho Midori e do híbrido TPC 681 em relação a couve manteiga.

A couve e o brócolis foram mais consumidas por *P. xylostella* do que repolho. Diante desta constatação, vários fatores podem ser utilizados para justificar a influência no consumo de determinados substratos, entre eles a presença de glucosinolatos, especialmente a sinigrina, que foi relacionada no processo de estímulo alimentar de preferência de *P. xylostella* (THORSTEINSON, 1958). Assim, o comportamento alimentar de lagartas *P. xylostella* pode estar relacionado com a quantidade de sinigrina presente naturalmente nas folhas de cada espécie, não obstante Thuler, De Bortoli e Hoffmann-Campo (2007) relataram a ausência desse composto em seis cultivares comerciais de brassicáceas, inclusive o repolho Midori, fato este que pode ser explicado devido aos processos de melhoramento genético, que visando obter melhores características agrônômicas, podem ter causado a redução de teores de glucosinolatos nas cultivares melhoradas (BODNARYK, 1997).

Além do teor de sinigrina, o menor consumo em repolho pode ter acontecido devido a resistência de plantas à *P. xylostella*, que tem sido avaliada com base na cerosidade da superfície foliar, determinada pelo teor de alcano (EIGENBRODE et

al., 1991; SPENCER; PILLAI; BERNAYS, 1999; ULMER et al., 2002), desta forma, substratos com maior cerosidade tendem a ser menos consumidos.

Eigenbrode, Shelton e Dickson (1990) sugeriram a existência de substâncias deterrentes, como os extratos etanólicos presentes em variedades resistentes, que suprimem a alimentação de *P. xylostella*, desse modo, os teores dessas substâncias podem determinar a maior ou menor taxa de consumo, além de prolongar o período larval. No presente estudo, além de ser a cultivar menos consumida, repolho também apresentou o maior período larval médio em 18 gerações, em relação à couve e brócolis.

Ao longo de 18 gerações, a couve e o brócolis apresentaram períodos larvais mais curto do que o repolho (Tabela 2), sendo que, em relação a esta característica biológica, Viana et al. (2008) e De Bortoli et al. (2013b) obtiveram período larval mais prolongado nas cultivares de repolho Midori e no híbrido TPC668, quando comparados com couve-flor Bola-de-Neve. Neste trabalho, o período larval de *P. xylostella* foi mais prolongado em repolho Bob Cat quando comparado com brócolis Piracicaba e couve híbrida HS-20, confirmando esta tendência, mesmo após 18 gerações sucessivas (Tabela 2).

O maior período larval em repolho pode ter levado o inseto a um período pupal médio mais curto em 18 gerações, em relação a brócolis; contudo, não diferiu de couve que, na média de 18 gerações, sempre apresentou os melhores desempenhos em todos os parâmetros.

A qualidade nutricional das plantas é determinante para o desenvolvimento de *P. xylostella* (MUHAMAD et al., 1994; BADENES-PEREZ; SHELTON; NAULT, 2004) e, nesse sentido, Reddy e Urs (1991) relataram que folhas de couve tratadas com extrato da planta perene xerófila *Agave cantala* (Roxb.) prolongaram o período larval e pupal da traça-das-crucíferas. O simples consorciamento com alface e alho na produção de repolho Chinês prolongou significativamente a fase pupal de *P. xylostella*, aumentando sua mortalidade (CAI et al., 2011). Contudo, esses autores não apresentaram dados sobre quais substâncias afetariam a fase pupal ou mesmo de que maneira essas substâncias estariam sendo transferidas para o repolho.

A viabilidade média em 18 gerações não diferiu entre as cultivares, apesar de que na geração F3 o repolho e a couve apresentarem as maiores viabilidades de

larvas (Tabela 3), sendo que, provavelmente em brócolis, a viabilidade larval tenha sido afetada pela adaptação da população parental criada em laboratório por 185 gerações em substrato diferente (couve Manteiga da Georgia).

Boiça Júnior et al. (2011), trabalhando com cultivares de couve, observaram viabilidade larval menor para insetos alimentados nos genótipos Couve de Arthur Nogueira 1, Couve de Arthur Nogueira 2 e Roxa I-919 na segunda geração, quando comparadas à primeira.

Eigenbrode, Shelton e Dickson (1990) relacionaram a menor viabilidade larval a duas hipóteses: a primeira a compostos químicos, como extratos etanólicos ativos, metabolizados pela planta, que ao se tornarem toxinas fisiológicas causam antibiose; e a segunda a substâncias deterrentes que suprimem a alimentação do inseto, reduzindo sua viabilidade. Neste caso, a cultivar brócolis não apresentou deterrência alimentar (Tabela 1), portanto, a primeira hipótese seria mais aceita.

A viabilidade pupal média, em 18 gerações, não apresentou diferença significativa, contudo, na geração F3, a couve e o brócolis apresentaram maior viabilidade que o repolho (Tabela 5). Resultados semelhantes foram relatados por Veiga et al. (2010), comparando as 3 primeiras gerações de *P. xylostella* com a população criada por 60 gerações em laboratório, não obtendo diferença na viabilidade pupal. De acordo com Sarfraz, Dossdall e Keddie (2007), cultivares diferentes de brassicáceas podem alterar a biologia de *P. xylostella*, como, por exemplo, o desenvolvimento larval e pupal mais rápido em *Brassica juncea* var. Czern e *Sinapis alba* var. SAL-004, quando comparadas com *B. oleracea* var. Red Acre, *B. napus* var. Conquest, *B. napus* var. Liberty, *B. napus* var. Q2, *B. rapa* var. Reward, *B. carinata* var. BCA-003; no mesmo trabalho *B. napus* var. Liberty e *B. oleracea* var. Red Acre apresentaram os menores pesos pupais, com a herbivoria também afetada, sendo maior em *B. rapa* var. Reward e menor em *S. alba* var. SAL-004.

O peso médio das pupas em 18 gerações não apresentou diferença, observando-se que ao longo das gerações também ocorreram pequenas variações (Tabela 6); estes resultados são similares aos relatados por Veiga et al. (2010) que, em três gerações consecutivas, não obtiveram diferenças significativas entre as populações.

Chagas Filho, Boiça Júnior e Alonso (2010) observaram que as pupas com os menores pesos tiveram os maiores períodos pupais em criações com cultivares de couve-flor e em duas gerações sucessivas, sendo este fato não confirmado nas 18 gerações deste trabalho, reforçando a necessidade de observação por gerações sucessivas.

As gerações e as cultivares não afetaram a razão sexual de *P. xylostella* (Tabela 7), resultado este que corrobora com os obtidos por Viana et al. (2008) em trabalho com couve, brócolis, repolho e couve-flor; com os de Veiga et al. (2010) em três gerações sucessivas em couve; e com Chagas Filho, Boiça Júnior e Alonso (2010) em duas gerações sucessivas em cultivares de couve-flor.

O número médio de ovos por fêmea em 18 gerações não apresentou diferença significativa entre as cultivares, contudo, na geração P, o repolho e a couve propiciaram um menor número de posturas em relação ao brócolis. Esta diferença pontual na geração P, desapareceu progressivamente nas gerações seguintes, demonstrando que as gerações sucessivas foram benéficas para o inseto, contrapondo os relatos de Veiga et al. (2010) que, em couve Manteiga da Geórgia, observaram baixas variações na fecundidade de *P. xylostella* até a terceira geração em laboratório, contudo, notaram também queda significativa na geração 60, sendo este desempenho atribuído ao efeito da consanguinidade.

Os dados da fertilidade média de ovos em 18 gerações não apresentaram diferença significativa entre as cultivares, porém na geração F18, em brócolis ocorreu diferença, sendo menor que couve e repolho (Tabela 9). As gerações não interferiram no parâmetro fertilidade de ovos, com resultados semelhantes apontados por Veiga et al. (2010), quando em 3 gerações sucessivas de *P. xylostella*, em laboratório, a fertilidade de ovos não foi afetada.

Estes resultados sugerem que todas as populações avaliadas, aparentemente, não apresentam os efeitos deletérios da endogamia, mesmo após 185 gerações em laboratório da população parental e 18 gerações em criações isoladas em couve, repolho e brócolis. Efeitos negativos do endocruzamento vêm sendo detectáveis através da fertilidade mais baixa (FALCONER, 1960; CHARLESWORTH; CHARLESWORTH, 1987; CRNOKRAK; ROFF, 1999;

HEDRICK; KALINOWSKI, 2000; KELLER; WALLER, 2002; CHARLESWORTH; WILLIS, 2009), o que não ocorreu neste trabalho.

Outro fator que poderia interferir negativamente na fecundidade e fertilidade de *P. xylostella* é o tempo de vida dos progenitores quando as cópulas envolvem machos ou fêmeas mais senis (WANG; FANG; ZHANG, 2011), porém esta hipótese foi descartada com a utilização de adultos recém-emergidos.

A longevidade média em 18 gerações de fêmeas e machos não diferiu significativamente, apresentando apenas diferenças pontuais nas gerações. Esta baixa variação nas taxas de longevidade de adultos (Tabelas 10 e 11) corroboram com Micali Júnior e Santos (2007), em trabalho de biologia comparada de *P. xylostella* em couve manteiga e brócolis, bem como com Thuler, De Bortoli e Hoffmann-Campo (2007), em trabalho analisando resistência de cultivares.

Os dados de longevidade (Tabelas 10 e 11) são obtidos com adultos que receberam alimentação com solução de mel a 10% e que tiveram quase o dobro dos valores numéricos relatados por Thuler, De Bortoli e Hoffmann-Campo (2007), sendo esta diferença numérica, provavelmente, ligada à suplementação alimentar recebida pelos adultos.

Em linhas gerais, todas as cultivares foram adequadas para o desenvolvimento de *P. xylostella*, apesar da alternância no desempenho dos parâmetros biológicos ao longo das gerações.

Neste sentido, repolho foi o substrato que o inseto mais se adaptou, pois apesar do baixo desempenho inicial, ao final de 18 gerações igualou-se a boa performance de couve e brócolis. Apesar dos parâmetros biológicos serem insuficientes para mostrar algum tipo de condicionamento, esta adaptação pode ter ocorrido, desta forma sugerindo futuros trabalhos com testes de preferência alimentar e de oviposição para melhor compreensão do comportamento da praga.

Ainda, reportando-se ao trabalho de Liu e Liu (2006), utilizando olfatomia, verifica-se que não ocorre condicionamento pré-imaginal em *P. xylostella* em couve chinesa, repolho e dieta artificial, contudo, os autores conseguiram inverter a não preferência pelo deterrente nim (*Azadirachta indica*) através de condicionamento imaginal ou aprendizagem de adulto. Porém, apesar dessa pesquisa apresentar resultados consistentes, seria mais apropriado estendê-la ao longo de algumas

gerações, pois a alternância no desempenho dos parâmetros biológicos foi observada ao longo das gerações no presente trabalho, sugerindo que trabalhos com uma única geração podem trazer resultados pouco conclusivos.

6. CONCLUSÕES

Os parâmetros biológicos de *P. xylostella* em repolho demonstraram que o baixo desempenho inicial em uma cultivar pode ser melhorado ao longo das gerações e que, na média de 18 gerações, as cultivares foram adequadas para o desenvolvimento do inseto.

Após 18 gerações em criações isoladas em couve, repolho e brócolis, *P. xylostella* não apresentou sinais deletérios de endogamia.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. R.; XEREZ, R.; CALDAS, A. Dinâmica populacional de quatro espécies de *Dysdercus* (Hemiptera, Pyrrhocoridae) e a fenologia das plantas hospedeiras. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 197-214, 1993.

AL-SHEHBAZ, I. The tribes of Cruciferae (Brassicaceae) in the Southeastern United States. **Journal of the Arnold Arboretum**, Cambridge, v. 65, p. 343-373, 1984.

ALVES, S. B.; MORAES, S. A. Quantificação de inóculos de patógenos de insetos, in: ALVES, S. B. (Ed.). **Controle Microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p.765-777.

ANKERSMIT, G. W. DDT resistance in *Plutella maculipennis* (Curt.) Lepidoptera in Java. **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v.44, n. 3, p.421-425, 1953.

ANVISA. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA): relatório de atividades de 2009. Brasília: **ANVISA**, 2010. 26 p.

AUGER, J.; LECOMTE, C.; PARIS, J; THIBOUT, E. Identification of leek-moth and diamondback-moth frass volatiles that stimulate parasitoid, *Diadromus pulchellus*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 15, n. 4, p. 1391-1398, 1989.

AYALEW G.; OGOL C. K. P. O. Occurrence of the diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) and its parasitoids in Ethiopia: influence of geographical region and agronomic traits. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 130, n. 6-7, p. 343-348, 2006.

AWMACK, C. S.; LEATHER, S. R. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 47, p. 817-844, 2002.

BACCI, L.; PICANÇO, M. C.; SILVA, E. M.; MARTINS, J. C.; CHEDIAK, M.; SENA, M. E. Seletividade fisiológica de inseticidas aos inimigos naturais de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em brássicas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 2045-2051, 2009.

BADENES-PEREZ, F. R.; REICHELT, M.; HECKEL, D. G. Can sulfur fertilization improve the effectiveness of trap crops for diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae)? **Pest Management Science**, Sussex, v.66, n.8, p.832-838, 2010.

BADENES-PEREZ, F.R.; SHELTON, A. M.; NAULT, B. A. Evaluating trap crops for diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v.97, p.1365-1372, 2004.

BAKSH, A.; KHAN, A. Pathogenicity of *Paecilomyces tenuipes* to diamondback moth, *Plutella xylostella* at three temperatures in Trinidad. **International Journal of Agriculture and Biology**, Faisalabad, v. 14, n. 2, p. 261-265, 2012.

BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agronômicos**. Londrina: Mecenias, 2013, 214 p.

BARRON, A. B. The life and death of Hopkins' host selection principle. **Journal of Insect Behaviour**, New York, v. 14, n. 6, p. 725-737, 2001.

BARRON, A. B.; CORBET, S. A. Pre-imaginal conditioning in *Drosophila* revised. **Animal Behavior**, London, v.58, p.621-628, 1999.

BERNAYS, E. A. Effects of experience on host-plant selection. In: CARDÉ, T.; BELL, W. J. (Eds.). **Chemical Ecology of Insect 2**. New York: Chapman & Hall, 1995. p. 47-64.

BIOCONTROLE. Pragas: ***Plutella xylostella***. Disponível em: <<http://www.biocontrole.com.br/?area=pragas&id=16>>. Acesso em: 03 abr. 2013.

BODNARYK, R. P. Will low glucosinolate cultivars of the mustards *Brassica juncea* and *Sinapis alba* be vulnerable to insect pests? **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.77, p.283-287, 1997.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MEDEIROS, C. A. M.; TORRES, A. L.; CHAGAS FILHO, N. R. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em couve. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, p. 45-50, 2005.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; TAGLIARI, S. R. A.; PITTA, R. M.; JESUS, F. G.; BRAZ, L. T. Influência de genótipos de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.) na biologia de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.4, p. 710-717, 2011.

BRAGANTE, A. G. **Processos de fabricação de mostarda**, 2009. Disponível em: <http://abgtecalim.yolasite.com/resources/Processo%20de%20Fabrica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Mostardas.pdf>. Acesso: 02 set 2013.

BRECHELT, A. **O Manejo Ecológico de Pragas e Doenças**. Santiago: Rede de ação em praguicidas e suas alternativas para a América Latina (RAP-AL), 2004. 33p.

BRITO, J. P. **Aspectos biológicos e taxa de consumo de *Orius Insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) predando *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae)**. 2009. 58 f. Dissertação (Mestrado Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

BRUSSELMAN, E.; BECK, B.; POLLET, S.; TEMMERMAN, F.; SPANOGHE, P.; MOENS, M.; NUYTTENS, D. Effect of the spray application technique on the deposition of entomopathogenic nematodes in vegetables. **Pest Management Science**, Chichester, v. 68, n.3, p. 444-453, 2012.

CAI, H.; LI, S.; RYALL, K.; YOU, M.; LIN, S. Effects of intercropping of garlic or lettuce with Chinese cabbage on the development of larvae and pupae of diamondback moth (*Plutella xylostella*). **African Journal of Agricultural Research**, Victoria Island, v. 6, n. 15, p. 3609-3615, 2011.

CAPINERA, J. L. **Featured Creatures: Diamondback moth**. University of Florida. Disponível em: http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/le/diamondback_moth.htm. Latest revision: September 2012. Acesso em: 09 abr. 2013.

CARLSON, J. R. Olfaction in *Drosophila*: genetic and molecular analysis. **Trends in Neurosciences**, Kidlington, v. 14, n. 12, p. 520-524, 1991.

CARSON, R. **Primavera silenciosa**. 2ª ed. São Paulo: Melhoramentos, 1969. 305p.

CARTEA, M. E.; LEMA, M.; FRANCISCO, M.; VELASCO, P. M. Basic information on vegetable *Brassica* crops. In: SADOWSKI, J.; KOLE, C. (Eds.). **Genetics, genomics and breeding of vegetable brassicas**. Enfield: Science Publishers, 2011. p.1-33.

CARTEA, M. E.; VELASCO, P. Glucosinolates in *Brassica* foods: bioavailability in food and significance for human health. **Phytochemistry Reviews**, Dordrecht, v.7, n.2, p.213-229, 2008.

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

CASIDA, J. E.; QUISTAD, G. B. Golden age of insecticide research: past, present, or future? **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 43, p. 1-16, 1998.

CASTELO BRANCO M. Avaliação da eficiência de formulações de *Bacillus thuringiensis* para o controle de traça-das-crucíferas em repolho no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n.3, p. 237-240, 1999.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H. Traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). In: VILELA E. F.; ZUCCHI R. A.; CANTOR F. (Eds.). **Histórico e impacto das introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p.85-89.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; MEDEIROS, M. A.; LEAL, J. G. T. Uso de inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro e traça-das-crucíferas: um estudo de caso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 60-63, 2001.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; PONTES, L. A.; AMARAL, P. S. T. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações de traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 549-552, 2003.

CASTELO BRANCO, M.; GATEHOUSE, A. G. A survey of insecticide susceptibility in *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the Federal District, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 327-332, 2001.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; VILLAS BÔAS, G. L. Traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* - Artrópodes de importância econômica. **Comunicado Técnico da Embrapa Hortaliças**, Brasília, n. 4, p. 1-3, 1997.

CASTELO-BRANCO, M.; MEDEIROS, M. A. Impacto de inseticidas sobre parasitóides da traça-das-crucíferas em repolho no Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, p. 7-13, 2001.

CASTELO BRANCO, M.; VILLAS BOAS, G. L.; FRANÇA, F. H. Nível de dano da traça das crucíferas em repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 154-157, 1996.

CEASA (Centrais de Abastecimento de Campinas). **Couve-flor**. Disponível em: <http://www.ceasacampinas.com.br/novo/Serv_padro_Couve_Flor.asp>. Acesso em: 04 mar. 2013.

CHAGAS FILHO, N. R.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; ALONSO, T. F. Biologia de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) em cultivares de couve-flor. **Neotropical Entomology**, Dordrecht, v. 39, n.2, p. 253-259, 2010.

CHAPMAN, J. W.; REYNOLDS, D. R.; SMITH, A. D.; RILEY, J. R.; PEDGLEY D. E.; WOIWOD, I. P. High altitude migration of the diamondback moth *Plutella xylostella* to the UK: a study using radar, aerial netting, and ground trapping. **Ecological Entomology**, London, v. 27, p. 641-650, 2002.

CHARLESTON, D. S.; KFIR, R. The possibility of using Indian mustard, *Brassica juncea*, as a trap crop for the diamondback moth, *Plutella xylostella*, in South Africa. **Crop Protection**, Amsterdam, v.19, p. 455-460, 2000.

CHARLESWORTH, D.; CHARLESWORTH, B. Inbreeding depression and its evolutionary consequences. **Annual Reviews Ecology Systematics**, Palo Alto, v. 18, p. 237-268, 1987.

CHARLESWORTH, D.; WILLIS, J. H. The genetics of inbreeding depression. **Nature Reviews Genetics**, New York, v. 10, p. 783-796, 2009.

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

CORBET, S. A. Insect chemosensory responses: a chemical legacy hypothesis. **Ecological Entomology**, Oxford, v. 10, n. 2, p. 143–154, 1985.

COULSON, S. J.; HODKINSON, I. D.; WEBB, N. R.; MIKKOLA, K.; HARRISON J. A.; PEDGLEY, D. E. Aerial colonization of high Arctic islands by invertebrates: the diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) as a potential indicator species. **Diversity and Distributions**, Oxford, v. 8, p. 327-334, 2002.

CRAIGHEAD, F. C. Hopkins host-selection principle as related to certain cerambycid beetles. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 22, p. 189-220, 1921.

CROP PROTECTION COMPENDIUM. *Plutella xylostella*. Disponível em: <<http://www.cabicompendium.org/NamesLists/CPC/Full/PLUTMA.htm>>. Acesso em: 09 abr. 2013.

CRNOKRAK, P.; ROFF, D. A. Inbreeding depression in the wild. **Heredity**, London, v. 83, p. 260-270, 1999.

CROTEAU, R.; KUTCHAN, T. M.; LEWIS, N. G. Natural products (secondary metabolites). In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. (Eds.). **Biochemistry & molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. p.1250-1318.

CZEPAK, C; FERNANDES, P. M.; SANTANA, H. G. TAKATSUKA, F. S.; ROCHA, C. L. Eficiência de inseticidas para o controle de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) na cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 129-131, 2005.

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

DAMS, R. I. Pesticida: usos e perigos à saúde e ao meio ambiente. **Revista Saúde e Ambiente**, Joinville, v. 7, n. 2, p. 37-44, 2006.

DE BORTOLI, S. A.; VIANA, C. L. T. P. A Base. In: DE BORTOLI, S. A. (Ed.). **Criação de insetos: da base à biofábrica**. Jaboticabal: Edição própria, 2009. p. 12-56.

DE BORTOLI, S. A.; VACARI, A. M.; GOULART, R. M.; SANTOS, R. F.; VOLPE, H. X. L.; FERRAUDO, A. S. Capacidade reprodutiva e preferência da traça-das-crucíferas para diferentes brassicáceas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 187-192, 2011a.

DE BORTOLI, S. A.; OTUKA, A. K.; VACARI, A. M.; MARTINS, M. I. E. G.; VOLPE, H. X. L. Comparative biology and production costs of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) when fed different types of prey. **Biological Control**, Maryland Heights, v. 58, n. 2, p. 127-132, 2011b.

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

DE BORTOLI, S. A.; VACARI, A. M.; GOULART, R. M.; FERRAUDO, A. S.; VOLPE, H. X. L. Classification of crucifer cultivars based on the life history of diamondback moth (*Plutella xylostella*). **International Journal of Pest Management**, Abingdon, v. 59, n.1, p. 73-78, 2013b.

DETHIER, V. G. **Chemical insects attracted and repellents**. Philadelphia: Blakston, 1947. 289p.

DETHIER, V. G. Evolution of feeding preferences in phytophagous insects. **Evolution**, Oxford, v. 8, n. 1, p. 33-54, 1954.

DIAS, D. G. S.; SOARES, C. M. S.; MONNERAT, R. G. Avaliação de larvicidas de origem microbiana no controle da traça-das-crucíferas em couve-flor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 553-556, 2004.

DICKSON, M. H.; ECKENRODE, C. J. Breeding for resistance in cabbage and cauliflower to cabbage looper, imported cabbageworm, and diamondback moth. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 105, n. 6, p. 782-785, 1980.

DICTIONARY OF COMMON NAMES. *Plutella xylostella*. Disponível em: <<http://nomen.at/cgi-bin/Dict>>. Acesso em: 09 abr. 2013.

DIXON, G. R. **Vegetable brassicas and related crucifers**. Oxfordshire: CABI Publishing, 2007. 327 p.

EIGENBRODE, S. D.; SHELTON, A. M.; DICKSON, M. H. Two types of resistance to the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in cabbage. **Environmental Entomology**, College Park, v. 19, n. 4, p. 1086-1090, 1990.

EIGENBRODE, S. D.; STONER, K. A.; SHELTON, A. M.; KAIN, W. C. Characteristics of glossy leaf waxes associated with resistance to diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in *Brassica oleracea*. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 84, n. 4, p. 1609-1618, 1991.

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. New York: The Ronald Press Company, 1960. 365p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FRAENKEL, G. Studies on the distribution of vitamin B_t (carnitine). **Biological Bulletin**, Woods Hole, v. 104, n. 3, p. 359-371, 1953.

FRAENKEL, G. The "raison d'être" of secondary plant substances. **Science**, Washington, v. 129, p. 1966-1970, 1959.

FRANÇA, F. H.; MEDEIROS, M. A. Impacto de combinação de inseticidas sobre a produção de repolho e parasitóides associados com a traça-das-crucíferas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 132-135, 1998.

FREED, S.; JIN, F. L.; NAEEM, M.; REN, S. X.; HUSSIAN, M. Toxicity of proteins secreted by entomopathogenic fungi against *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **International Journal of Agriculture and Biology**, Faisalabad, v. 14, n. 2, p. 291-295, 2012.

FREITAS LUZ, F. J.; SABOYA, R. C. C.; SILVA PEREIRA, P. R. V. **O cultivo do repolho em Roraima**. Boa Vista: EMBRAPA, 2002. 17 p. (Circular Técnica).

GALVAN, T. L.; KOCH, R. L.; HUTCHISON, W. D. Toxicity of indoxacarb and spinosad to the multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae), via three routes of exposure. **Pest Management Science**, Hoboken, v. 62, p. 797-804, 2006.

GANDOLFI, M.; MATTIACCI, L.; DORN, S. Preimaginal learning determines adult response to chemical stimuli in a parasitic wasp. **Proceedings of the Royal Society of London**, Série B, London, v. 270, p. 2623-2629, 2003.

GEORGHIOU, G.; LAGUNES-TEJADA, A. **The occurrence of resistance to pesticides in arthropods**. An index of cases reported through 1989. Rome: FAO, 1991. 318p.

GODONOU, I.; JAMES, B.; ATCHA-AHOWÉ, C.; VODOUHE, S.; KOOYMAN, C.; AHANCHÉDÉ, A.; KORIE, S. Potential of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates from Benin to control *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Crop Protection**, Amsterdam, v. 28, n. 3, p. 220-224, 2009.

GOODWIN, S. Changes in the numbers in the parasitoid complex associated with the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera) in Victoria. **Australian Journal of Zoology**, Collingwood, v. 27, n. 6, p. 981-989, 1979.

GUIMARÃES, J. A.; MICHEREFF FILHO, M.; SETTI DE LIZ, R. **Manejo de pragas em campos de produção de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa: Hortaliças, 2011. 21 p. (Circular Técnica, 94).

GUO, M.; ZHU, D.; LI, L. Selection of *Trichogramma* species for controlling the diamondback moth *Plutella xylostella* (L.). **Entomologia Sinica**, Richmond, v. 6, n. 2, p. 187-192, 1999.

HEDRICK, P. W.; KALINOWSKI, S. T. Inbreeding depression in conservation biology. **Annual Reviews Ecology Systematics**, Palo Alto, v. 31, p. 139-162, 2000.

HONG, C. P.; KWON, S. J.; KIM, J. S.; YANG, T. J.; PARK, B. S.; LIM, Y. P. Progress in understanding and sequencing the genome of *Brassica rapa*. **International Journal of Plant Genomics**, New York, v. 2008, p. 1-9, 2008.

HOPKINS, R. J.; VAN DAM, N. M.; VAN LOON, J. J. A. Role of glucosinolates in insect-plant relationships and multitrophic interactions. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 54, p. 57-83, 2009.

HORAS, V. R. *Crociosema aporema* (Walsingham, 1914) (Lepidoptera: Tortricidae): resposta olfativa aos voláteis da soja e comportamento de acasalamento. 2009. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

HORTIBRASIL. Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura. Guia de variedades. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/jnw/index.php?option=com_content&view=category&id=94%3Aguia-devariedades&Itemid=119>. Acesso em: 08 ago. 2013.

IBRAHIM, A. M. A.; KIM, Y. Parasitism by *Cotesia plutellae* alters the hemocyte population and immunological function of the diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Journal of Insect Physiology**, Kidlington, v. 52, n. 9, p. 943-950, 2006.

IMENES, S. D. L.; DE CAMPOS, T. B.; RODRIGUES NETTO, S. M.; BERGMANN, E. C. Avaliação da atratividade de feromônio sexual sintético da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), em cultivo orgânico de repolho. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 1, p. 81-84, 2002.

IRAC (Comitê contra a Resistência de Insetos e Ácaros a Inseticidas e Acaricidas). **Resistance Management for Sustainable Agriculture and Improved Public Health**. Disponível em: <<http://www.irac-online.org/about/resistance/mechanisms/>>. Acesso em: 09 ago. 2013.

JAENIKE, J. Environmental modification of oviposition behavior in *Drosophila*. **The American Naturalist**, Chicago, v. 119, n. 6, p. 784-802, 1982.

KELLER, L. F.; WALLER, D. M. Inbreeding effects in wild populations. **Trends in Ecology & Evolution**, Oxford, v.17, n. 5, p. 230-241, 2002.

KEHR, J.; BUHTZ, A. *Brassica* proteomics and metabolomics. In: EDWARDS, D.; BATLEY, J.; PARKIN, I.; KOLE, C. (Eds.). **Genetics, genomics and breeding of oilseed brassicas**. Enfield: Science Publishers, 2011. p.174-193.

KENNEDY, J. S. Physiological conditions of the host plant and susceptibility to aphid attack. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 1, n. 1, p. 50-65, 1958.

KFIR, R. Origin of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). **Annals of Entomological Society of America**, Lanham, v. 91, n. 2, p. 164-167, 1998.

KIRSCH, K.; SCHMUTLERER, H. Low efficacy of a *Bacillus thuringiensis* (Berl.) formulation in controlling the diamondback moth *Plutella xylostella* (L.), in the Philippines. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 105, n. 1-5, p. 249-255, 1988.

LANDE, R.; SCHEMSKE, D. W. The evolution of self-fertilization and inbreeding depression in plants. I. genetic models. **Evolution**, Oxford, v. 39, n. 1, p. 24-40, 1985.

LIU, H. S.; LIU, T. X. Preimaginal conditioning does not affect oviposition preference in the diamondback moth. **Ecological Entomology**, Oxford, v. 31, n. 4, p. 307-315, 2006.

LIU, S.; WANG, X.; GUO, S.; HE, J.; SHI, Z. Seasonal abundance of the parasitoid complex associated with the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 90, n. 3, p. 221-231, 2000.

LIU, S.; WANG, X.; SHI, Z.; GEBREMESKEL, F. B. The biology of *Diadromus collaris* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a pupal parasitoid of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), and its interactions with *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae). **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 91, n. 6, p. 461-469, 2001.

MAU R. F. L.; KESSING, J. L. M. *Plutella xylostella* (Linnaeus). **Crop Knowledge Master**, 2007. Disponível em: <http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/plutella.htm>. Acesso em: 18 jul. 2013.

MEDEIROS, M. A. O **controle biológico de insetos praga e sua aplicação em cultivos de hortaliças**. Brasília, Embrapa Hortaliças, 15p. 1997. (Circular técnica, 8).

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

MEDEIROS, P. T.; FERREIRA, M. N.; MARTINS, E. S.; GOMES, A. C. M. M.; FALCÃO, R.; DIAS, J. M. C. S.; MONNERAT, R. G. Seleção e caracterização de estirpes de *Bacillus thuringiensis* efetivas no controle da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 11, p. 1145-1148, 2005.

MICALI JÚNIOR, J. R.; SANTOS, R. F. **Biologia comparada de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em couve-manteiga e couve-brócolos**. 2007. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Faculdade de Educação São Luís, Jaboticabal, 2007.

MICHEREFF, M. F. F.; VILELA, E. F.; MICHEREFF FILHO, M.; MAFRA NETO, A. Uso do feromônio sexual sintético para captura de machos da traça-das-crucíferas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 1919-1926, 2000.

MONNERAT, R. G. **Interrelations entre la teigne des cruciferes, *Plutella xylostella*, son parasitoide *Diadegma* sp. et la bacteria entomopathogene *Bacillus thuringiensis* Berliner**. 1995. 160 f. These (Doctoral en Science Agronomiques) - Ecole Nationale Superieure Agronomique de Montpellier. Montpellier, 1995.

MONNERAT, R. G.; BORDAT, D. Influence of HD-1 *Bacillus thuringiensis* spp. *kurstaki* on the developmental stages of *Diadegma* sp. (Hym.: Ichneumonidae) parasitoid of diamondback moth (Lep.: Yponomeutidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 122, p. 49-51, 1998.

MONNERAT, R. G.; MASSON, L.; BROUSSEAU, R.; PUSZTAICAREY, M.; BORDAT, D.; FRUTOS, R. Differential activity and activation of *Bacillus thuringiensis* insecticidal proteins in diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Current Microbiology**, New York, v. 39, p. 159-162, 1999.

MONTEITH, L. G. Apparent continual changes in the host preferences of *Drino bohemica* Mesn. (Diptera: Tachinidae), and their relation to the concept of host conditioning. **Animal Behaviour**, London, v. 10, n. 3-4, p. 292-299, 1962.

MORIUTI, S. Taxonomic notes on the diamondback moth. In: **Diamondback Moth Management. Proceedings of the First International Workshop**, Tainan, Taiwan, 11-15 Março, 1985. 1986, p. 83-88. Disponível em: <<http://web.entomology.cornell.edu/shelton/diamondback-moth/1985-workshop.php>>. Acesso em: 07 abr. 2013.

MOREIRA, L. F. **Preferência e performance de *Plutella Xylostella* em relação às características bromatológicas e idade foliar de brassicáceas**. 2011. 61 f. Tese de Doutorado (Bioquímica Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

MUHAMAD, O.; TSUKUDA, R.; OKI, Y.; FUJISAKI, K.; NAKASUJI, F. Influence of wild crucifers on life history traits and flight ability of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). **Researches Population Ecology**, Tokyo, v. 36, n. 1, p. 53-62, 1994.

OTUKA, A. K. **Temperatura como parâmetro para armazenamento de *Plutella Xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em criação de laboratório**. 2011. 124 f. Dissertação (Mestrado Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

PAPAJ, D. R.; PROKOPY, R. J. Ecological and evolutionary aspects of learning in phytophagous insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 34, p. 315-359, 1989.

PERES, L. E. P. **Metabolismo Secundário**. UFPEL-Universidade Federal de Pelotas. Disponível em: <<http://www.ufpel.edu.br/biotecnologia/gbiotec/site/content/paginadoprofessor/uploadsprofessor/ce5449dfcf0e02f741a5af86c3c5ae9a.pdf?PHPSESSID=faaa31248d8149ee235c5eb0cb54830e>>. Acesso: 21 ago. 2013.

PES (Pesticide Environmental Stewardship). **Insecticide Resistance Mechanisms**. Disponível em: <<http://pesticidestewardship.org/resistance/Insecticide/Pages/Insecticide-Resistance-Mechanisms.aspx>>. Acesso: 08 ago. 2013.

PHILLIPS, W. M. Modification of feeding preference in the fleabeetle, *Haltica lythrin* (Coleoptera, Chrysomelidae). **Entomology Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 21, n. 1, p. 71-80, 19

PINTO, A. C.; SILVA, D. H. S.; BOLZANI, V. S.; LOPES, N. P.; EPIFANIO, R. A. Produtos naturais: atualidades, desafios e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, supl.1, p. 45-61, 2002.

RAMASWAMY, S. Host finding by moths: sensory modalities and behaviours. **Journal of Insect Physiology**, Kidlington, v. 34, n. 3, p. 235-249, 1988.

RAY, S. Survival of olfactory memory through metamorphosis in the fly *Musca domestica*. **Neuroscience Letters**, Shannon, v. 259, n. 1, p. 37-40, 1999.

RAYMER P. L. Canola: an emerging oilseed crop. In: JANWICK J.; WHIPKEY A. (Eds.). **Trends in new crops and new uses**. Alexandria: ASHS Press, p. 122-126, 2002.

REDDY, G. V. P.; URS, K. C. D. Growth regulator activity of the xerophytic perennial plant, *Agave cantala* Roxb. on diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). **International Journal of Tropical Insect Science**, Cambridge, v. 12, n. 4, p. 439-442, 1991.

RENWICK, J.; CHEW, F. Oviposition behavior in Lepidoptera. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 39, p. 377-400, 1994.

RIDLAND, P. M.; ENDERSBY, N. M. Some australian populations of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) show reduced susceptibility to fipronil. **Sixth international workshop on management of the diamondback moth and other crucifer insect pests**. Nakhon Pathom, Thailand, 21-25 March 2011. Disponível em: http://203.64.245.61/fulltext_pdf/EB/2011-2015/eb0170.pdf. Acesso em: 11 abr. 2013.

RITTER, L. Report of a panel on the relationship between public exposure to pesticides and cancer. **Cancer**, Atlanta, v. 80, n. 10, p. 2019-2033, 1997.

ROJAS, J. C. Electrophysiological and behavioral responses of the cabbage moth to plant volatiles. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 25, n. 8, p. 1867-1883, 1999.

ROSA, E. A. S. Glucosinolates from flower buds of portuguese *Brassica* crops. **Phytochemistry**, New York, v. 44, n. 8, p. 1415-1419, 1997.

ROSSETTO, C. J. **Resistência de milho a pragas da espiga *Helicoverpa zea* (Boddie), *Sitophilus zeamais* Motschulsky e *Sitotroga cerealella* (Olivier)**. 1972. 111 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1972.

ROSSETTO, C. J. **Resistência de plantas a insetos**. Piracicaba: ESALQ, 1973. 171p. (Mimeografado).

SARFRAZ, M.; KEDDIE, A. B. Conserving the efficacy of insecticides against *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 129, n. 3, p. 149-157, 2005.

SARFRAZ, M.; KEDDIE, A. B.; DOSDALL, L. M. Biological control of the diamondback moth, *Plutella xylostella*: A review. **Biocontrol Science and Technology**, Abingdon, v. 15, n. 8, p. 763-789, 2005.

SARFRAZ, M.; DOSDALL, L. M.; KEDDIE, B. A. Diamondback moth-host plant interactions: implications for pest management. **Crop Protection**, Guildford, v. 25, n. 7, p. 625-639, 2006.

SARFRAZ, M.; DOSDALL, L. M.; KEDDIE, B. A. Resistance of some cultivated Brassicaceae to infestations by *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 100, n. 1, p. 215-224, 2007.

SAS I INSTITUTE, 2002. **SAS/STAT User`s Guide, version 9.00 TS level 2MO**. SAS Institute Inc., Cary, NC: SAS Institute Inc., 2002.

SCHROER, S.; SULISTYANTO, D.; EHLERS, R. U. Control of *Plutella xylostella* using polymer-fomulated *Steinernema carpocapsae* and *Bacillus thuringiensis* in cabbage fields. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 129, n. 4, p. 198-204, 2005.

SCRIBER, J. M.; SLANKY JR., F. The nutritional ecology of immature insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 26, p. 183-211, 1981.

SHELTON, A. M.; NAULT, B. A. Dead-end trap cropping: a technique to improve management of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Crop Protection**, Guildford, v. 23, n. 6, p. 497-503, 2004.

SHELTON, A. M. Management of the diamondback moth: *déjà vu* all over again? **4th International Workshop on the Management of Diamondback Moth and Other Crucifer Pests**. Melbourne, Australia, 26-29 Novembro 2001, p. 3-8. Disponível em: <http://www.regional.org.au/au/esa/2001/02/0201shelton.htm?print=1>. Acesso em: 11 abr. 2013.

SHELTON, A. M.; SANCES F. V.; HAWLEY J.; TANG J. D.; BOURNE M.; JUNGERS D.; COLLINS H. L.; FARIAS J. Assessment of insecticide resistance after the outbreak of diamondback moth in California in 1997. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, n. 4, p. 931-936, 2000.

SILVA, V. C. A.; BARROS, R.; MARQUES, E. J.; TORRES, J. B. Suscetibilidade de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) aos fungos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 653-65, 2003.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILANOVA, N. A. **Manual de Ecologia de Insetos**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1976. 419p.

SINGLER, D.; PRINCE, P. W. Secondary compounds in plants: primary functions. **The American Naturalist**, Chicago, v. 110, n. 971, p. 101-105, 1976.

SIQUEIRA, J. R.; BUENO, R. C. O. F.; BUENO, A. F.; VIEIRA, S. S. Preferência hospedeira do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 1, p. 1-5, 2012.

SOUSA, J. M.; GONDIM JR., M. G. C., LOFEGO, A. C. Biologia de *Tetranychus mexicanus* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) em três espécies de Annonaceae. **Neotropical Entomology**, Dordrecht, v. 39, n. 3, p. 319-323, 2010.

SPENCER, J. L.; PILLAI, S.; BERNAYS, E. A. Synergism in the oviposition behavior of *Plutella xylostella*: sinigrina and wax compounds. **Journal of Insect Behavior**, New York, v. 12, n. 4, p. 483-500, 1999.

STORECK, A.; POPPY, G. M.; VAN EMDEN, H. F.; POWELL, W. The role of plant chemical cues in determining host preference in the generalist aphid parasitoid *Aphidius colemani*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 97, n. 1, p. 41–46, 2000.

SUWABE, K.; TSUKAZAKI, H.; IKETANI, H.; HATAKEYAMA, K.; KONDO, M.; FUJIMURA, M.; NUNOME, T.; FUKUOKA, H.; HIRAI, M.; MATSUMOTO, S. Simple sequence repeat-based comparative genomics between *Brassica rapa* and *Arabidopsis thaliana*: The genetic origin of clubroot resistance. **Genetics**, Austin, v. 173, p. 309-319, 2006.

TABASHNIK, B. E.; CUSHING, N. L.; FINSON N.; JOHNSON, M. W. Field development of resistance to *Bacillus thuringiensis* in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, n. 5, p. 1671-1676, 1990.

TALEKAR, N. S.; SHELTON, A. M. Biology, ecology and management of the diamondback moth. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 38, p. 275- 301, 1993.

THORSTEINSON, A. J. The chemotactic influence of plant constituents on feeding by phytophagous insects. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 1, p. 23-27, 1958.

THORUP-KRISTENSEN, K. Brassicas in sustainable production and organic farming. In: **5th ISHS International Symposium on Brassicas and the 16th Crucifer Genetics Workshop, 9.**, 2008, Lillehammer. Anais eletrônicos... Lillehammer: Brassica, 2008. Disponível em: <http://www.brassica2008.no/paper/Book_of_abstract.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2013.

THOMPSON, J. N. Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 47, n. 1, p. 3-14, 1988.

THULER, R. T.; DE BORTOLI, S. A.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. Classificação de cultivares de brássicas com relação à resistência à traça-das-crucíferas e à presença de glucosinolatos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 467-474, 2007.

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

THULER, R. T. ***Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae): táticas para o manejo integrado em brássicas**. 2006. 79 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

TIBA, L. M. **Efeito de alguns inseticidas sobre a mariposa *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera, Plutellidae) por meio de iscas esterilizantes**. 2008. 58 f. Dissertação (Mestrado Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

TORRES, A. L.; BARROS, R.; OLIVEIRA, J. V. de. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 151-156, 2001.

TULLY, T.; CAMBIAZO, V.; KRUSE, L. Memory through metamorphosis in normal and mutant *Drosophila*. **The Journal of Neuroscience**, Washington, v. 14, n.1, p. 68-74, 1994.

TURLINGS, T. C. J.; WÄCKERS, F. L.; VET, L. E. M.; LEWIS, W. J.; TURLINSON, J. H. Learning of host-finding cues by hymenopterous parasitoids. In: PAPA, D. R.; LEWIS, A. C. (Eds.). **Insect learning: ecological and evolutionary perspectives**. New York: Chapman & Hall, 1993. p. 51-78.

ULMER, B.; GILLOTT, C.; WOODS, D.; ERLANDSON, M. Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), feeding and oviposition preferences on glossy and waxy *Brassica rapa* (L.) lines. **Crop Protection**, Guildford, v. 21, n. 4, p. 327-331, 2002.

VACARI, A. M. **Caracterização biológico-comportamental de *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) predando *Plutella xylostella* (L., 1758)**. 2009. 102 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2009.

VACARI, A. M.; VOLPE, H. X. L.; GOULART, R. M.; VIANA, C. L. T. P.; BENVENGA, S. R.; CARVALHO, J. S.; THULER, R. T.; DE BORTOLI, S. A. Integração de métodos de controle de pragas em hortaliças: experiência prévia para uma aplicação segura. In: ARAUJO, E. S.; VACARI, A. M.; CARVALHO, J. S.; GOULART, R. M.; CAMPOS, A. P.; VOLPE, H. X. L. (Eds.). **Tópicos em entomologia agrícola**. Ribeirão Preto: Maxicolor Gráfica e Editora, 2008. p. 84-99.

VAN EMDEN, H. F.; SPONAGL, B.; WAGNER, E.; BAKER, T.; GANGULY, S.; DOULOUMPAKA, S. Hopkins' 'host selection principle', another nail in its coffin. **Physiological Entomology**, Chichester, v. 21, p. 325-328, 1996.

VASQUEZ, B. L. Resistance to most insecticides (Chapter 15). In: WALKER, T. J. (Ed.). **University of Florida of Insect Records**. Gainesville: Department of Entomology & Nematology, 1995. p. 34-36. Disponível em: <http://entnemdept.ufl.edu/walker/ufbir/files/pdf/UFBIR_Chapter15.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2013.

VEIGA, A. C. P.; VIANA, C. L. T. P.; PEDROSO, E. C.; OTUKA, A. K.; VIANA, M. A.; LAURENTIS, V. L.; VACARI, A. M.; DE BORTOLI, S. A. Biologia comparada de duas populações de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em laboratório. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2 (Suplemento - CD Rom), p. 773-778, 2010.

VET, L. E. M.; DICK, M. Ecology of info chemical use by natural enemies in a tritrophic context. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 37, p. 141-172, 1992.

VIANA, C. L. T. P.; THULER, R. T.; GOULART, R. M.; VOLPE, H. X. L.; VACARI, A. M.; DE BORTOLI, S. A. Classificação de cultivares de brássicas com base no aumento populacional da traça-das-crucíferas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2 (Suplemento - CD Rom), p. 3836-3841, 2008.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C.; WEBER, G. E. B. **Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 16p. (Documento 316).

VOLPE, H. X. L.; DE BORTOLI, S. A.; GOULART, R. M.; VIANA, C. L. T. P.; VACARI, A. M.; THULER, R. T.; FERRAUDO, A. S. Preferência alimentar de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) por espécies de brássicas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2 (Suplemento - CD Rom), p. 3281-3285, 2008.

WAN, XIN-GENG; KELLER, M. A. A comparison of the host-searching efficiency of two larval parasitoids of *Plutella xylostella*. **Ecological Entomology**, Chichester, v. 27, n. 1, p. 105-114, 2002.

WANG, X.; FANG, Y.; ZHANG, Z. Effects of delayed mating on the fecundity, fertility and longevity of females of diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Insect Science**, Richmond, v. 18, n. 3, p. 305-310, 2011.

WANG, X; WU, Y. High levels of resistance to chlorantraniliprole evolved in field populations of *Plutella xylostella*. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 105, n. 3, p. 1019-1023, 2012.

WURR, D. C. E.; FELLOWS, J. R.; PHELPS, K. Investigating trends in vegetable crop response to increasing temperature associated with climate change. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 66, p. 255-263, 1996.

YASEEN, M. The establishment of two parasites of the diamondback moth *Plutella xylostella* (Lep.: Plutellidae) in Trinidad, W.I. **Entomophaga**, Dordrecht, v. 23, n. 2, p. 111-114, 1978.

ZUCCHI, R. A.; MONTEIRO, R. C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 41-66.