UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

Capacidade reprodutiva e preferência da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), para diferentes brassicáceas ao longo de gerações

Dagmara Gomes Ramalho

RIBEIRÃO PRETO - SP

2014

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

Capacidade reprodutiva e preferência da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), para diferentes brassicáceas ao longo de gerações
(Versão Corrigida)

Dagmara Gomes Ramalho

Orientador: Sergio Antonio De Bortoli

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências, Área: ENTOMOLOGIA.

RIBEIRÃO PRETO - SP

2014

Em especial às minhas fontes de
inspiração Daniele S. Ramalho e
Olímpia G. R. Silva. E ao Jeronimo M.
Silva e Daniel Ramalho pelo apoio e
incentivo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo suporte espiritual.

À Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Campus de Ribeirão Preto, ao Departamento de Biologia e ao Programa de Pós-graduação em Entomologia, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP- Processo número 2012/13510-4) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Dalton de Souza Amorim. Coordenador do Programa de Pós-graduação em Entomologia da Universidade de São Paulo (USP/Ribeirão Preto).

Ao Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli, pela oportunidade, contribuições enriquecedoras no desenvolvimento deste trabalho, paciência e orientação.

À Dra. Alessandra Marieli Vacari pelo apoio e auxílio em todas as etapas deste trabalho e orientação.

Ao amigo, companheiro de pós-graduação e direto colaborador na realização deste trabalho, Wanderlei Dibelli.

Aos amigos Valéria Lucas de Laurentis, Caroline Placidi De Bortoli, Ana Carolina Pires Veiga, Maíra Trevisan, Nathália Alves dos Santos, Claudio Antonio Salas Figueroa, Warner Gasparini, Haroldo Xavier Linhares Volpe e Natália Fernanda Vieira pela ajuda na realização deste trabalho. Como também aos amigos Vanessa Fabíola Pereira de Carvalho, Kelly Cristina Gonçalves, Aline Farhat Pomari, Sergio Leandro Placidi De Bortoli, Lucas Trevizoli Agostini, Thiago Trevizoli Agostini, Gustavo Oliveira de Magalhães, Rafael Ferreira dos Santos, e Rogério Teixeira Duarte pela amizade e apoio nesta pesquisa.

À Mariangela Placidi De Bortoli pelo incentivo e amizade.

E a todos que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho.

“Quanto mais aumenta nosso conhecimento,
mais evidente fica nossa ignorância”.

John F. Kennedy

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO.....	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. Brassicaceae	5
2.2. Traça-das-crucíferas - <i>Plutella xylostella</i>	6
2.2.1. Importância econômica.....	6
2.2.2. Ciclo biológico.....	6
2.2.3. Hábito	8
2.3. Interação entre planta e herbívoro	9
2.3.1. Hábito alimentar e o comportamento de insetos.....	9
2.3.2. Seleção do hospedeiro pelo inseto	11
2.3.3. Influência de metabólitos secundários na preferência alimentar e de oviposição.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Criação de <i>Plutella xylostella</i>	17
3.2. Tabela de vida de fertilidade.....	19
3.3. Preferência para alimentação	21
3.4. Preferência para oviposição	23
4. RESULTADOS	26
4.1. Tabela de vida de fertilidade.....	26
4.2. Testes de múltipla chance de escolha para alimentação.....	28
4.3. Testes de múltipla chance de escolha para oviposição	30
4.4. Testes de dupla chance de escolha para alimentação e oviposição ..	31
5. DISCUSSÃO	38
6. CONCLUSÕES	43
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros de tabela de vida de fertilidade de *Plutella xylostella* após a criação isolada do inseto em diferentes variedades/cultivares de Brassicaceae.....28

Tabela 2 - Porcentagem de lagartas de *Plutella xylostella* nos diferentes variedades/cultivares de Brassicaceae após teste de múltipla chance de escolha para alimentação.....30

Tabela 3 - Porcentagem de ovos de *Plutella xylostella* nas diferentes variedades/cultivares de Brassicaceae em teste de múltipla chance de escolha para a oviposição.....31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção das brassicáceas no campo.....	16
Figura 2 - Produção das brassicáceas em casa telada. A) início do cultivo de mudas; B) vasos com plantas de couve; C) vasos com plantas de brócolis e repolho.....	17
Figura 3 - Esquema da criação da traça-das-crucíferas (THULER, 2009).....	18
Figura 4 - Recipientes utilizados na manutenção da criação da traça-das-crucíferas durante cada fase de desenvolvimento do inseto. A) fase larval; B) fase pupal; C) fase adulta; D) fase embrionária (THULER, 2009).....	19
Figura 5 - Placas utilizadas na experimentação para acompanhar o ciclo de vida de <i>Plutella xylostella</i> . A) Placas de Petri com discos de brassicáceas utilizadas durante a fase larval do inseto; B) Placas tipo Elisa® utilizadas durante a fase de pupa.....	21
Figura 6 - Gaiolas para cópula e oviposição de <i>Plutella xylostella</i> . A) vista superior. B) vista lateral.....	21
Figura 7 - A) Arenas com discos foliares. B) Testes de dupla chance de escolha para alimentação. C) Testes de múltipla chance de escolha para alimentação.....	23
Figura 8 - Gaiolas utilizadas nos testes de dupla e múltipla chance de escolha para a oviposição. A) vista superior – múltipla chance; B) vista superior - dupla chance; C) vista lateral.....	25
Figura 9 - Porcentagem de lagartas de <i>Plutella xylostella</i> em variedades/cultivares de brassicáceas em teste de dupla chance de escolha para a alimentação e para a oviposição na geração parental.....	32

Figura 10 - Porcentagem de lagartas de *Plutella xylostella* em variedades/cultivares de brassicáceas em teste de dupla chance de escolha para a alimentação e para a oviposição na geração F₃. A, a) Insetos criados em couve; B, b) Insetos criados em brócolis; C, c) Insetos criados em repolho.....33

Figura 11 - Porcentagem de lagartas de *Plutella xylostella* em variedades/cultivares de brassicáceas em teste de dupla chance de escolha para a alimentação e para a oviposição na geração F₆. A, a) Insetos criados em couve; B, b) Insetos criados em brócolis; C, c) Insetos criados em repolho.....34

Figura 12 - Porcentagem de lagartas de *Plutella xylostella* em variedades/cultivares de brassicáceas em teste de dupla chance de escolha para a alimentação e para a oviposição na geração F₁₂. A, a) Insetos criados em couve; B, b) Insetos criados em brócolis; C, c) Insetos criados em repolho.....35

Figura 13 - Porcentagem de lagartas de *Plutella xylostella* em variedades/cultivares de brassicáceas em teste de dupla chance de escolha para a alimentação e para a oviposição na geração F₁₅. A, a) Insetos criados em couve; B, b) Insetos criados em brócolis; C, c) Insetos criados em repolho.....36

Figura 14 - Porcentagem de lagartas de *Plutella xylostella* em variedades/cultivares de brassicáceas em teste de dupla chance de escolha para a alimentação e para a oviposição na geração F₁₈. A, a) Insetos criados em couve; B, b) Insetos criados em brócolis; C, c) Insetos criados em repolho.....37

Capacidade reprodutiva e preferência da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), para diferentes brassicáceas ao longo de gerações.

RESUMO - A traça das crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), é uma das pragas mais importantes de Brassicaceae no Brasil e no mundo, causando sérios danos em repolho, couve-flor e couve comum, entre outras. O objetivo desta pesquisa foi estudar os parâmetros populacionais e a resposta comportamental de *P. xylostella* criada por dezoito gerações, utilizando três variedades: *Brassica oleracea* var. *acephala* – couve manteiga híbrida HS-20, *B. oleracea* var. *italica* – couve brócolis Piracicaba e *B. oleracea* var. *capitata* – repolho Bob Cat. Para condução dos experimentos foram separados três lotes de pupas de *P. xylostella* da criação mantida no laboratório, no qual foram utilizadas apenas folhas de couve para sua manutenção. Cada lote foi mantido em substrato diferente, ou seja, a criação inicial foi dividida em três populações tendo como variável o substrato alimentar e de oviposição utilizado na criação (couve, brócolis ou repolho). Com os dados biológicos de *P. xylostella* foram estimados os parâmetros populacionais de tabela de vida de fertilidade a cada três gerações, comparando-se as cultivares testadas em relação ao desenvolvimento, sobrevivência e reprodução da praga. Além disso, lotes de insetos oriundos de cada substrato de criação foram separados a cada três gerações para realização de testes de dupla e múltipla chance de escolha (preferência para alimentação e oviposição). Os parâmetros populacionais de *P. xylostella* indicam que as brassicáceas testadas permitem o crescimento populacional do inseto nos respectivos hospedeiros. O comportamento de seleção hospedeira na fase pré-imaginal e imaginal de *P. xylostella* não é afetado pela experiência alimentar e de oviposição nos substratos testados até a geração F₁₈.

Palavras-chave: traça-das-crucíferas, comportamento de insetos, manejo integrado de pragas.

Reproductive capacity and preference of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), to different brassics over generations.

ABSTRACT - The diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), is one of the most important pests of Brassicaceae in Brazil and worldwide, causing serious damage to cabbage, cauliflower and kale common, among others. The aim of this research was to study the population parameters and the behavioral response of *P. xylostella* reared for eighteen generations, using three varieties: *Brassica oleracea* var. *acephala* - cabbage hybridizes HS-20, *B. oleracea* var. *italica* - Piracicaba broccoli and *B. oleracea* var. *capitata* - cabbage Bob Cat. To conduct the experiments were separate three batches of DBM from pupae held in the laboratory setting, in which only kale leaves were used for maintenance. Each batch was kept at different substrate, namely the initial rearing was divided into three populations having as variable the feeding and oviposition substrate used in rearing (kale, broccoli, and cabbage). With biological data of *P. xylostella* were estimated the population parameters of fertility life table every three generations, comparing the tested cultivars in relation to the development, survival and reproduction of the pest. Moreover, lots of insects derived from each rearing substrate were separated every three generations for performing dual choice and multiple-choice tests (preference for feeding and oviposition). The population parameters of *P. xylostella* indicate that brassicas tested allow the insect population growth in their hosts. The host selection behavior in pre-imaginal and imaginal stage of *P. xylostella* is not affected by food and oviposition experience on substrates up to F18 generation.

Keywords: diamondback moth, insect behavior, integrated pest management.

1. INTRODUÇÃO

As plantas defendem-se de insetos herbívoros através de mecanismos que podem garantir a sua sobrevivência. Dentre esses mecanismos, Giles et al. (2001) citaram a dispersão da progênie, tolerância à injúrias dos herbívoros através de adaptações fenotípicas (pelos, tricomas, espinhos, camada cerosa sobre as folhas, conteúdo de fibras nos tecidos) ou químicas, como fatores relacionados a alocação de recursos.

As plantas produzem compostos primários chamados metabólicos primários essenciais à vida da planta (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001), e também, metabólicos secundários responsáveis pela sua sobrevivência, promovendo vantagens adaptativas sobre outras plantas e protegendo-as contra herbívoros (TAIZ; ZEIGER, 2004).

De modo geral, plantas são ricas em substâncias químicas do metabolismo secundário, que são utilizadas para a própria defesa do vegetal, agindo diretamente contra o inseto ou atraindo os inimigos naturais desses herbívoros através de voláteis e afetando, assim, o desempenho das populações de insetos (EDWARDS; WRITTEN, 1981).

A produção desses compostos do metabolismo secundário tem sua capacidade determinada geneticamente, mas as plantas apresentam ampla variação nas quantidades desses compostos em diferentes estádios de vida e pressão de ataque de herbívoros (EDWARDS; WRITTEN, 1981).

Brassicaceas são vegetais que apresentam um grupo peculiar de metabólicos secundários chamados glucosinolatos (KONROLEVA et al., 2000; VAUGHN; BERHOW, 2005). Os glucosinolatos (β -D-tioglucose) são derivados de aminoácidos e conferem o sabor, odor e aromas específicos desta família (BENNETT et al., 2004; VIG et al., 2009; WIELANEK et al., 2009).

As plantas produtoras de glucosinolatos apresentam pelo menos uma enzima β -tioglucosídeo-glucohidrolase, conhecida como mirosinase (β -tioglucosidase), responsável pela hidrólise dos glucosinolatos (HUSEBYE et al., 2002; HALKIER; GERSHENZON, 2006; HAYES et al., 2008; WIELANEK et al., 2009;).

Quando os tecidos vegetais são lesados, as células vegetais são rompidas, e os glucosinolatos, mantidos separados da mirosinase, entram em

contato com a enzima, e dão origem a produtos voláteis pungentes. Dentre os produtos voláteis em Brassicaceae, encontram-se os isotiocianatos, cianetos orgânicos, epitionitrilas, oxazolidinonas e tiocianatos (MASTELIC et al., 2008), que podem influenciar a alimentação ou oviposição do herbívoro.

Quanto às defesas físicas das plantas, a presença de cera na cutícula confere um fator de proteção contra a herbivoria, pois camadas densas de cera dificultam a alimentação de formas jovens, reduzindo a sobrevivência das formas jovens dos insetos que se desenvolvem nessas plantas (EIGENBRODE; ESPELIE, 1995).

A espessura de algumas cutículas tem sido relatada como causa de resistência de certas plantas a insetos herbívoros, reduzindo a sua alimentação, impedindo (ou dificultando) sua penetração. Esse fator, espessura, parece atuar principalmente em insetos de pequeno porte e sobre seus primeiros ínstaes. A epiderme de textura rígida (dureza) também constitui uma barreira mecânica a algumas espécies (LARA, 1979).

O sucesso alimentar para insetos herbívoros envolve estratégias comportamentais, e suas consequências são centrais para o entendimento de que podem, ou não, ser limitados ou influenciados por atributos das plantas (HOCHULI, 2001). A escolha de uma planta hospedeira envolve, frequentemente, aleloquímicos agindo como atrativos, estimulantes, repelentes e deterrentes (BERNAYS; GRAHAM, 1988; SLANSKY, 1993).

Insetos considerados especialistas, além de distinguirem, plantas hospedeiras de não hospedeiras, são capazes de discriminar a sua qualidade (SCRIBER, 1982). Mas o comportamento alimentar dos insetos pode mudar de acordo com o seu estágio de desenvolvimento. Tanto larvas como adultos de muitos insetos holometábolos diferem substancialmente quanto às dietas e comportamentos alimentares, mas mesmo assim pequenas mudanças podem ocorrer durante os ínstaes larvais e/ou durante diferentes etapas da vida adulta (BROWNE, 1995).

O processo de seleção hospedeira pelo inseto compreende duas etapas, primeiro a identificação de seu hospedeiro, à distância, utilizando-se de recursos olfativos e visuais e, segundo, reconhece o hospedeiro por recurso gustativo, assim, a planta é reconhecida como hospedeira e a atração ocorre (BERNAYS; CHAPMAN, 1994; SCHOONHOVEN, 1998; BRUCE et al., 2005).

Como em geral as larvas são de pouca mobilidade, não podendo migrar a longas distâncias, as fêmeas escolhem o hospedeiro para desenvolvimento e sobrevivência da prole e este comportamento é mediado por alterações hormonais no inseto (RENEWICK; CHEW, 1994).

A localização do hospedeiro por mariposas é amplamente orientada por voláteis fitoquímicos principalmente mono e sesquiterpenoides (BERNAYS; CHAPMAN, 1994; SCHOONHOVEN et al., 1998). A habilidade que as fêmeas apresentam em parar a produção de feromônio ou a liberação até que o hospedeiro seja localizado, coordena seu comportamento reprodutivo com a disponibilidade de alimento para seus descendentes (RAINA et al., 1992).

Partindo do hábito fitofágico de alguns grupos de insetos, Hopkins em 1917 constatou pela primeira vez o princípio da “seleção hospedeira”, sendo que o condicionamento pré-imaginal tem sido objeto de debate, onde se enfatiza a hipótese do inseto em sua fase pré-imaginal (pré-imago ou imatura) adquirir preferência para ovipositar em substratos nos quais se desenvolveu anteriormente (BARRON; CORBET, 1999; BARRON, 2001; LIU, LIU, 2006), ou seja, preferência contida nas formas jovens e/ou adulto, resultando em efeitos de condicionamento pré-imaginal sobre a preferência para alimentação e/ou oviposição (LIU, LIU, 2006).

Phillips (1977) e Jaenicke (1983) não confirmaram o princípio de Hopkins para certos insetos, enquanto outros afirmam que o princípio é válido se forem apresentados para escolha de hospedeiros muito diferentes (SMITH; CORNELL 1979). Estudos com os dípteros Tephritidae, *Rhagoletis pomonella* (Walsh), *Ceratitis capitata* (Wied.) e *Dacus tryoni* (Froggatt) demonstraram que a experiência prévia de oviposição pode interferir no processo de seleção de novos frutos hospedeiros (PROKOPY et al., 1982; PAPA; PROKOPY, 1986; PROKOPY; FLETCHER, 1987). Tabashnik et al. (1981) afirmam que além do condicionamento larval, o condicionamento do adulto, por meio da formulação da imagem de procura, e a variação genética (JERMY, 1987), também podem causar variação individual na preferência para oviposição.

O princípio do condicionamento pré-imaginal foi demonstrado inicialmente por Hopkins para *Dendroctonus monticolae* Hopkins, 1905 (Coleoptera: Scolytidae), posteriormente verificado para outras espécies de

insetos (BARRON, 2001) e de ácaros, como alguns Tetranychidae (SOUSA et al., 2010). Tal princípio não foi ainda demonstrado para *P. xylostella*, embora diferenças significativas no desenvolvimento e reprodução desta praga em relação a diferentes brassicáceas já tenham sido relatadas (DE BORTOLI et al., 2011). Essas diferenças foram observadas após a criação da espécie em diferentes substratos em apenas uma geração, sendo assim necessários estudos por várias gerações sucessivas, para que se possa determinar se o substrato de alimentação e/ou oviposição influencia a preferência deste herbívoro.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi estudar a capacidade reprodutiva e a preferência de *P. xylostella*, por dezoito gerações em laboratório, em três variedades/cultivares de Brassicaceae.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Brassicaceae

Com aproximadamente 4000 espécies e cerca de 400 gêneros, a família Brassicaceae encontra-se dentre aquelas com maior número de espécies do grupo das dicotiledôneas (JOHNSTON et al., 2000; KOCH; HAUBOLD; MITCHELL-OLDS, 2001). Nos registros escritos que datam de 1.500 a.C., as brassicáceas situam-se entre as plantas de mais antigo cultivo (RAYMER, 2002). Originária do norte da costa do mar Mediterrâneo, Ásia Menor e costa Ocidental Europeia (FREITAS LUZ; SABOYA; SILVA PEREIRA, 2002), as brassicáceas se espalharam por toda Europa no início do século XVII (CEASA, 2013a). As primeiras variedades a serem cultivadas foram couve-de-folha, couve-rábano e o repolho (NIEUWHOF, 1969). A introdução de espécies da família no Brasil se deu com a chegada dos primeiros imigrantes italianos (CEASA, 2013b), sendo a couve (*Brassica. oleracea* var. *acephala*) a mais comum; é considerada, em termos genéticos, a espécie mais próxima do ancestral silvestre, originando todas as variedades cultivadas conhecidas e, ainda hoje, encontrada nas costas do mar Mediterrâneo e no litoral atlântico da Europa Ocidental.

Diversas espécies de brassicáceas cultivadas são destinadas à alimentação, obtenção de óleos comestíveis, ornamentação e olericultura, propiciando considerável retorno financeiro (VICKERS et al., 2004).

O repolho (*B. oleracea* var. *capitata*) destaca-se como uma das principais espécies cultivadas no Brasil e, segundo a ABCSEM (2013), a produção brasileira superou 1,3 milhão de toneladas em 2010/2011, gerando, para o produtor, um valor médio correspondente a R\$ 627,2 milhões. Essa variedade possui embricamento das folhas, formando a “cabeça” que é a parte comercializada da planta. Em 2012, só no Estado de São Paulo, as áreas de cultivo com brócolis, couve e repolho foram 2.457,13; 1.038,65 e 10.101,76 hectares, respectivamente (IEA, 2013). Devido à alta capacidade adaptativa das espécies da família, elas podem ser cultivadas em diversas regiões do mundo (SUWABE et al., 2006; HONG et al., 2008).

Apesar das brassicáceas se adaptarem a várias condições abióticas adversas, sua produção pode ser limitada pelo ataque de pragas, tendo como a principal a traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella*, além de outros insetos como os pulgões, *Brevicoryne brassicae* (L., 1758) (Hemiptera: Aphididae) e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae); curuquerê-da-couve, *Ascia monuste orseis* (Latr., 1819) (Lepidoptera: Pieridae); mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Genn., 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae); lagarta-rosca, *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1767) (Lepidoptera: Noctuidae); e a lagarta-mede-palmo, *Trichoplusia ni* (Hueb., 1802) (Lepidoptera: Noctuidae) (GALLO et al., 2002).

2.2. Traça-das-crucíferas - *Plutella xylostella*

2.2.1. Importância econômica

P. xylostella é a uma das pragas mais importantes de Brassicaceae, sendo registrada a primeira ocorrência de dano no Brasil no Estado da Bahia (BONDAR, 1928) em cultivo de repolho. A traça-das-crucíferas pode causar elevados prejuízos, especialmente em repolho, podendo ocasionar, em alguns casos, reduções de até 90% na produção, com o gasto para seu controle podendo representar até 50% do custo total de sua produção (LIM, 1986; SILVA et al., 1993; CHARLESTON; KFIR, 2000; BIOCONTROLE, 2013).

Seu grande potencial de dano e importância econômica se deve, principalmente, ao curto ciclo biológico e alto potencial reprodutivo, o que determina grande número de indivíduos e de gerações anuais (FRANÇA et al., 1985).

2.2.2. Ciclo biológico

O período de ovo a adulto da traça-das-crucíferas pode chegar a 12 dias, em temperaturas mais elevadas, sendo este fator abiótico determinante para o desenvolvimento do inseto (DIAS; SOARES; MONNERAT, 2004). Pode apresentar 6 gerações por ano em regiões mais frias (BERTELS, 1956),

enquanto em áreas tropicais pode atingir até 15 gerações anuais (POELKING, 1992).

Os ovos de *P. xylostella* são de formato elíptico, planos, com relevos ondulados, medindo, em média, menos de 1 mm de diâmetro. São depositados isoladamente ou em grupos de 2 ou 3, tendo período de incubação de 2 a 4 dias (GALLO et al., 2002; MEDEIROS et al., 2003).

As fêmeas colocam de 150 a 360 ovos durante o ciclo reprodutivo (TORRES 2004), sendo as posturas dispostas preferencialmente na face abaxial da folha, próximas à nervura central (MEDEIROS et al., 2003; THULER, 2009).

Após três a quatro dias eclodem as lagartas, de coloração esbranquiçada, que penetram no interior da folha, passando a alimentarem-se do mesófilo foliar, por 2 ou 3 dias, medindo nesta fase cerca de 2 mm de comprimento; logo após abandonam o mesófilo foliar e passam a se alimentar da epiderme inferior da folha (GALLO et al., 2002; MEDEIROS et al., 2003), causando injúrias generalizadas; podem também atacar inflorescências, inutilizando-as para o consumo. A partir do 2º ínstar, as lagartas passam a ter coloração verde-clara, com cabeça parda e cerdas escuras esparsas distribuídas pelo corpo. A fase larval se completa com quatro ínstaes, sendo que no quarto as lagartas constroem um delicado casulo de seda branca (MEDEIROS et al., 2003), onde se formam as pupas (MONNERAT, 1995). As lagartas atingem o máximo desenvolvimento (8 a 10 mm de comprimento) 9 a 10 dias após a eclosão (GALLO et al., 2002), apresentando nesta fase coloração verde brilhante. Tagliari (2007) cita que as lagartas podem se alimentar de pontos de crescimento das folhas impedindo seu desenvolvimento normal.

As pupas se formam geralmente na parte inferior das folhas, na base das cabeças de repolho e no interior das inflorescências de brócolis e couve-flor. Nos primeiros dias são verde-claras e, próximo à emergência dos adultos, marrons; medem cerca de 10 mm de comprimento (CASTELO BRANCO; FRANÇA, 2001). Cerca de 4 dias após a formação da pupa, ocorre a emergência do adulto (GALLO et al., 2002).

Os adultos têm hábito noturno e durante o dia se escondem na folhagem da planta. Os machos, quando em repouso, exibem uma mancha clara

(prateada) na parte dorsal e em forma de diamante, sendo devido a isso comumente conhecida por “diamondback moth”. É possível distinguir o dimorfismo sexual nos adultos observando-se a parte ventral do inseto; no final do abdome, o macho apresenta uma “fenda”, enquanto a fêmea possui duas manchas circulares de coloração escura (VACARI, 2009). A diferenciação de sexos mais comum é feita em insetos adultos, mas na fase larval é possível também diferenciar machos de fêmeas entre o terceiro e quarto estádios. Nessa fase, lagartas que darão origem a adultos machos apresentam o quinto segmento abdominal mais claro do que os segmentos adjacentes, enquanto nas fêmeas todos os segmentos são de mesma coloração (LIU; TABASHNIK, 1997).

2.2.3. Hábito

Durante a fase larval, quando as lagartas de *P. xylostella* são perturbadas, se contorcem e recuam rapidamente e muitas vezes ficam penduradas nas folhas presas por um fio de seda. Quando ameaçadas de caírem, voltam a subir na folha pelo fio de seda (MAU; KESSING, 2007).

Nos primeiros ínstaes as lagartas são mais suscetíveis ao “afogamento” do que nos ínstaes finais, e essa vulnerabilidade pode corresponder a mais de 50% de mortalidade das lagartas em tempo chuvoso (HARCOURT, 1957; MAU; KESSING, 2007).

Os adultos apresentam hábito noturno com a atividade de voo se iniciando ao anoitecer e terminando antes do nascer-do-sol, com duração de voo de 2 a 4 horas após o pôr-do-sol (GOODWIN; DANTHANARAYANA, 1984; MAU; KESSING, 2007). O acasalamento dura cerca de 1 hora e inicia no mesmo dia da emergência, geralmente ao entardecer, enquanto as mariposas ainda estão sobre as folhas; se houver perturbação durante a cópula, a fêmea conduz o macho para um local protegido na planta. A oviposição ocorre após o anoitecer, com picos de postura durante as duas primeiras horas da noite, sendo poucos ovos colocados na madrugada (MAU; KESSING, 2007).

Durante o dia as mariposas voam pouco e a curtas distâncias. A dispersão pode alcançar distâncias maiores com a ajuda do vento. A maior

altitude de voo pode chegar a 5 metros do solo e raramente voam em temperaturas abaixo de 12°C (HARCOURT, 1957).

2.3. Interação entre planta e herbívoro

As características da planta que afetam o desempenho do inseto incluem a sua composição nutricional, aleloquímicos, características físicas como dureza, tamanho, idade, forma e textura, teor de água, nitrogênio, fibras, além de interações com predadores, mutualistas ou o ambiente onde as plantas crescem. Além disso, existem outros fatores intrínsecos a esta interação e sempre que possível devem ser estudados em condições de campo (RENWICH, 1983; TABASHNIK; SLANSKY JUNIOR, 1987; THOMPSON, 1988; BITTENCOURT-RODRIGUES; ZUCOLOTO, 2005).

A idade da planta, por exemplo, pode afetar o desempenho do inseto e algumas espécies podem ter maiores taxas de crescimento, sobrevivência e ganho de peso, quando se alimentam de folhas jovens (BITTENCOURT-RODRIGUES; ZUCOLOTO, 2005), e, dependendo da planta, pode ou não ser aceita ou preferida para alimentação e oviposição (SINGER, 1986).

2.3.1. Hábito alimentar e o comportamento de insetos

A alimentação é de fundamental importância para os insetos se desenvolverem e reproduzirem, sendo que para conseguirem o alimento com eficiência eles precisam utilizar seu comportamento de busca, com o objetivo de localizar, reconhecer e aceitar o alimento como adequado para o consumo. Assim, o alimento, entre outras características, pode influenciar a evolução dos insetos, expondo-os a várias pressões seletivas, de tal modo que o tipo de alimento está fortemente ligado ao comportamento e à fisiologia (MATTHEWS; MATTHEWS, 1978; SLANSKY JUNIOR; RODRIGUES, 1987; ZUCOLOTO, 2000).

Para que um organismo tenha determinado qualitativa e quantitativamente se suas funções vitais estão funcionando dentro dos padrões biológicos exigidos, são necessários estudos visando determinação das necessidades desse organismo (ZUCOLOTO, 2000). Devido à diversidade de

insetos, são várias as formas de alimentação, as respostas à qualidade nutricional do hospedeiro e ao ambiente, embora a semelhança entre os insetos quanto ao tipo de necessidades nutricionais sejam fortes. Tais fatos têm incentivado e gerado vários estudos sobre os hábitos alimentares dos insetos (FERNANDES; PRICE, 1988; WEIS; BEREMBAUM, 1989; WHITMAN; BLUM; SLANSKY JUNIOR; 1994; RIBEIRO; CARNEIRO; FERNANDES, 1998).

Existem muitas variáveis que podem influenciar a alimentação do herbívoro, tais como: estações do ano, estágio de desenvolvimento da planta, o tecido vegetal, além das condições climáticas e de solo (SCHOONHOVEN et al., 1990), sendo que alguns insetos conseguem adaptar-se à essas mudanças e outros não.

De acordo com as condições ambientais, com o valor nutricional, com a disponibilidade do hospedeiro e com a aceitabilidade pelo inseto, torna-se variável o desenvolvimento biológico do animal, de acordo com o conteúdo alimentar ingerido e digerido pelo inseto (SCHOWALTER, 1996).

Em várias espécies de insetos herbívoros, a fêmea seleciona o local para oviposição aonde sua descendência irá se alimentar, e, segundo alguns estudos, a seleção hospedeira é regulada por genes que codificam a seleção de hospedeiros pelas formas jovens. Assim, o número de hospedeiros do imaturo é maior do que o de hospedeiros para oviposição dos adultos (WIKLUND, 1975).

Diversos estudos têm abordado se a existência ou não de preferência para oviposição em insetos herbívoros satisfazem inteiramente o desempenho de sua prole. Nos hospedeiros selecionados, de forma geral, há boa resposta dos insetos quanto aos parâmetros sobrevivência, crescimento e reprodução. Essas questões não devem ser aceitas de forma geral, visto como exemplo, as larvas de *Papilio machaon* L., 1758 (Lepidoptera: Papilionidae), que podem apresentar altas taxas de sobrevivência nas mesmas plantas em que as fêmeas aceitaram para a oviposição, existindo algumas assimetrias entre a preferência para a oviposição e o desempenho larval (GRATTON; WELTER, 1998; LEATHER; AWMACK, 2002; SCHOONHOVEN, 2005).

2.3.2. Seleção do hospedeiro pelo inseto

Apesar da dificuldade no entendimento do comportamento da seleção hospedeira pelos insetos (SCHOONHOVEN, 1998), são conhecidas algumas rotas de localização de uma planta hospedeira potencial, como por meio da visão e olfato, na percepção de odores, o contato com a superfície da planta por meio de quimiosensores de contato, nos tarsos e nos ovipositores, que respondem às substâncias químicas do alimento (FEENY, 1976). Além disso, o alimento ingerido pelo imaturo pode mudar sua preferência, de acordo com suas necessidades nutricionais (VAN LOON; DICKE, 2001). Entre alguns exemplos estão: as larvas de 5º ínstar de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) preferem alimentos ricos em carboidratos a alimentos ricos em proteínas, enquanto larvas dos primeiros ínstares preferem alimentos com altos teores proteicos (ZUCOLOTO, 1987). Para lagartas de *A. monuste orseis*, entretanto, a experiência previa é utilizada como seleção hospedeira (BERNAYS; WEISS, 1996).

O contato com diversos hospedeiros pode resultar em variação de preferência pelo inseto (SINGER, 1986). Muitas espécies de insetos fitófagos que tiveram alimentação prévia com um determinado alimento demonstraram preferência pelo mesmo alimento (BERNAYS, 1995). Tal fato ocorreu com os lepidópteros *Manduca sexta* (L., 1763) (Lepidoptera: Sphingidae) (SAXENA; SCHOONHOVEN, 1982) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) (JERMY, 1987). Os mecanismos fisiológicos da indução, mesmo comuns, são pouco estudados (BERNAYS; WEISS, 1996).

A resistência de plantas a insetos pode provocar erros de interpretação nos trabalhos que visam observações sobre a seleção hospedeira pelo inseto. A resistência de um genótipo de planta pode estar vinculada a características do inseto (oviposição, tamanho e peso, ciclo biológico, mortalidade, fecundidade e/ou viabilidade) ou da planta hospedeira (produção e qualidade do seu produto, na destruição dos órgãos vegetais e na mortalidade) (VENDRAMIM; NISHIKAWA, 2001), sendo os mecanismos envolvidos na resistência classificados em três grupos principais: antixenose ou não preferência, antibiose e tolerância (GILARDÓN et al., 2001; LEITE, 2004; FANCELLI et al., 2005).

A não preferência ou antixenose significa que por algum motivo o inseto não prefere a planta para se alimentar, ovipositar ou se desenvolver (LEITE et al., 1995); na antibiose o inseto se alimenta da planta, mas ocorrem alterações no seu desenvolvimento, sendo os principais o prolongamento do ciclo, a mortalidade das fases jovens, a redução da fecundidade e a alteração na razão sexual (GIUSTOLIN; VENDRAMIN, 1994).

Quando a planta é menos danificada que as demais com um mesmo nível populacional de insetos, sem acarretar perdas significativas na produção, por emissão de novos ramos ou “perfilhos”, regeneração do tecido danificado ou outro meio, não havendo também perda na qualidade e na quantidade da produção, diz-se que a planta é resistente por tolerância (GALLO et al., 2002).

2.3.2.1. Influência de metabólicos secundários na preferência alimentar e de oviposição

A preferência de um inseto por uma planta já intrigava os chineses, criadores do bicho-da-seda, *Bombyx mori* L., 1758 (Lepidoptera: Bombycidae), que tem as folhas de amoreira (*Morus alba* L. e *Morus nigra* L.) como único alimento (KOGAN, 1976; HARBORNE, 1977). A preferência alimentar nos insetos chegou a ser chamada de “instinto botânico” (FABRE, 1890).

A primeira descrição sobre compostos químicos envolvidos na interação inseto-planta foi apresentada por Verschaffelt (1910), que, estudando lagartas e adultos de *Pieris brassicae* (L., 1758) ou *P. rapae* (L., 1758) (Lepidoptera: Pieridae) e plantas de crucíferas, observou a atração destes insetos por uma substância chamada de sinigrina (2-propenylglucosinolate), presente nessa família botânica.

Ao ser proposta a primeira relação inseto-planta, denominada de “Evolução Paralela”, fundamentando-se na existência de um acoplamento entre a evolução das plantas e dos insetos fitófagos, acreditava-se que o estímulo de um inseto fitófago em direção ao seu hospedeiro era ditado por fatores nutricionais qualitativos e quantitativos. Essa teoria foi questionada por Brues (1920) e Dethier (1941), quando sugeriram que certas substâncias atuavam como fonte de estímulo, guiando o inseto para seu alimento (planta) preferido.

A seleção de plantas hospedeiras pelos insetos, mediada por metabólitos secundários, foi defendida por Dethier (1947) e Fraenkel (1953), sendo conhecida como Teoria das Substâncias Secundárias. Estas substâncias secundárias, como glicosídeos, alcaloides, terpenos, fenóis e óleos essenciais, foram conceituadas como de ocorrência irregular entre as plantas e restritas a certos grupos vegetais, e que aparentemente não possuíam nenhuma função atuante na fisiologia dos mesmos.

Em trabalhos com afídeos foi proposta a teoria da “Discriminação Dualística”, sugerindo que a seleção do hospedeiro é regida por dois tipos de estímulos, o exótico, fornecido pelas substâncias secundárias, e o nutritivo, por nutrientes essenciais ou não (KENNEDY, 1958). Cartier (1968) demonstrou definitivamente a influência das substâncias nutritivas, relatando seus efeitos na alimentação de pulgões, quando demonstraram maior preferência pela dieta mais adequada quanto ao balanceamento nutricional.

Para muitas espécies de insetos fitófagos foi demonstrada a existência de aprendizagem associativa de forma positiva. No caso da oviposição, enquanto uma substância química específica volátil funciona como estímulo não condicionado, a cor da folha ou a forma podem ser os estímulos condicionados. Por exemplo: a sinigrina, presente em Brassicaceae, estimula a oviposição em *P. rapae*, sendo que indivíduos podem ser treinados com esta substância para ovipositar sobre discos de diferentes papéis coloridos (BERNAYS; CHAPMAN, 1994).

Em insetos holometabólicos, a reorganização do sistema nervoso durante a metamorfose é tão complexa, que se torna difícil visualizar persistência da memória química sensorial com uma base neural, e para este grupo de insetos, tem sido comprovada a aprendizagem nos estágios larval e adulto (CARLSON, 1991; BERNAYS, 1995).

Em 1964 foi proposta a teoria da coevolução, também conhecida como evolução sequencial ou recíproca, pela qual as plantas teriam a tendência de se adaptar continuamente às mudanças que podem ocorrer nos insetos fitófagos e vice-versa (EHRlich; RAVEN, 1964). Por essa teoria, alguns insetos exibem condicionamento pré-imaginal, que consiste no fato dos adultos preferirem se alimentar ou ovipositar na variedade de planta da qual se alimentou anteriormente (LARA, 1979). Essa adaptação do inseto ao seu

substrato pode ser alterada por modificações evolutivas da planta e, como consequência, o herbívoro precisa se adaptar a essas características para sua sobrevivência, havendo evolução mútua entre o inseto e seu hospedeiro, ou seja, há coevolução entre os organismos de um ecossistema.

Segundo Hopkins (1916 e 1917), uma espécie que se reproduz em dois ou mais hospedeiros vai preferir continuar se reproduzindo no hospedeiro ao qual está mais adaptada. Fazendo-se uma abordagem evolutiva do tema, chega-se a esta conclusão a partir de observações feitas na disseminação de *D. monticolae*, o besouro do pinheiro de montanha, sinônimo de *D. ponderosae* Hopkins, 1902 (Coleoptera: Scolytidae), que, em áreas mistas de pinheiros, preferia atacar *Pinus contorta* Douglas, em relação ao *P. ponderosa* Douglas, embora ambas as espécies fossem adequadas para seu desenvolvimento. Nesse sentido, Lara (1979) salienta que o condicionamento pré-imaginal deve ser estudado de maneira específica.

Assim, em testes com chance de escolha, tanto para alimentação como para oviposição, têm sido obtidos resultados que ajudam o entendimento do comportamento de insetos na seleção hospedeira. Tagliari (2007) verificou que as variedades couve-manteiga de Ribeirão Pires e couve-manteiga de São José se destacaram entre outros genótipos de couve como os mais atrativos para consumo e oviposição de *P. xylostella*.

No trabalho realizado por De Bortoli et al. (2013), utilizando couve “Manteiga da Geórgia”, couve-flor “Bola de Neve”, brócolis “Ramoso Piracicaba Precoces”, repolho “Chato de Quintal” e os híbridos “Midori”, “TPC668”, “TPC308” e “TPC681”, foi constatado, por meio de parâmetros de tabela de vida de fertilidade, que “TPC668”, “TPC308” e “TPC681” mostraram-se prejudiciais ao desenvolvimento de *P. xylostella*, com níveis de resistência semelhantes aos híbridos comerciais “Midori” e “Chato de Quintal”.

Dentre os metabólitos secundários, a sinigrina tem grande importância na interação inseto-planta, podendo tanto afetar negativamente insetos polívoros, como o pulgão *M. persicae*, como não influenciar algumas espécies de insetos com alto grau de especificidade em brassicáceas, como o pulgão *B. brassicae*, ou ainda afetar positivamente, como ocorre com o especialista *P. xylostella*, onde estimula a alimentação e oviposição (SPENCER; PILLAI; BERNAYS, 1999; SHELTON; NAULT, 2004; SARFRAZ; DOSDALL; KEDDIE,

2006; HOPKINS; VAN DAM; VAN LOON, 2009). Nesse sentido, segundo CARVALHO et al. (2010), a sinigrina em baixas concentrações não afetou o desenvolvimento de *P. xylostella*, mas quando em concentrações elevadas reduziu a viabilidade do inseto.

Por outro lado, Thuler et al. (2007) mostraram a não ocorrência de sinigrina em algumas brassicáceas, como na couve-manteiga da Geórgia, indicando que a presença do metabólito pode ser variável nas diferentes espécies.

O sucesso reprodutivo de *P. xylostella* pode ser afetado pela escolha do hospedeiro que fêmeas fazem para oviposição, tendo em vista que o desenvolvimento, a sobrevivência e o potencial reprodutivo dos insetos são influenciados pela planta hospedeira. Estudos revelaram grande variação no desenvolvimento, sobrevivência e reprodução de insetos fitófagos em diferentes hospedeiros (AWMACK; LEATHER, 2002), de forma que a habilidade dos adultos em discriminar os hospedeiros, baseado na sua qualidade nutricional, pode ser um fator crucial para obtenção do sucesso reprodutivo (THOMPSON, 1988). Em regiões temperadas, brassicáceas silvestres são de fundamental importância na manutenção de populações de *P. xylostella*, quando as cultivadas não se encontram disponíveis (TALEKAR; SHELTON, 1993), evidenciando que, mesmo não preferindo um determinado substrato, o inseto utiliza-o a fim de sobreviver.

Junto ao desempenho da prole, a preferência para oviposição é uma importante característica que define a habilidade de um inseto fitófago em utilizar uma espécie de planta em particular (FUTUYMA; PETERSON, 1985).

Drosophila melanogaster (Meigen, 1830) (Diptera: Drosophilidae), *Musca domestica* (L., 1758) (Diptera: Muscidae) e *Hyssopus pallidus* (Askew, 1964) (Hymenoptera: Eulophidae) demonstraram evidências da ocorrência de condicionamento pré-imaginal (TULLY; CAMBIAZO; KRUSE, 1994; RAY, 1999; GANDOLFI; MATTIACCI; DORN, 2003), sendo que em insetos holometábolos essa aprendizagem pode ocorrer tanto na fase larval como na adulta (PAPAJ; PROKOPY, 1989; BERNAYS, 1995).

Corbet (1985) propôs a hipótese de “herança química” (“legado químico”), que diz que quantidades mínimas de substâncias químicas dentro da pupa, ou sobre a superfície das mesmas, poderiam influenciar na preferência

para oviposição do adulto pelo condicionamento, que chamou de “emergencial” ou aprendizagem adulta (STORECK et al., 2000).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em sala climatizada com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 h de luz/12 h de escuro. As variedades/cultivares foram cultivadas em área experimental da FCAV - Unesp, Jaboticabal, SP (Figura 1), com solo corrigido com a fórmula 4-14-8 (NPK), sendo realizada também adubação de cobertura com sulfato de amônia 20 dias após cada transplante, aplicando-se 20kg/ha. As plantas foram constantemente irrigadas nos períodos de estiagem durante 1 h por dia, utilizando-se o sistema de gotejamento. Além do plantio de campo, as variedades/cultivares também foram mantidas em casas teladas (Figura 2). Foram utilizadas três variedades/cultivares de importância para a região nordeste do estado de São Paulo: *B. oleracea* var. *acephala* – couve Manteiga híbrida HS-20, *B. oleracea* var. *italica* – couve brócolis Piracicaba e *B. oleracea* var. *capitata* – repolho Bob Cat.

Figura 1 - Produção das brassicáceas no campo.

Figura 2 - Produção das brassicáceas em casa telada. A) início do cultivo de mudas; B) vasos com plantas de couve; C) vasos com plantas de brócolis e repolho.

3.1. Criação de *Plutella xylostella*

Para iniciar as populações de *P. xylostella* em couve, brócolis e repolho, 3.000 pupas foram retiradas da criação do Laboratório de Biologia e Criação de Insetos - LBCI, geração 185, mantida em couve e subdividida em três populações com 1.000 pupas cada. Os insetos foram criados utilizando-se a metodologia citada por Thuler (2009) (Figuras 3 e 4). A criação e a manutenção das populações em couve, brócolis e repolho foram conduzidas separadamente com cada uma das variedades/cultivares até a 18ª geração do inseto.

Na condução das criações, adultos recém-emergidos foram liberados em gaiolas de plástico transparente de 13 cm de diâmetro e 15 cm de altura (Figura 5 A e B) contendo um disco foliar de 8 cm de diâmetro (substrato de oviposição), colocado sobre um disco de papel filtro do mesmo tamanho, levemente umedecido, sendo ambos dispostos sobre um copo plástico transparente com a abertura voltada para baixo, ficando, assim, o disco foliar elevado no interior da gaiola. No interior desta gaiola ocorreu cópula, fecundação e oviposição. Na parte superior da gaiola de criação foi feita uma abertura de 2,3 cm, que foi utilizada para fixação de uma esponja embebida em solução de mel a 10%, para a alimentação dos adultos. Em cada gaiola também foi feita uma abertura lateral quadrada (10 × 10 cm), coberta com filme

plástico PVC, que serviu para a troca do substrato de oviposição. Os discos foliares com as posturas foram retirados e transferidos para placas de Petri, onde permaneciam até a eclosão das lagartas, que eram na sequência transferidas para caixas plásticas (30 × 15 × 10 cm) contendo folhas das diferentes brassicáceas, repostas a cada 24 horas, até alcançarem a fase pupal. As pupas foram coletadas com o auxílio de pincel e/ou pinça e acondicionadas em tubos de ensaio de fundo chato (8 × 2 cm) vedados com filme plástico PVC, com pequenos furos feitos com um estilete, para melhorar a aeração interna.

Figura 3 - Esquema da criação da traça-das-crucíferas (THULER, 2009).

Figura 4 - Recipientes utilizados na manutenção da criação da traça-das-crucíferas durante cada fase de desenvolvimento do inseto. A) fase larval; B) fase pupal; C) fase adulta; D) fase embrionária (THULER, 2009).

3.2. Tabela de vida de fertilidade

Os experimentos foram conduzidos com indivíduos de *P. xylostella* de três populações, sendo uma criada somente com folhas de couve, outra com folhas de brócolis e outra com folhas de repolho. A experimentação para determinação das características biológicas de *P. xylostella* em cada variedade/cultivar (couve, brócolis e repolho) foi realizada a cada três gerações do inseto até a 18ª geração.

Cento e cinquenta lagartas de primeiro estágio de *P. xylostella*, recém-eclodidas, de cada uma das populações foram distribuídas em placas de Petri (9 cm de diâmetro) contendo discos foliares de couve, repolho ou brócolis (8 cm de diâmetro). Cada variedade/cultivar foi considerada um tratamento. O disco de folha foi colocado sobre papel filtro levemente umedecido com água destilada. As placas foram fechadas com a tampa e vedadas com filme plástico PVC (Figura 5A), para manter a umidade e evitar a fuga dos insetos. Cada placa de Petri constituiu uma repetição, com total de 5 repetições com 10 lagartas cada por variedade/cultivar. As avaliações da viabilidade e duração

larval iniciaram a partir do terceiro dia, em razão do hábito minador do inseto no primeiro estágio, sendo tais avaliações conduzidas até a fase de pupa. Com a formação das pupas, elas foram transferidas para placas de plástico do tipo ELISA® (Figura 5B), sendo observadas até a emergência dos adultos. Esse procedimento permitiu a obtenção da duração pupal, viabilidade pupal e razão sexual.

Adultos emergidos foram separados por sexo e transferidos para gaiolas de oviposição de plástico transparente (15 cm de diâmetro e 9 cm de altura), perfazendo cinco repetições por variedade/cultivar, com dois casais por gaiola (Figura 6 A e B). Nessa fase foram observadas a fecundidade das fêmeas (número de ovos por fêmea) e a longevidade dos adultos, machos e fêmeas.

Com os dados biológicos obtidos foram estimados os parâmetros necessários para a construção de tabelas de vida de fertilidade, segundo Birch (1948), Silveira Neto et al. (1976), Southwood (1978) e Price (1984), sendo: x = ponto médio de cada idade das fêmeas parentais, idade esta considerada desde a fase de ovo; l_x = expectativa de vida até a idade x , expressa como uma fração de uma fêmea; m_x = fertilidade específica ou número de descendentes por fêmea produzidos na idade x e que originarão fêmeas; $l_x.m_x$ = número total de fêmeas nascidas na idade x . Os parâmetros de crescimento resultantes da tabela de vida são R_0 = taxa líquida de aumento populacional; T = tempo médio de uma geração; r_m = taxa intrínseca de aumento; λ = razão finita de aumento. Além desses parâmetros, determinou-se também o TD, que é o tempo necessário para a população duplicar em número, segundo Krebs (1994).

Os parâmetros populacionais de tabela de vida de fertilidade foram estimados de acordo com o procedimento descrito por Maia, Luiz e Campanhola (2000), usando o software SAS (SAS INSTITUTE, 2002), que se baseia no método Jackknife para estimar os parâmetros, intervalos de confiança e permitir a comparação entre os tratamentos.

Figura 5 - Placas utilizadas na experimentação para acompanhar o ciclo de vida de *Plutella xylostella*. A) Placas de Petri com discos de brassicáceas utilizadas durante a fase larval do inseto; B) Placas tipo Elisa® utilizadas durante a fase de pupa.

Figura 6 - Gaiolas para cópula e oviposição de *Plutella xylostella*. A) vista superior; B) vista lateral.

3.3. Preferência para alimentação

Os testes de preferência para alimentação foram realizados a cada três gerações até a 18ª geração do inseto, com lagartas oriundas das populações de couve, brócolis e repolho, e em arenas constituídas por placas de Petri de acrílico de 15 cm de diâmetro (Figura 7). O fundo das placas foi coberto por um círculo de papel filtro levemente umedecido com água destilada para controlar o ressecamento das folhas.

Para o teste de dupla chance de escolha, em cada arena, quatro discos foliares (2 cm de diâmetro) foram dispostos de maneira equidistante, sendo dois de cada variedade/cultivar, alternando-se as variedades/cultivares na arena (couve e brócolis; couve e repolho; repolho e brócolis). No centro de cada arena foram liberadas 10 lagartas de primeiro ínstar. Foram observadas cinco repetições por tratamento, sendo cada arena considerada uma repetição. As avaliações foram realizadas 24 h após a liberação das lagartas nas arenas, sendo registrado o número de lagartas presente em cada disco foliar.

Para o teste de múltipla escolha, em cada arena foram dispostos três discos (2 cm de diâmetro) foliares de maneira equidistante, sendo um de cada variedade/cultivar (couve, brócolis e repolho), e no centro liberadas 10 lagartas de primeiro ínstar. O experimento foi composto por cinco repetições por tratamento, com cada arena constituindo uma repetição. As avaliações foram feitas 24 h após a liberação das lagartas, sendo determinado o número de indivíduos em cada um dos discos.

Foram realizados testes de dupla e múltipla chance utilizando indivíduos oriundos das três populações de *P. xylostella* mantidas isoladas, observando-se dessa forma o comportamento de escolha do herbívoro entre couve, brócolis e repolho.

As frequências dos dados de escolha foram analisadas usando o Proc FREQ (SAS INSTITUTE, 2002) e interpretadas pelo teste χ^2 em que a razão 1:1 foi assumida se o herbívoro não apresentou preferência.

Figura 7 - A) Arenas com discos foliares. B) Testes de dupla chance de escolha para alimentação. C) Testes de múltipla chance de escolha para alimentação.

3.4. Preferência para oviposição

Os testes de dupla e múltipla chance de escolha para oviposição foram realizados a cada três gerações até a 18ª, utilizando-se gaiolas plásticas transparentes de 13 cm de diâmetro e 9 cm de altura (Figura 8 A e B), com exceção da 9ª geração na qual houve um problema na criação dos insetos, o que fez reduzir o número de indivíduos drasticamente, impedindo a realização dos testes (insetos emergidos em quantidade insuficiente para montar as repetições).

Para os testes de dupla chance, em cada gaiola foi formado um disco de 8 cm de diâmetro, composto por metade de cada variedade/cultivar, confrontando-se duas variedades/cultivares (couve e repolho; couve e brócolis; brócolis e repolho) por vez. Dois casais recém-emergidos foram liberados no

interior da gaiola para realização da cópula e oviposição. Em cada tratamento foram observadas cinco repetições, sendo cada gaiola considerada uma repetição. As avaliações foram realizadas com 24 h, sendo registrado o número de ovos presente em cada variedade/cultivar.

Para os testes de múltipla chance de escolha, em cada gaiola foi formado um disco de 8 cm de diâmetro, composto por um terço de cada variedade/cultivar (couve, brócolis e repolho), sendo em seguida liberados dois casais recém-emergidos no interior da gaiola para realização da cópula e oviposição. Em cada tratamento foram observadas cinco repetições, sendo cada gaiola considerada uma repetição. As avaliações foram feitas com 24 h, sendo registrado o número de ovos presentes em cada variedade/cultivar.

Foram realizados testes de dupla e múltipla chance de escolha para a oviposição utilizando indivíduos oriundos de três populações de *P. xylostella* mantidas isoladamente em couve, brócolis e repolho.

As frequências dos dados de escolha foram analisadas usando o Proc FREQ (SAS INSTITUTE, 2002) e interpretadas pelo teste χ^2 , em que a razão 1:1 foi assumida se o herbívoro não apresentou preferência.

Figura 8 - Gaiolas utilizadas nos testes de dupla e múltipla chance de escolha para a oviposição. A) vista superior – múltipla chance; B) vista superior - dupla chance; C) vista lateral.

4. RESULTADOS

4.1. Tabela de vida de fertilidade

A comparação da performance do inseto mediante a análise pela tabela de vida de fertilidade de *P. xylostella*, após a alimentação em um único hospedeiro ao longo das gerações, mostrou alguns resultados significativamente diferentes, sendo as médias dos parâmetros estimados apresentadas na Tabela 1.

Os resultados indicaram brócolis como o substrato mais adequado para o desenvolvimento do inseto ao longo das 18 gerações quando observada a taxa líquida de aumento populacional (R_0). Indivíduos de *P. xylostella* alimentados somente com folhas de brócolis produziram 90,1 descendentes fêmeas geradas por fêmea na geração F_3 , contra 42,3 em repolho e 50,7 em couve, estes dois semelhantes entre si. Na geração F_6 nota-se que a população de couve se igualou à de brócolis, com resposta diferente no repolho, que apresentou taxa líquida de aumento populacional em média 45% inferior comparado às demais. Já na geração F_9 , o desempenho do inseto foi semelhante entre todos os hospedeiros, confirmado pela não significância dos resultados. Por sua vez os resultados da geração F_{15} mostraram novamente brócolis como o substrato mais adequado, apesar de não o ser na geração F_{18} , em que couve e repolho destacaram-se como as cultivares mais indicadas para o inseto, proporcionando 79% a mais de descendentes fêmeas por fêmea.

O parâmetro taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) é, segundo Birch (1948), o mais importante para estimar o sucesso de uma espécie submetida a um determinado ambiente, que no presente trabalho representa a criação da praga com diferentes plantas hospedeiras. As populações do inseto, até a geração F_{12} , não apresentaram diferenças quanto a este parâmetro. Contudo, na geração F_{15} ocorreu taxa intrínseca de crescimento maior para as populações mantidas em couve e repolho quando comparadas a brócolis, com valores de 0,358; 0,379 e 0,445 fêmeas/fêmea/dia, respectivamente. No entanto, a taxa de crescimento populacional para os insetos oriundos de

brócolis na geração F_{18} sofreu um decréscimo de cerca de 60% em relação ao mesmo hospedeiro na geração F_{15} .

Para a razão finita de aumento (λ), ou seja, a razão de crescimento real do inseto representada pelo número de fêmeas produzidas por fêmea por dia, o menor resultado foi para insetos criados em repolho na geração F_3 . As gerações F_6 até F_{12} não apresentaram diferenças significativas, mas na F_{15} os insetos criados em brócolis tiveram razão de crescimento real menor comparada à couve e ao repolho. Já, na geração F_{18} a razão finita de aumento nas populações mantidas em couve e repolho foram maiores do que em brócolis.

O parâmetro tempo de uma geração (T) indica o intervalo de tempo entre cada geração. Ao longo das dezoito gerações do inseto criado nos substratos couve, brócolis e repolho foi cerca de 2 dias menor para os insetos criados em couve, e brócolis na geração F_3 . Porém, na geração F_6 o T foi menor para insetos criados em repolho. Nas gerações seguintes não ocorreu diferença para esse parâmetro.

No parâmetro tempo para a população duplicar em número (T_d), os resultados ao longo das 18 gerações, assim como em T , não apresentaram diferenças.

Tabela 1 - Parâmetros de tabela de vida de fertilidade de *Plutella xylostella* após a criação isolada do inseto em diferentes variedades/cultivares de Brassicaceae.

Parâmetros		Cultivar de Brassicaceae		
		Couve	Brócolis	Repolho
F3	R ₀	50,7 ± 13,61 b ¹	90,1 ± 13,08 a	42,3 ± 10,02 b
	r _m	0,357 ± 0,0438 a	0,393 ± 0,0786 a	0,280 ± 0,0201 b
	λ	1,428 ± 0,0625 a	1,480 ± 0,1172 a	1,323 ± 0,0266 b
	T	11,0 ± 0,78 b	11,4 ± 2,21 b	13,4 ± 0,68 a
	TD	1,9 ± 0,24 b	1,7 ± 0,34 b	2,5 ± 0,18 a
F6	R ₀	71,9 ± 24,93 a	60,6 ± 45,53 ab	49,1 ± 15,59 b
	r _m	0,354 ± 0,0378 a	0,315 ± 0,0703 a	0,337 ± 0,0227 a
	λ	1,425 ± 0,0538 a	1,370 ± 0,0958 a	1,401 ± 0,0318 a
	T	12,1 ± 1,31 ab	13,1 ± 1,03 a	11,6 ± 1,32 b
	TD	1,9 ± 0,21 a	2,2 ± 0,51 a	2,0 ± 0,14 a
F9	R ₀	93,3 ± 25,63 a	110,4 ± 28,52 a	109,2 ± 24,37 a
	r _m	0,325 ± 0,0495 a	0,349 ± 0,0290 a	0,334 ± 0,0717 a
	λ	1,384 ± 0,0687 a	1,418 ± 0,0412 a	1,396 ± 0,1002 a
	T	13,9 ± 1,76 a	13,5 ± 1,27 a	14,0 ± 2,48 a
	TD	2,1 ± 0,32 a	2,0 ± 0,16 a	2,1 ± 0,45 a
F12	R ₀	83,3 ± 26,37 a	47,5 ± 32,4 b	66,6 ± 45,36 ab
	r _m	0,382 ± 0,0464 a	0,365 ± 0,1289 a	0,387 ± 0,0619 a
	λ	1,466 ± 0,07 a	1,439 ± 0,18 a	1,473 ± 0,09 a
	T	11,6 ± 1,27 a	10,6 ± 2,05 a	10,9 ± 0,33 a
	TD	1,81 ± 0,22 a	1,86 ± 0,75 a	1,78 ± 0,29 a
F15	R ₀	60,9 ± 24,28 b	115,2 ± 12,93 a	66,6 ± 23,52 b
	r _m	0,358 ± 0,0419 b	0,445 ± 0,0224 a	0,379 ± 0,0366 b
	λ	1,431 ± 0,0598 b	1,561 ± 0,0351 a	1,460 ± 0,0535 b
	T	11,5 ± 1,03 a	10,7 ± 0,41 b	11,1 ± 0,43 a
	TD	1,9 ± 0,23 a	1,5 ± 0,07 b	1,8 ± 0,17 a
F18	R ₀	53,9 ± 16,08 a	30,1 ± 12,91 b	53,9 ± 22,81 a
	r _m	0,337 ± 0,0284 a	0,272 ± 0,0451 b	0,334 ± 0,0434 a
	λ	1,400 ± 0,0397 a	1,312 ± 0,0588 b	1,397 ± 0,0607 a
	T	11,8 ± 0,55 a	12,5 ± 1,51 a	11,9 ± 0,92 a
	TD	2,0 ± 0,18 b	2,5 ± 0,44 a	2,1 ± 0,27 b

R₀ = taxa líquida de aumento populacional; r_m = taxa intrínseca de aumento; λ = razão finita de aumento; T = tempo médio de uma geração;

TD = tempo necessário para a população duplicar em número.

1Médias ± erro padrão seguidas de letras diferentes nas linhas, para cada geração, diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

4.2. Testes de múltipla chance de escolha para alimentação

Os testes de múltipla chance de escolha para alimentação foram realizados utilizando arenas contendo discos de couve, repolho e brócolis, com os resultados (Tabela 2) mostrando que lagartas de *P. xylostella* apresentaram diferença na preferência ao longo das gerações observadas.

Em relação à porcentagem de lagartas por cultivar na geração parental (P), constatou-se os valores 48,0%, 30,0% e 22,0%, respectivamente para couve, repolho e brócolis. Ainda que a geração parental seja oriunda de uma população alimentada apenas com couve, não houve preferência para nenhum dos substratos, o que sugere inicialmente que este inseto não sofreu influência comportamental de condicionamento pré imaginal ou imaginal.

Na geração F_3 as lagartas criadas em couve preferiram couve e brócolis, discriminando negativamente o repolho, com porcentagens de lagartas por substrato de 46,0%, 40,8% e 13,2%, respectivamente para couve, brócolis e repolho. Nesta mesma geração, lagartas criadas em brócolis também preferiram couve (41,8%) e brócolis (53,8%) do que repolho (4,4%). No entanto, insetos criados em repolho preferiram brócolis (52,7%) e repolho (34,5%).

Para a geração F_6 , as lagartas criadas em couve preferiram couve e brócolis (26,2% e 48,9%, respectivamente), apesar do repolho (24,9%) não diferir da couve; a população criada em brócolis não mostrou preferência para os diferentes substratos testados, enquanto que aquela oriunda do repolho discriminou negativamente apenas a couve (17,0%), preferindo repolho (39,0%) e brócolis (44,0%).

Já na geração F_9 , as lagartas criadas com repolho preferiram brócolis (34,3%) e repolho (51,9%) à couve (17,7%). Nesta geração as lagartas criadas em couve ou brócolis não mostraram preferência entre os substratos.

Insetos criados em brócolis, na geração F_{12} , preferiram repolho (58,7%) e, insetos alimentados com couve ou repolho não apresentaram preferência.

Na geração F_{15} insetos criados em couve preferiram couve (66,0%). Insetos criados em repolho preferiram repolho (59,7%). No entanto, nesta mesma geração, os insetos criados em brócolis apresentaram apenas 14% de preferência pelo substrato de alimentação onde foram criados.

Na geração F_{18} , os insetos alimentados com couve, brócolis ou repolho, não apresentaram preferência entre os substratos, sugerindo adaptação larval por qualquer um dos cultivares.

Tabela 2 - Porcentagem de lagartas de *Plutella xylostella* nas diferentes variedades/cultivares de Brassicaceae após teste de múltipla chance de escolha para alimentação.

	Cultivares do teste de preferência	Cultivares de criação		
		Couve	Brócolis	Repolho
P	Couve	48,0 ± 13,19 a	-	-
	Brócolis	22,0 ± 6,63 a	-	-
	Repolho	30,0 ± 17,88 a	-	-
F ₃	Couve	46,0 ± 4,36 a	41,8 ± 11,55 a	12,7 ± 6,05 b
	Brócolis	40,8 ± 6,07 a	53,8 ± 12,11 a	52,7 ± 5,92 a
	Repolho	13,2 ± 2,31 b	4,4 ± 2,72 b	34,5 ± 9,79 ab
F ₆	Couve	26,2 ± 8,01 ab	38,7 ± 7,19 a	17,0 ± 5,38 b
	Brócolis	48,9 ± 4,61 a	30,3 ± 9,67 a	44,0 ± 7,48 a
	Repolho	24,9 ± 5,82 b	31,0 ± 12,49 a	39,0 ± 7,48 ab
F ₉	Couve	35,7 ± 12,63 a	31,8 ± 9,83 a	17,7 ± 5,55 b
	Brócolis	34,0 ± 10,42 a	35,4 ± 5,18 a	34,3 ± 6,11 a
	Repolho	30,2 ± 15,55 a	32,7 ± 9,94 a	51,9 ± 2,50 a
F ₁₂	Couve	24,0 ± 9,27 a	18,9 ± 7,38 b	35,7 ± 4,33 a
	Brócolis	34,0 ± 10,29 a	22,4 ± 8,59 b	22,2 ± 7,91 a
	Repolho	42,0 ± 12,41 a	58,7 ± 11,18 a	42,1 ± 10,11 a
F ₁₅	Couve	66,0 ± 6,00 a	32,0 ± 8,00 ab	25,4 ± 8,00 b
	Brócolis	16,0 ± 2,45 b	14,0 ± 6,00 b	14,9 ± 5,59 b
	Repolho	18,0 ± 4,89 b	54,0 ± 12,08 a	59,7 ± 4,21 a
F ₁₈	Couve	42,9 ± 3,72 a	28,5 ± 5,36 a	33,1 ± 7,43 a
	Brócolis	26,7 ± 8,23 a	44,4 ± 3,39 a	26,2 ± 9,18 a
	Repolho	30,4 ± 6,93 a	27,1 ± 7,36 a	40,7 ± 8,78 a

¹Médias ± erro padrão seguidas de letras diferentes na coluna, para cada geração, diferem pelo teste do qui-quadrado χ^2 (P<0,05).

4.3. Testes de múltipla chance de escolha para oviposição

As fêmeas de *P. xylostella* foram estudadas em testes de múltipla chance de escolha para oviposição utilizando-se gaiolas contendo os substratos couve, repolho e brócolis. Na geração parental, fêmeas que foram alimentadas na fase larval somente com folhas de couve preferiram colocar seus ovos em couve (44,1%) e brócolis (29,8%) do que em repolho (19,5%).

Na geração F₃, insetos criados em repolho preferiram couve (33,6%) e brócolis (45,2%) ao invés de repolho (21,2%). Na geração F₆, os insetos alimentados com repolho também preferiram brócolis (42,3%) ao invés de repolho (28,8%), ou seja, as fêmeas de *P. xylostella* não preferiram colocar seus ovos no mesmo substrato em que foram criadas. Tal fato, não ocorreu para o substrato couve, que na mesma geração, os insetos mantidos em couve preferiram também ovipositar em couve (52,6%).

Na geração F₉, fêmeas de *P. xylostella* não apresentaram preferência por nenhum dos substratos testados, independentemente se o inseto foi criado em couve, brócolis ou repolho. Contudo, nas gerações F₁₂ e F₁₅, brócolis foi o substrato mais preferido para oviposição diferindo significativamente de couve e repolho.

Na geração F₁₈, insetos criados na couve preferiram ovipositar em brócolis, sendo que aqueles oriundos de brócolis preferiram couve e repolho, com 41,7% e 34,9%, respectivamente, enquanto os insetos alimentados com repolho preferiram ovipositar no próprio repolho (43,2%).

Tabela 3 - Porcentagem de ovos de *Plutella xylostella* nas diferentes variedades/cultivares de Brassicaceae em teste de múltipla chance de escolha para a oviposição.

	Cultivares do teste de preferência	Cultivares de criação		
		Couve	Brócolis	Repolho
P	Couve	44,1 ± 5,91 a	-	-
	Brócolis	29,8 ± 10,04 a	-	-
	Repolho	19,5 ± 7,73 b	-	-
F ₃	Couve	21,3 ± 6,32 a	47,3 ± 8,90 a	33,6 ± 4,20 ab
	Brócolis	29,8 ± 7,26 a	28,6 ± 3,19 a	45,2 ± 5,53 a
	Repolho	38,8 ± 13,25 a	24,0 ± 6,48 a	21,2 ± 2,97 b
F ₆	Couve	52,6 ± 8,62 a	36,6 ± 7,64 a	28,8 ± 3,88 b
	Brócolis	15,6 ± 3,46 c	36,7 ± 5,61 a	42,3 ± 3,01 a
	Repolho	31,8 ± 8,83 b	26,6 ± 5,80 a	28,8 ± 6,02 b
F ₉	Couve	38,2 ± 3,61 a	35,2 ± 3,88 a	28,1 ± 5,08 a
	Brócolis	34,4 ± 8,25 a	36,1 ± 3,19 a	37,7 ± 7,96 a
	Repolho	27,3 ± 5,02 a	28,6 ± 5,04 a	34,1 ± 5,18 a
F ₁₂	Couve	18,8 ± 4,44 b	23,6 ± 4,83 b	27,4 ± 8,09 b
	Brócolis	59,1 ± 8,65 a	62,3 ± 7,44 a	61,6 ± 6,20 a
	Repolho	22,1 ± 7,81 b	14,4 ± 4,60 c	10,9 ± 3,06 c
F ₁₅	Couve	20,5 ± 5,40 c	28,3 ± 12,55 b	27,3 ± 8,39 b
	Brócolis	48,8 ± 5,57 a	52,9 ± 13,16 a	49,9 ± 9,42 a
	Repolho	30,6 ± 4,51 b	18,7 ± 4,53 b	22,8 ± 6,04 c
F ₁₈	Couve	26,4 ± 3,02 b	41,7 ± 4,88 a	23,9 ± 6,14 b
	Brócolis	43,1 ± 7,19 a	23,4 ± 5,44 b	32,8 ± 7,32 b
	Repolho	30,5 ± 6,64 b	34,9 ± 10,02 a	43,2 ± 5,64 a

¹Médias ± erro padrão seguidas de letras diferentes na coluna, para cada geração, diferem pelo teste do qui-quadrado χ^2 (P<0,05).

4.4. Testes de dupla chance de escolha para alimentação e oviposição

Nos testes de preferência alimentar de *P. xylostella* com dupla chance de escolha, na geração parental, quando foram utilizados insetos provenientes da população alimentada exclusivamente com couve, não ocorreu preferência, ou seja, a alimentação prévia em couve não influenciou na escolha do hospedeiro (Figura 9A).

As fêmeas de *P. xylostella* da geração parental, que durante a fase larval foram alimentadas apenas com o substrato couve, não apresentaram preferência para oviposição quando os substratos foram confrontados dois a dois (Figura 9B).

Figura 9 - Porcentagem de lagartas de *Plutella xylostella* em variedades/cultivares de brassicáceas em teste de dupla chance de escolha para a alimentação e para a oviposição na geração parental.

As lagartas da geração F_3 e das demais foram obtidas das populações que se alimentaram exclusivamente de um substrato específico durante a fase larval. No teste de preferência alimentar de dupla chance de escolha (Figura 10A), os insetos que tiveram experiência prévia em couve preferiram se alimentar de brócolis (68,7%), quando foram confrontados com brócolis e repolho. Para o teste de preferência alimentar (Figura 10B), os insetos criados em brócolis preferiram o repolho (68,6%) quando foram comparados os substratos repolho e couve. No entanto, os indivíduos que receberam como alimentado repolho (Figura 10C) não apresentaram preferência pelas variedades/cultivares testadas.

Os insetos criados em couve (Figura 10a) e repolho (Figura 10c) não mostraram preferência para oviposição, sendo que as fêmeas de *P. xylostella*

criadas em brócolis (Figura 10b) apresentaram preferência pelo substrato em que o inseto foi criado (59,8%).

Figura 10 - Porcentagem de lagartas de *Plutella xylostella* em variedades/cultivares de brassicáceas em teste de dupla chance de escolha para a alimentação e para a oviposição na geração F₃. A, a) Insetos criados em couve; B, b) Insetos criados em brócolis; C, c) Insetos criados em repolho.

As lagartas de *P. xylostella* utilizadas nos testes de dupla chance de escolha para alimentação realizados com insetos de populações criadas separadamente em couve e brócolis após 5 gerações não apresentaram preferência entre os substratos testados (Figura 11A e 11B), enquanto indivíduos da população mantida apenas com folhas de repolho preferiram se alimentar em repolho (67,6%), quando confrontados com repolho e brócolis, ou seja, quando criados em repolho, os insetos preferiram se alimentar do mesmo substrato (Figura 11C).

Fêmeas de *P. xylostella* da sexta geração criada em couve, quando tiveram opção de oviposição entre couve e brócolis, preferiram colocar seus ovos em couve (60,9%), ou seja, o mesmo substrato no qual os insetos foram

criados (Figura 11a). Para os insetos mantidos com folhas de brócolis, quando foram oferecidos couve e brócolis, a preferência para ovipositar foi em couve (60,2%), e, quando oferecidos couve e repolho, preferiram repolho (59,5%) (Figura 11b). Fêmeas da população mantida em folhas de repolho não discriminaram os substratos testados (Figura 11c).

Figura 11 - Porcentagem de lagartas de *Plutella xylostella* em variedades/cultivares de brassicáceas em teste de dupla chance de escolha para a alimentação e para a oviposição na geração F₆. A, a) Insetos criados em couve; B, b) Insetos criados em brócolis; C, c) Insetos criados em repolho.

Os insetos criados em couve ou em repolho, após 12 gerações em substratos distintos, não apresentaram preferência (Figura 12A e 12C) em testes de dupla chance de escolha para alimentação. Os insetos da população mantida em folhas de brócolis (Figura 12B) preferiram se alimentar em couve (72,0%), quando confrontados couve e brócolis.

Nos testes de dupla chance para preferência de oviposição, as fêmeas da população mantida com folhas de couve preferiram ovipositar em repolho

(62,1%), quando confrontados com repolho e brócolis (Figura 12a). Fêmeas da população mantida em folhas de brócolis (Figura 12b) não apresentaram preferência pelos substratos testados. Fêmeas da população mantida em repolho (Figura 12c) preferiram ovipositar em couve (60,4%) ou repolho (70,3%), quando estes substratos foram confrontados com brócolis.

Figura 12 - Porcentagem de lagartas de *Plutella xylostella* em variedades/cultivares de brassicáceas em teste de dupla chance de escolha para a alimentação e para a oviposição na geração F₁₂. A, a) Insetos criados em couve; B, b) Insetos criados em brócolis; C, c) Insetos criados em repolho.

As lagartas das populações mantidas em folhas de couve ou brócolis (Figura 13A e 13B) não apresentaram preferência nos testes de dupla chance escolha para alimentação na 15ª geração. Apenas as lagartas da população mantida em repolho (Figura 13C), preferiram se alimentar do mesmo substrato (72,0%) em que foram criadas, quando tiveram a opção entre repolho e brócolis.

Nos testes para oviposição, fêmeas da população mantida em couve (Figura 13a) preferiram colocar seus ovos em brócolis (58,6%), quando confrontado com repolho. Fêmeas criadas em brócolis (Figura 13b) não apresentaram preferência entre os substratos. Fêmeas da população mantida em repolho (Figura 13c) preferiram colocar seus ovos também em repolho quando este substrato foi confrontado com couve ou brócolis, sendo a porcentagem de ovos de 60,1% e 68,3%, respectivamente.

Figura 13 - Porcentagem de lagartas de *Plutella xylostella* em variedades/cultivares de brassicáceas em teste de dupla chance de escolha para a alimentação e para a oviposição na geração F₁₅. A, a) Insetos criados em couve; B, b) Insetos criados em brócolis; C, c) Insetos criados em repolho.

Lagartas de *P. xylostella* das populações criadas em couve ou brócolis (Figura 14A e 14B) não apresentaram preferência para alimentação nos testes de dupla chance de escolha na última geração avaliada (F₁₈). Apenas as lagartas da população criada com folhas de repolho (Figura 14C) mostraram

preferência alimentar pelo mesmo substrato em que criadas, quando confrontados repolho e brócolis (69,8%), ou repolho e couve (74,0%).

Nos testes de dupla chance para oviposição, as fêmeas da população criada com couve (Figura 14a) preferiram depositar seus ovos em brócolis (54,0%) do que em repolho. Fêmeas oriundas da criação mantida em brócolis (Figura 14b) preferiram ovipositar em couve (67,4%) do que em brócolis. Porém, fêmeas da mesma população, quando tiveram opção entre couve e repolho, preferiram repolho (52,8%). Enquanto insetos mantidos em repolho (Figura 14c) ovipositaram mais em couve (58,3%) do que brócolis. No entanto, quando oferecido o substrato em que os insetos foram criados, ou seja, repolho, as fêmeas preferiam colocar seus ovos mais neste substrato do que em couve ou brócolis, sendo as porcentagens de 63,0 e 66,5%, respectivamente.

Figura 14 - Porcentagem de lagartas de *Plutella xylostella* em variedades/cultivares de brassicáceas em teste de dupla chance de escolha para a alimentação e para a oviposição na geração F₁₈. A, a) Insetos criados em couve; B, b) Insetos criados em brócolis; C, c) Insetos criados em repolho.

5. DISCUSSÃO

Os insetos levam um determinado tempo para adaptarem-se a uma nova dieta e, segundo Parra (2001), pode levar até cinco gerações para que ocorra esta adaptação. No presente estudo, o condicionamento do inseto em três substratos distintos parecia ter levado a uma adaptação ou aprendizado na nona geração, quando os valores de R_0 foram mais altos e semelhantes entre as cultivares, ou seja, houve um crescimento e equilíbrio na taxa de aumento populacional entre os hospedeiros na geração F_9 , contudo, a partir da geração F_{12} , a taxa de aumento populacional decresceu para todas as populações.

A similaridade de resultados obtidos na tabela de vida de fertilidade entre os substratos utilizados no desenvolvimento de *P. xylostella* da nona geração até a décima segunda poderia sugerir que o condicionamento pré-imaginal do inseto influenciaria no comportamento nos respectivos substratos. Segundo Felipe e Zucoloto (1993), a distribuição e a abundância dos insetos podem ser influenciadas diretamente pela alimentação, podendo modificar os processos biológicos, morfológicos e de comportamento dos insetos.

A população de *P. xylostella* mantida em brócolis, de maneira geral, apresentou maior taxa de crescimento populacional em comparação com couve e repolho, sendo que tal diferença poderia ser explicada pela variação nutricional dos hospedeiros, como por exemplo, a diferença proteica entre eles. Estudos realizados por Nakayama (2013), comparando a quantidade de proteína contida nas hortaliças, mostraram que brócolis é mais rico que couve e repolho, sendo a quantidade de proteínas de 3,3 g, 1,4 g e 1,4 g, respectivamente para brócolis, couve e repolho. Zucoloto (2000) afirmou que a concentração de proteínas pode trazer vantagens em relação ao desenvolvimento do inseto adulto, principalmente influenciando os aspectos reprodutivos dos insetos. Nesse sentido, Felipe e Zucoloto (1993) citam que couve possui melhor qualidade nutricional do que repolho, fato este que pode auxiliar no entendimento dos resultados geralmente inferiores aos encontrados para repolho ao longo das dezoito gerações.

A fecundidade potencial e fecundidade real em insetos da ordem Lepidoptera não apresentam diferença importante (LEATHER, 1988), pois,

quando o adulto emerge seus ovos já estão contidos nos ovários, apesar de seus estágios de desenvolvimento serem diferentes, assim a qualidade do hospedeiro durante o crescimento larval seria a chave para que a fecundidade potencial seja alcançada (AWMACK; LEATHER, 2002).

Andrewartha e Birch (1954) relataram que o sucesso de uma espécie em um determinado ambiente é proporcional à sua taxa intrínseca de aumento, logo, pode-se esperar sucesso da espécie em qualquer um das três cultivares/variedades (couve, brócolis e repolho), corroborado pelas considerações de alguns autores ressaltando a possibilidade de existir diferentes concentrações de proteínas dentro de uma mesma planta, independente de características da dureza e idade, além da concentração de proteínas sofrer influência das estações do ano, ou seja, as diferenças proteicas entre cultivares não podem ser consideradas como fixas (SCHULTZ; NOTHNAGLE; BALDWIN, 1982; DENNO; MCCLURE, 1983; STAMP; BOWERS, 1990; SUOMELA; OSSIPOV; HAUKIOJA, 1995).

De acordo com Slansky Junior e Scriber (1985), a ingestão inadequada e variável de proteínas, a diferença na qualidade da proteína e o diferente nível de outros nutrientes pode gerar redução na taxa de crescimento dos insetos (STAMP; CASEY, 1993; WOODS, 1999), como ocorreu nas populações a partir da 12ª geração.

Pelo parâmetro razão finita de aumento não é possível assumir que as diferenças encontradas sejam importantes, pois, de maneira geral, foram pontuais quando se analisa os dados durante as gerações, o que confere a todos os substratos aumento da população de forma praticamente semelhante.

Para Simpson e Simpson (1990) existem três estratégias para compensar alimentos com baixo valor nutricional ou menos disponível, que são: o inseto pode aumentar a taxa de consumo até ingerir o suficiente de um determinado nutriente que está limitado; modificar a eficiência metabólica e digestiva, utilizando com maior eficiência os nutrientes ingeridos; ou preferir outro alimento ou outra parte de uma mesma planta. Mas, no presente estudo a estratégia de preferência por um determinado hospedeiro, como evidenciado nas gerações F₃ e F₆, sugere diferenças potenciais entre os substratos avaliados, onde repolho causou aparentemente deterrência ao inseto quando oferecido outros substratos simultaneamente. Esses dados comparados com

os resultados da tabela de vida de fertilidade mostraram que o repolho, apesar de possuir fatores deterrentes, favoreceu igualmente na geração F_9 o desenvolvimento do inseto quando comparado com couve e brócolis. Esses fatores, comparados às estratégias de Simpson e Simpson (1990), podem evidenciar certa ligação da preferência alimentar à fatores de deterrência (físicos e químicos) e não nutricionais, sendo que, nesse sentido, Kogan (1986) relatou inúmeros aleloquímicos que podem provocar efeitos fisiológicos ou comportamentais nos insetos.

Além disso, observando-se os resultados de forma combinada até a geração F_{18} , poderia indicar a existência de condicionamento pré-imaginal para *P. xylostella*, o que sustentaria a aprendizagem ao longo das gerações. Esta hipótese é confirmada pelo fato de que, nas últimas gerações avaliadas (F_{15} e F_{18}), os testes de dupla chance de escolha mostraram preferência de fêmeas pelo mesmo substrato em que o inseto foi criado, principalmente quando o substrato de alimentação foi o repolho, sendo que esta preferência ocorreu tanto para alimentação quanto oviposição. Mas, por outro lado, os resultados encontrados até a geração F_{18} sugerem que fatores de deterrência podem estar contidos nessa resposta comportamental do inseto, mas de forma variável entre as gerações e substratos, de acordo com as diferenças encontradas.

É relevante também a avaliação da composição química das variedades couve, brócolis e repolho, e, de acordo com Luengo (2011), esse material vegetal apresenta variações importantes quanto à quantidade de nutrientes disponível por variedade, onde, comparando-se brócolis e repolho com a variedade couve, verifica-se que esta última possui maior quantidade de vitamina C (PANIZZI; PARRA, 2009).

A vitamina C nos insetos tem função fagoestimulante, corroborando com os resultados de preferência obtido nos testes de múltipla chance de escolha para insetos oriundos do substrato couve que, apesar de preferirem outros substratos em algumas gerações, na maioria dos testes preferiram a couve, o que não ocorreu com o brócolis e com o repolho, fato este que poderia mais uma vez reforçar a ligação da preferência alimentar à fatores de deterrência. Também, como sugerido por Santana (2008) em seus estudos com *A. monuste orseis*, que as diferenças obtidas na alimentação do inseto resultam de

deficiência na fagoestimulação existente na rúcula em relação à couve e não ao menor valor nutritivo, ou outro fator comportamental.

Apesar dos resultados obtidos não mostrarem diferenças tão marcantes ao longo das gerações, para favorecer uma conclusão mais incisiva, os estudos de Dix, Cunningham e King (1996), que se referem aos ínstaes iniciais como mais seletivos entre plantas de genótipos diferentes do que os ínstaes finais, corroboram o presente trabalho que utiliza imaturos de primeiro ínstar, favorecendo sua discriminação quanto à preferência pelo substrato alimentar.

Embora existam muitos trabalhos de testes de preferência e condicionamento de inseto, seja pré-imaginal ou imagial, as análises se baseiam muitas vezes apenas em uma geração, sendo que neste estudo até a geração analisada não foi possível obter dados que indicam a existência de condicionamento pré-imaginal do inseto em testes em laboratório. Como verificado por Barros (1998), os insetos criados por várias gerações num mesmo substrato são influenciados por uma forte pressão de seleção, gerando uma tendência de a fêmea ovipositar no mesmo substrato, ou mesmo se desenvolver nele, mas que essa manifestação de comportamento pode demorar muitas gerações para se manifestar.

A escolha do inseto por um alimento é decidido pelo que maximiza a produção de descendentes (LEVINS; MACARTHUR, 1969); portanto, a seleção hospedeira pode, além de muitos outros fatores, ser influenciada pela escolha do imago. Deste modo, nas primeiras gerações do inseto no presente trabalho, de acordo com os resultados contidos na Tabela 3, parece ter ocorrido comportamento semelhante com *P. xylostella* em relação aos substratos utilizados, mostrando que brócolis e couve foram preferidos para oviposição quando comparados ao repolho até a geração F₆, corroborando os resultados de taxa líquida de aumento populacional até a geração F₆ para os três substratos. Porém, os resultados obtidos na geração F₉ indicariam uma mudança importante de comportamento de *P. xylostella*, provavelmente adaptativa, evidenciado pelos dados de não significância entre os substratos oferecidos ao inseto.

Em insetos holometabólicos a aprendizagem tem sido demonstrada em ambos os estágios, larval e adulto, podendo o aprendizado ser mantido após a metamorfose da larva via pupa para o adulto (BERNAYS, 1994). Contudo,

observando as gerações posteriores a F₉, observam-se novamente diferenças na preferência do inseto entre os substratos oferecidos, rompendo a aparente aprendizagem. O brócolis parece ser o substrato mais adequado para oviposição, pois difere de couve e repolho nas gerações F₁₂ e F₁₅, independente do substrato de alimentação do inseto.

Mas, na geração F₁₈, insetos oriundos de brócolis preferiram ovipositar em couve e repolho com 41,7% e 34,9%, respectivamente no teste de múltipla chance de escolha. Além disso, nessa mesma geração, os insetos que consumiram repolho na fase larval também preferiram repolho para oviposição (43,3%).

Segundo Karban e Agrawal (2002), a habilidade dos insetos de se alimentar de maneira satisfatória abrange uma sequência de comportamentos de forma a obter êxito em seu ciclo de vida, como a localização do habitat com a planta hospedeira e até mesmo o melhor hospedeiro para ovipositar, de modo que seus ovos ou progênie tenham melhores condições de desenvolvimento.

Portanto, comportamentos nos insetos, como o de localização hospedeira, por exemplo, têm sido muito estudados, tanto o imaginal como o pré imaginal, na traça-das-crucíferas utilizando testes de preferência para oviposição em fêmeas expostas a vários tipos de experiências de aprendizagem durante os estágios imaturo e adulto, mas não se tem observado evidência de condicionamento pré imaginal de forma a influenciar no comportamento do imago.

Assim, o presente estudo, que observou a possibilidade ou não da ocorrência de condicionamento ao longo das gerações da traça-das-crucíferas, visa contribuir no entendimento do comportamento de *P. xylostella*, haja vista que este é um estudo pioneiro quando considera seu comportamento por várias gerações, mostrando que o comportamento deste inseto é muito variável ao longo do tempo, o que evidencia a sua complexidade, necessitando ainda de muita pesquisa para que se possa compreender essas diferenças. Como observado por Justus, Dosdall e Mitchell (2000), que avaliaram a preferência para oviposição de *P. xylostella* em repolho, sugerindo genericamente que a decisão de *P. xylostella* para oviposição foi, provavelmente, desencadeada por

um conjunto de estímulos, e que os locais com estímulos mais atraentes foram os preferidos para oviposição.

6. CONCLUSÕES

Os parâmetros populacionais de *P. xylostella* indicam que as brassicáceas testadas permitem o crescimento populacional do inseto nos respectivos hospedeiros.

Independentemente do substrato no qual *P. xylostella* é criada, o comportamento de seleção hospedeira na fase pré-imaginal e imaginal não é afetado pelas experiências alimentar e de oviposição prévias, até a geração F₁₈.

7. REFERÊNCIAS

ABCSEM. **Dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil.** 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Hortalicas/Dados_Economicos/ABCSEM%202011.pdf>. Acesso em 01 jul. 2013

ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH, L. C. The innate capacity for increase in numbers. In: ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH, L. C. **The distribution and abundance of animals.** Chicago: University of Chicago Press, cap. 3, p. 31–54, 1954.

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.

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

BARRON, A. B.; CORBET, S. A. Preimaginal conditioning in *Drosophila* revisited. **Animal Behaviour**, London, v. 58, n. 3, p. 621 – 628, 1999.

BARROS, H. C. H. Performance e preferência de hospedeiros em *Ascia monuste* (Lepidoptera: Pieridae). **Journal of Insect Physiology**, Bristol, v. 45, n. 1, p.7–14, 1998.

BENNETT, R. N.; MELLON, F. A.; KROON, P. A. Screening Crucifer Seeds as Sources of Specific Intact Glucosinolates Using Ion-Pair High-Performance Liquid Chromatography Negative Ion Electrospray Mass Spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, p. 428–438, 2004.

BERNAYS, E. A. Effects of experience on host-plant selection. In: CARDÉ, R. T.; BELL, W. (Eds.). **Chemical Ecology of Insect.** New York: Chapman & Hall, v. 2, p. 45–64, 1995.

BERNAYS, E. A.; CHAPMAN, R. F. **Host-plant selection by phytophagous insects.** New York: Chapman and Hall, 1994. 312p.

BERNAYS, E. A.; WEISS, M. R. Induced food preferences in caterpillars: the need to identify mechanisms. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Chichester, v. 78, n. 1, p. 1–8, 1996.

BERNAYS, E. A.; GRAHAM, M. On the evolution of host specificity in phytophagous arthropods. **Ecology**, Washington. v. 69, p. 886-892, 1988.

BERTELS, A. **Entomologia Agrícola Sul-Brasileira**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. Serie Didática n. 16. 1956, 458p.

BIOCONTROLE – **Métodos de controle de pragas**. Disponível em: <http://www.biocontrole.com.br/pragas/praga.php?id=plutella_xylostella> Acesso em: 20 jun 2013.

BIRCH, L. C. The intrinsic rate of natural increase of on insect population. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 17, n. 1, p. 15-26, 1948.

BITTENCOURT-RODRIGUES, R. S.; ZUCOLOTO, F. S. Effect old host age on the oviposition and performance old *Ascia monuste* Godart (Lepidoptera: Pieridae). **Neotropical Entomology, Londrina**, v. 34, n. 2, p. 169-175, 2005.

BONDAR, G. Aleyrodideos do Brasil: 2ª contribuição. **Boletim do Laboratório de Patologia**, Salvador, v. 5, n. 2, p. 1-37, 1928.

BROWNE, L. B. **Ontogenetic changes in feeding behavior In: Regulatory mechanisms in insect feeding**. In: CHAPMAN, R. F.; DE BOER, G.(Eds.). New York: Chapman & Hall, 1995, p. 307-342.

BRUCE, T. J.; WADHAMS, L. J.; WOODCOCK, C. M. Insect host location: a volatile situation. **Trends in Plant Science**, Oxford. v.10, p. 269–274, 2005.

BRUES, C. T. The selection of food-plants by insects, with special reference to lepidopterous larvae. **American Naturalist**, Chicago, v. 54, n. 633, p. 313-332, 1920.

CARLSON, J. R. Olfaction in *Drosophila*: Genetic and molecular analysis. **Trends in Neurosciences**, Cambridge, v. 14, n. 12, p. 520–524, 1991.

CARTIER, J. J. Factors of host plant specificity and artificial diets. **Bulletin of the Entomological Society of America**, Washington, v. 14, n. 1, p. 18-21, 1968.

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.

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

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

CEASA (Centrais de Abastecimento de Campinas). 2013. **Couve-flor**.< Disponível em: http://www.ceasacampinas.com.br/novo/Serv_padro_Couve_Flor.asp.> Acesso em: 29 jun 2013a.

CEASA. Centrais de Abastecimento de Campinas. 2013. **Conheça os hortifrutis**. Disponível em: <<http://www.ceasacampinas.com.br/novo/inicio.asp>>. Acesso em: 18 maio 2013b.

CHAPMAN, J. W.; REYNOLDS, D. R.; SMITH, J. R. 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**, Oxford, v. 27, n. 7, 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**, Guildford, v. 19, n. 7, p. 455–460, 2000.

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

DE BORTOLI, S. A.; V. A. M.; Goularta, 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. 37-41, 2013.

DE BORTOLI, S. A.; VACARI, A. M.; GOULART, R. M.; SANTOS, R. F.; VOLPE, HAROLDO 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, 2011.

DENNO, R. F.; McCLURE, M. S. **Variable plants and herbivores in natural and managed systems**. New York: Academic Press, 1983, 712p.

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

DETHIER, V. G. Metamorphoses of Cuban Nymphalidae and Lycaenidae. **Psyche**, Cleveland, v. 48, p. 70-78, 1941.

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.

DIX, M. E.; CUNNINGHAM, R. A.; KING, R. M. Evaluating spring cankerworm (Lepidoptera: Geometridae) preference for Siberian elm clones. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 25, n. 1, p. 56-62, 1996.

EDWARDS, P. J.; WRATTEN, S. D. **Ecologia das interações entre insetos e plantas**. São Paulo, EPU-EDUSP, 1981, 71 p.

EHRlich, P. R.; RAVEN, P. R. Butterflies and plants: a study in coevolution. **Evolution**, Saint Louis, v. 18, n. 4, p. 586-608, 1964.

EIGENBRODE, S. D.; ESPELIE, K. E. Effects of plant epicuticular lipids on insect herbivores. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 40, p. 171-194, 1995.

FABRE, J. H. **Souvenirs entomologiques**. Paris: Delagrave, v. 4, 432 p. 1980.
FANCELLI, M.; VENDRAMIM, J. D.; FRIGHETTO, R. T. S.; LOURENÇÃO, A. L. Exsudato glandular de genótipos de tomateiro e desenvolvimento de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Sternorrhyncha: Aleyrodidae) Biótipo B. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 59-665, 2005.

FEENY, P. Plant apparency and chemical defense. **Recent Advances in Phytochemistry**, Philadelphia, v. 10, p. 1-40, 1976.

FELIPE, M. C.; ZUCOLOTO, F. S. Estudos de alguns aspectos da alimentação em *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 333-341, 1993.

FERNANDES G. W.; PRICE P. W. Biogeographical gradients in galling species richness: tests of hypotheses. **Oecologia**, Heidelberg, v. 76, n. 2, p. 161-167, 1988.

FRAENKEL, G. Studies on the distribution of vitamin B₁₂ (carnitine). **The Biological Bulletin**, Massachusetts, v. 104, n. 3, p. 359-371, 1953.

FRANÇA, F. H.; CORDEIRO, C. M. T.; GIORDANO, L. de B.; RESENDE, A. M. Controle da traça das crucíferas em repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 3, p. 47-53, 1985.

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).

FUTUYMA, D. J.; PETERSON, S. C. Genetic variation in the use of resources by insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 30, p. 217-238, 1985.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GANDOLFI, M.; MATTIACCI, L.; DORN, S. Preimaginal learning determines adult response to chemical stimuli in a parasitic wasp. **Proceedings of the Royal Society London, Series B. Biological Sciences**, Banbury, v. 270, n. 1533, p. 2623-2629, 2003.

GILARDÓN, E.; POCÓVI, M.; HERNÁNDEZ, C.; OLSEN, A. Papel dos tricomas glandulares da folha do tomateiro na oviposição de *Tuta absoluta*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 585-588, 2001.

GILES, K. L.; STOCKLAND, R.; MADDEN, R. D.; PAYTON, M. E.; DILLWITH, J. W. Preimaginal survival and development of *Coleomegilla maculata* and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) reared on *Acyrtosiphon pisum*: effects of host plants. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 30, p. 961-971, 2001.

GIUSTOLIN, T. A.; VENDRAMIN, J. D. Efeito dos aleloquímicos 2-tridecanona e 2- undecanona na biologia de *Tuta absoluta* (Meyrick). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 3, p. 417-422, 1994.

GOODWIN, S.; DANTHANARAYANA, W. Flight Activity of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). **Australian Journal of Entomology Society**, Richmond, v. 23, n. 3, p. 235-240, 1984.

GRATTON, C.; WELTER, S. C. Oviposition preference and larval performance of *Liriomyza helianthi* (Diptera: Agromyzidae) on normal and novel host plants. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 27, n. 4, p. 926–35, 1998.

HALKIER, B. A.; GERSHENZON, J. Biology and biochemistry of glucosinolates. **Annual Review of Plant Biology**. Palo Alto, v. 57, p. 303–333, 2006.

HARBORNE, J. B. Insect feeding preferences. In: HARBORNE, J. B. (Ed.). **Introduction to ecological biochemistry**, London: Academic Press, p. 103-129, 1977.

HARCOURT, D. G. Biology of the diamondback moth, *Plutella maculipennis* (Curt.) (Lepidoptera: Plutellidae) in Eastern Ontario. II. Life-history, behavior, and host relationships. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 89, n. 12, p. 554-564, 1957.

HAYES, J.; KELLEHER, M.; EGGLESTON, I. The cancer chemopreventive actions of phytochemicals derived from glucosinolates. **European Journal of Nutrition**, Heidelberg, v. 47, p. 73-88, 2008.

HOCHULI, D. F. Insect herbivory and ontogeny: How do growth and development influence feeding behaviour, morphology and host use? **Austral Ecology**. Richmond, v. 26, p. 563-570, 2001.

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, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1155/2008/582837>>.

HOPKINS A. D. A discussion of H.G Hewitt's paper on Insect behavior. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 10, p. 92–93, 1917.

HOPKINS, A. D. Economic investigations of the scolytid bark and timber beetles of North America. U.S. **Department of Agriculture Program of Work. for 1917**, Harrisburg. p. 353, 1916.

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, n. 1, p. 57-83, 2009.

HUSEBYE, H.; CHADCHAWAN, S.; WINGE, P.; THANGSTAD, O. P.; BONES, A. M. Guard cell- and phloem idioblast-specific expression of thioglucoside glucohydrolase 1 (myrosinase) in Arabidopsis. **Plant Physiology**, Rockville. v. 128, p. 1180–1188, 2002.

IEA. Instituto de Economia Agrícola. **Anuários**: banco de dados. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 12 julh. 2013.

JAENICKE, J. Induction of host preference in *Drosophila melanogaster*. **Oecologia**. Heidelberg. v. 58, p. 320-325, 1983.

JERMY, T. The role of experience in the host selection of phytophagous insects. In: CHAPMAN, R. F.; BERNAYS, E. A.; STOFFOLANO, J. G. (Eds.). **Perspectives in chemoreception and behaviour**. New York: Springer, p. 143-158, 1987.

JOHNSTON. J. S.; Dosdall, L. M ; Mitchell, B. K. .Oviposition by *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and effects of Phylloplane Waxine. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, n. 4, p. 1152-1159, 2000.

JUSTUS, K. A.; DOSDALL, L. M.; MITCHELL, B. K. Oviposition by *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and effects of phylloplane waxiness. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 93, n. 4, p. 1152–1159, 2000.

KARBAN, R.; AGRAWAL, A. A. Herbivore offence. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 33, p. 641-664, 2002.

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

KOCH, M.; HAUBOLD, B.; MITCHELL-OLDS, T. Molecular systematics of the Brassicaceae: evidence from coding plastidic *matK* and nuclear *Chs* sequences. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 88, n. 3, p. 534-544, 2001.

KOGAN, M. Plant defense strategies and host-plant resistance. In: KOGAN, M. (EDS) **Ecological theory and integrated pest management practice**. New York: John Wiley and Sons, 1986. p. 83-133.

KOGAN, M. The role of chemicals factors in insect/plant relationships. **15th International Congress of Entomology**, Washington, p. 211-227, 1976.

KONROLEVA, O.A., DAVIES, A., DEEKEN, R., THORPE, M.R., TOMOS, A.D. AND HEDRICH, R. Identification of a new glucosinolate-rich cell type in *Arabidopsis* flower stalk. **Plant Physiology**, Rockville, v. 124, p. 599–608. 2000.

KREBS, C. J. **Ecology**: the experimental analysis of distribution and abundance. New York: Harper & Row, 1994. 801p.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 318p.

LEATHER, S. R. Size, reproductive potential and fecundity in insects: things aren't as simple as they seem. **Oikos**, Santiago, v. 51, n. 3, p. 386-389, 1988.

LEATHER, S. R.; AWMACK, C. S. Does variation in offspring size reflect strength of preference performance index in herbivorous insects? **Oikos**, Santiago, v. 96, n. 1, p. 192–5, 2002.

LEITE, G. L. D. Resistência de tomates a pragas. **Unimontes científica**, Montes Claros, v. 6, n. 2, p. 129-140, 2004.

LEITE, G. L. D.; PICANÇO, M.; SILVA, D.J.H.; MATA, A.C.; JHAM, G. N. Distribuição de oviposição de *Scrobipalpuloides absoluta* no dossel de *Lycopersicon esculentum*, *L. hirsutum* e *L. peruvianum*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 47-51, 1995.

LEVINS, R.; MACARTHUR, R. An hypothesis to explain the incidence of monophagy. **Ecology**, Ithaca, v. 50, n. 5, p. 910-911, 1969.

LIM, G. S. **Biological control of Diamondback moth**. In: TALEKAR N. S. (Ed.). Management of Diamondback moth and other crucifers pests: Proceedings of the first International Workshop. Asian Vegetable Research and Development Center. Tainan: Taiwan, p. 159-171, 1986.

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

LIU, Y. B.; TABASHNIK, B. E. Inheritance of resistance to the *Bacillus thuringiensis* toxin Cry1C in the diamondback moth. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 63, n. 6, p. 2218-2223, 1997.

LUENGO, R. F. A. **Tabela de composição nutricional das hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2011, 4p.

MAIA, A. H. N.; LUIZ, A. J. B.; CAMPANHOLA, C. Statistical inference on associated fertility life parameters using Jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, n. 2, p. 511-518, 2000.

MASTELIC, J.; JERKOVIC, I.; BLAZEVIC, I.; RADONIC, A.; KRSTULOVIC, I. Hidrodistillation-adsorption method for the isolation of water soluble, non-soluble and high volatile compounds from plant materials. Amsterdam. v. 76, p. 885-891, 2008.

MATTHEWS, R. W.; MATTHEWS, J. R. **Insect behavior**. New York: John Wiley & Sons, 1978. 507p.

MAU, R. F. L.; KESSING, J. L. M. I. 2007. Crop Knowledge Master - *Plutella xylostella* (Linneus). University of Hawaii. Disponível em: <http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/plutella.htm>>. Acesso em 20 jan 2014.

MEDEIROS, R. S.; MEDEIROS, R. S.; RAMALHO, F. S.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. Temperature influence on the reproduction of *Podisus nigrispinus*, a predator of the noctuid larvae of *Alabama argillacea*. **Bio Control**, Dordrecht, v. 48, n. 6, p. 695-704, 2003.

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

NAKAYAMA, V. L. T. A importância das hortaliças na alimentação humana. In: Classificação das hortaliças. BEVILACQUA, H. E. C. R. (Ed.). **Manual Horta.** Prefeitura do Estado de São Paulo. 2013. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/02manualhorta_1253891788.pdf>. Acesso em: 05 set 2013.

NIEUWHOF, M. **Cole crops.** London: Leonard Hill, 1969. 353p.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. A evolução das dietas artificiais e suas interações em ciência e tecnologia. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P.(Eds.). Bioecologia e nutrição de insetos: bases para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa, p.115-120, 2009.

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.

PAPAJ, D. R.; PROKOPY, R. J. Phytochemical basis of learning in *Rhagoletis pomonella* and other herbivorous insects. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 12, p. 1125-1143, 1986.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico.** Piracicaba: Fealq, 2001. 134p.

PHILLIPS, W. M. Modification of feeding preference in the flea beetle, *H. lythri*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Chichester, v. 21, p. 71-80, 1977.

POELKING, A. Diamondback moth in the Philippines and its control with *Diadegma semiclausum*. In: TALEKAR, N.S. (Ed.). **Diamondback Moth and other crucifer pests.** Proceedings of the Second International Workshop. Taiwan, p. 271-278, 1992.

PRICE, P. W. **Insect ecology.** 2ª ed. New York: John Wiley, 1984. 607p.

PROKOPY, R. J.; AVERILL, A. L.; COOLEY, S. S.; ROITBERG, C. A. Associative learning in egg laying site selection by apple maggot flies. **Science**, Washington. v. 218, p. 76-77, 1982.

PROKOPY, R. J.; FLETCHER, B. S. The role of adult learning in the acceptance of host fruit for egg laying by the Queensland fruit fly, *Dacus tryoni*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht. v. 45, p. 259-263, 1987.

RAINA, A. K.; KINGAN, T. G.; MATTOO, A. K. Chemical signals from host plant and sexual behaviour in a moth. **Science**. Oxford. v. 255, p. 592–594, 1992.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 6^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2001, 928 p.

RAY, S. Survival of olfactory memory through metamorphosis in the fly *Musca domestica*. **Neuroscience Letters**, Shannon, v. 259, 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. 37-78, 2002.

RENWICK, J. A. A. Nonpreference mechanisms: plant characteristics influencing insect behaviour. In: HEDIN, P.A. (Ed.). **Plant Resistance to Insects**, Washington: ACS Symposium Series, n. 208, p. 199-213, 1983.

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

RIBEIRO, S. P.; CARNEIRO, M. A. A.; FERNANDES, G. W. Free-feeding insect herbivores along environmental gradients in Serra do Cipó: basis for a management plan. **Journal of Insect Conservation**, Dordrecht, v. 2, n. 2, p. 107-118, 1998.

SANTANA, A. F. K. **Performance e preferência de imaturos selvagens de *Ascia monuste* (Godart, 1819) (Lepidoptera: Pieridae) na mudança e privação de hospedeiros alimentares diferentes**. 2008. 95f. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto USP. Ribeirão Preto, São Paulo. 2008.

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.

SAS INSTITUTE. **SAS**: User`s guide: statistics. Versão 9.0. SAS Institute Inc., Cary, 2002.

SAXENA, K. N.; SCHOONHOVEN, L. M. Induction of orientational and feeding preferences in *Manduca sexta* larvae for different food sources. **Entomologia experimentalis et Applicata**, Chichester, v. 32, n. 2, p. 173-180, 1982.

SCHOONHOVEN L. M.; VAN LOON, J. J. A.; DICKE, M. **Insect-plant biology**. Oxford: Oxford University Press, v. 2, 2005, 420 p.

SCHOONHOVEN, L. M. A. Insect-plant biology. In: SCHOONHOVEN, L. M.; JERMY, T.; VAN LOON, J. A. A. (Eds.), **Physiology of Evolution**. London: Chapman & Hall, 1998, 409p.

SCHOONHOVEN, L. M.; BEERLING, E. A. M.; KIJNSTRA, J. W.; VUGT, Y. V. Two related butterfly species avoid oviposition near each other's eggs. **Experientia**, Basel, v. 46, n. 5, p. 526-528, 1990.

SCHOWALTER, T. D. Resource Acquisition. In: SCHOWALTER, T. D. (Ed.). **Insect Ecology: An Ecosystem Approach**. San Diego: Academic Press, v. 3, p. 49-82, 1996.

SCHULTZ, J. C.; NOTHNAGLE, P. J.; BALDWIN, I. T. Seasonal and individual variation in leaf quality of two northern hardwoods tree species. **American Journal of Botany**, Baltimore, v. 69, p. 753-759, 1982.

SCRIBER, J. M. The behavior and nutritional physiology of southern armyworm larvae as a function of plant species consumed in earlier instars. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 31, p. 359-369, 1982.

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.

SILVA, A. L.; VELOSO, V. R. S.; TARDIVO, J. C.; ABREU, C. D.; CASTRO E SILVA, R. M. Avaliação de inseticidas piretróides no controle da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* (L., 1758) em repolho. **Anais das Escolas de Agronomia e Veterinária**, Goiânia, v. 23, n. 1, p. 7-12, 1993.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976, 419p.

SIMPSON, S. J.; SIMPSON, C. L. The mechanisms of nutritional compensation by phytophagous insects. In: BERNAYS, E. A. (Ed.). **Insect-plant interaction**. Boca Raton: CRC Press, 1990. p. 111-116.

SINGER, M. C. The definition and measurement of oviposition preference in plant feeding insects. In: MILLER, J. R.; MILLER, F. A. (Eds.). **Insect-plant Interactions**. New York: Springer, p. 66-94, 1986.

SLANSKY JUNIOR, F. Nutritional ecology: the fundamental quest for nutrients. In: N.E. STAMP & T. CASEY (Eds.). **Caterpillars: ecological and evolutionary constraints on foraging**. New York: Chapman & Hall, 587p, 1993.

SLANSKY JUNIOR, F.; RODRIGUES, J. G. **Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates**. New York: John Wiley and Sons, 1987. 1016 p.

SLANSKY JUNIOR, F.; SCRIBER, J. M. Food consumption and utilization. In: KERKUT, G. A.; GILBERT, L. I. (Eds.). **Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology**. Oxford: Pergamon, v. 4, p. 87-167, 1985.

SMITH, M. A.; CORNELL, H. U. Hopkins host-selection in *Nasonia vitripennis* and its implications for sympatric speciation. **Animal Behavior**, London, v. 27, p. 365-370, 1979.

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

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods**. London: Chapman and Hall, v. 2, 1978. 524p.

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.

STAMP, N. E.; BOWERS, M. D. Phenology of nutritional differences between new and mature leaves and its effect on caterpillar growth. **Ecological Entomology**, Oxford, v. 15, n. 4, p. 447-454, 1990.

STAMP, N. E.; CASEY, T. M. **Caterpillars, ecological and evolutionary constraints on foraging**. New York: Chapman & Hall, 1993. 548p.

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**, Chichester, v. 97, n. 1, p. 41-46, 2000.

SUOMELA, J. V.; OSSIPOV, V.; HAUKIOJA, E. Variation among and within mountain birch trees in foliage phenols, carbohydrates, and amino acids, and in growth of *Epirrita autumnata* larvae. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 21, n. 10, p. 1421-1446, 1995.

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, n. 1, p. 309–319, 2006.

TABASHNIK, B. E.; SLANSKY JUNIOR, F. Nutritional ecology of forb foliage-chewing insects. In: SLANSKY JUNIOR, F. & RODRIGUES, J.G. (Eds.). **Nutritional ecology of insects, spiders and related invertebrates**. New York: Wiley Interscience, p. 71-103, 1987.

TABASHNIK, B. E.; WHEELOCK, H.; RAINBOLT, J. D.; WATT, W. B. Individual variation in oviposition preference in the butterfly *Colias eurytheme*. **Oecologia**, Heidelberg, v. 50, p. 225-230, 1981.

TAGLIARI, S. R. A. **Não-preferência para oviposição, alimentação e antibiose de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) por genótipos de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* D.C.).** 2007. 65 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed. 3 ed., 2004, 719p.

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.

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

THULER, R. T. Criação de *Plutella xylostella*. In: DE BORTOLI, S. A. (Ed.). **Criação de insetos: da base à biofábrica**. Jaboticabal: edição própria, 2009. Parte 2, p. 58-68.

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

TORRES, A. L. **Efeito de cultivares de repolho e extratos aquosos vegetais na biologia de *Plutella xylostella* (L.) e no parasitóide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov)**. 2004, 109 f. Tese de Doutorado em Agronomia, UNESP, Jaboticabal, 2004.

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

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

VAN LOON, J. J. A.; DICKE, M. Sensory ecology of arthropods utilizing plant infochemicals. In: BARTH, F. G.; SCHMID, A. (Eds.). **Ecology of Sensing**. Heidelberg: Springer-Verlag, p. 253-270, 2001.

VAUGHN, S.; BERHOW, M. Glucosinolate hydrolysis products from various plant sources: ph effects, isolation, and purification. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 21, p. 193-202, 2005.

VENDRAMIM, J. D.; NISHIKAWA, M. A. N. Melhoramento para resistência a insetos. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Eds.). **Recursos genéticos e melhoramento - plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, p. 737-781, 2001.

VERSCHAFFELT, E. The cause determine the selection of food in some herbivorous insects. **Royal Academy**, Amsterdam, v. 13, n. 1, p. 536-542, 1910.

VICKERS, R. A.; VICKERS, R. A.; FURLONG, M. J.; WHITE, A. PELL, J. K. Initiation of fungal epizootics in diamondback moth populations within a large field cage: proof of concept of autodissemination. **Entomologia Experimentalis Et Applicata**, Chichester, v. 111, n. 1, p. 7-17, 2004.

VIG, A. P.; RAMPAL, G.; THIND, T. S.; ARORA, S. Bio-protective effects of glucosinolates – A review. **LWT - Food Science and Technology**, Reading, v. 42, p. 1561-1572, 2009.

WEIS, A.; BERENBAUM, M. Herbivorous insects and green plants. In: ABRAHAMSON W. G. (Ed.). **Plant-Animal Interactions**. New York: McGraw Hill, p. 123-162, 1989.

WHITMAN, W. D.; BLUM, M. S.; SLANSKY JUNIOR, F. Carnivory in phytophagous insect. In: ANANTHAKRISHNAN, T. N. (Ed.). **Functional dynamics of phytophagous insect**. New Delhi: Oxford & IBH Publ., p. 160-205, 1994.

WIELANEK, M.; KRÓLICKA, A.; BERGIER, K.; GAJEWSKA, E.; SKŁODOWSKA, M. Transformation of *Nasturtium officinale*, *Barbarea verna* and *Arabis caucasica* for hairy roots and glucosinolate-myrosinase system production. **Biotechnology Letters**, Dordrecht, v. 31, p. 917-921, 2009.

WIKLUND, C. The evolutionary relationship between adult oviposition preferences and larval host plant range in *Papilio machaon* L. **Oecologia**, Heidelberg, v. 18, n. 3, p. 186–97, 1975.

WOODS, H. A. Patterns and mechanisms of growth of fifth-instar *Manduca sexta* caterpillars following exposure to low or high-protein food during early instar. **Physiological and Biochemical Zoology**, Chicago, v. 72, p. 445-454, 1999.

ZUCOLOTO, F. S. Alimentação e nutrição de Mosca-das-frutas. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, p. 67-80, 2000.

ZUCOLOTO, F. S. Feeding habits of *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae): can larvae recognize a nutritionally effective diet? **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 33, n. 5, p. 349-353, 1987.