

INTERAÇÃO TRITRÓFICA DE CULTIVARES DE REPOLHO, TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS
E DO PARASITÓIDE *Oomyzus sokolowskii* (KURDJUMOV) (HYMENOPTERA:
EULOPHIDAE)

por

FELIPE COLARES BATISTA

(Sob Orientação do Professor Jorge Braz Torres)

RESUMO

A traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), é considerada a principal praga das brássicas em todo o mundo. Resultados promissores para o manejo desta praga têm sido alcançados com o uso de cultivares resistentes e controle biológico. Entretanto, sabe-se que características conferindo resistência às plantas não afetam somente os herbívoros, mas também os inimigos naturais associados a eles. Assim, esse trabalho avaliou a influência das cultivares de repolho Roxo e Verde (Chato-de-quintal) na biologia e na preferência para oviposição de *P. xylostella*, e o efeito no desempenho do parasitóide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae). Com base nos parâmetros da tabela de vida, a cultivar Chato-de-quintal mostrou-se menos favorável para o desenvolvimento de *P. xylostella*, por ocasionar maior duração das fases de larva e pupa e redução na fecundidade das fêmeas em relação a cultivar Roxo. Entretanto, a cultivar Chato-de-quintal foi a mais preferida por *P. xylostella* para oviposição em comparação a cultivar Roxo. Testes de livre escolha das mariposas em olfatômetro, isolando a coloração do hospedeiro, resultaram em semelhança de escolha entre repolho Roxo e Verde. O forrageamento de fêmeas de *O. sokolowskii* em plantas de ambas as cultivares infestadas com larvas da traça-das-crucíferas em testes de livre escolha foi similar.

Também, não houve diferença no número de larvas parasitadas, número total de descendentes produzidos e longevidade média das fêmeas adultas do parasitóide em condições de laboratório. Entretanto, foi observado maior número de descendentes por larva parasitada e, aproximadamente, um dia a menos na duração do período ovo-adulto em larvas da traça-das-crucíferas criadas em repolho Chato-de-quintal. Assim, estes resultados mostram uma associação positiva entre a resistência de cultivares de repolho e o controle biológico com *O. sokolowskii* visando o manejo da traça-das-crucíferas e sugerem que a cor da cultivar possui papel importante na escolha do hospedeiro para oviposição pela praga.

PALAVRAS-CHAVE: Preferência para oviposição, traça-das-crucíferas, manejo integrado de pragas, controle biológico, resistência de plantas.

INTERACTION OF CABBAGE CULTIVARS, DIAMONDBACK MOTH, AND THE
PARASITOID *Oomyzus sokolowskii* (KURDJUMOV) (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)

by

FELIPE COLARES BATISTA

(Under the Direction of Professor Jorge Braz Torres)

ABSTRACT

The diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), is the most important pest of brassicas throughout the world. Prospective results toward DBM manage in cabbage have been achieved using host plant resistance and biological control. However, host plant characteristics conferring resistance against herbivores might also affect their natural enemies. Thus, this work evaluated the influence of red and green (Chato-de-quintal) cabbages on the biology and oviposition preference of *P. xylostella* and the interaction with the larval-pupal parasitoid *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae). Based on life history parameters for DBM, green cabbage was less favorable compared to red cabbage by delaying larval and pupal stages, and reducing female fecundity. However, under free choice tests for oviposition, DBM females preferred to lay eggs on green than red cabbage. Tests in olfactometer, isolating the color effect of the host plant, however, resulted in similar moth attraction between green and red cabbage. Foraging of *O. sokolowskii* females was similar on both cabbage cultivars infested with DBM larvae under large cage free choice tests. Furthermore, similar number of parasitized larvae, total number of emerged parasitoids, and adult female parasitoid longevity were found for DBM larvae reared on both cabbage cultivars under laboratory conditions. However, the period from parasitism to adult parasitoid emergence was one day shorter and a

higher number of parasitoids produced per parasitized larva was achieved when parasitizing larvae reared on green cabbage. In conclusion, the results indicate a positive association of host plant resistance with the parasitism of *O. sokolowskii* to manage DBM and suggest that the cabbage color plays an important role on host preference for oviposition by the pest.

KEY WORDS: Oviposition preference, diamondback moth, integrated pest management, biological control, host plant resistance.

INTERAÇÃO TRITRÓFICA DE CULTIVARES DE REPOLHO, TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS
E DO PARASITÓIDE *Oomyzus sokolowskii* (KURDJUMOV) (HYMENOPTERA:
EULOPHIDAE)

por

FELIPE COLARES BATISTA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da
Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de
Mestre em Entomologia Agrícola.

RECIFE - PE

Fevereiro – 2011

INTERAÇÃO TRITRÓFICA DE CULTIVARES DE REPOLHO, TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS
E DO PARASITÓIDE *Oomyzus sokolowskii* (KURDJUMOV) (HYMENOPTERA:
EULOPHIDAE)

por

FELIPE COLARES BATISTA

Comitê de Orientação:

Jorge Braz Torres – UFRPE

Ângelo Pallini Filho – UFV

INTERAÇÃO TRITRÓFICA DE CULTIVARES DE REPOLHO, TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS
E DO PARASITÓIDE *Oomyzus sokolowskii* (KURDJUMOV) (HYMENOPTERA:
EULOPHIDAE)

por

FELIPE COLARES BATISTA

Orientador: _____
Jorge Braz Torres – UFRPE

Examinadores: _____
Ângelo Pallini Filho – UFV

Reginaldo Barros – UFRPE

Christian Sherley Araújo da Silva Torres – UFRPE

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Antonio Ferreira Batista Neto e Rosane Colares Batista, por todas as dificuldades enfrentadas para garantir que eu chegasse até aqui.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre ter cuidado do meu futuro.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola pela realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo concedida e pelo suporte para a realização do trabalho em cooperação com a UFV através do programa PROCAD NF.

Aos meus pais, Antônio e Rosane, por todo apoio e incentivo.

Aos meus irmãos Danilo e Marcela, por saber que estão sempre comigo, mesmo distantes.

À minha irmã Soraia & família pelos momentos de alegria.

A todos os outros membros da melhor família que alguém pode ter. Amo todos vocês.

Ao meu orientador Jorge Braz Torres pelos ensinamentos, credibilidade, compreensão e apoio durante todo o curso.

Ao meu co-orientador Angelo Pallini Filho pela confiança depositada.

A Dra. Christian Sherley Araújo da Silva Torres pelo apoio na realização dos experimentos e considerações no trabalho.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola da UFRPE, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos funcionários Darcy, Romildo e Ariella, pela dedicação nos serviços prestados.

Aos funcionários, Luiz e Adelmo pela ajuda na produção das plantas utilizadas nos experimentos.

Aos amigos Luziani, Martin e Meyre pelo companheirismo durante o período de disciplinas.

Aos amigos Agna Rita e Eduardo pela ajuda durante o período de realização dos trabalhos de dissertação.

Aos amigos do Laboratório de Ecologia de Insetos e Controle Biológico, Aduino, Aline, Daniel, Emerson, Ezio, Itílio, Karla Fernanda, Paloma, Robério e Roberta, pela companhia durante todo o curso.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Acarologia – UFV, Ana, Cleide, Elisa, Gabriel, João, Juliana, Kleber, Lívia, em especial ao Felipe Lemos, por todo apoio durante o período em que estive em Viçosa.

Às amigas desde a época da graduação, Dany e Larissa, por me tolerarem por tanto tempo.

Aos demais colegas e amigos feitos em Recife, por todos os momentos de descontração, conhecer pessoas como vocês faz valer a pena aventurar-se a tantos quilômetros de casa.

SUMÁRIO

	Páginas
AGRADECIMENTOS	vi
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO	01
LITERATURA CITADA	06
2 INTERAÇÕES TRÓFICAS: ESTUDO ENTRE CULTIVARES DE REPOLHO, <i>Plutella xylostella</i> (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) E O PARASITÓIDE <i>Oomyzus sokolowskii</i> (KURDJUMOV) (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) ...	12
RESUMO	13
ABSTRACT	14
INTRODUÇÃO	15
MATERIAL E MÉTODOS	17
RESULTADOS	25
DISCUSSÃO	28
AGRADECIMENTOS	32
LITERATURA CITADA	33

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A família Brassicaceae ou Cruciferae, possui cerca de 375 gêneros e 3200 espécies, sendo um dos mais antigos grupos de plantas cultivadas pelo homem (Ahuja *et al.* 2010). A maioria das espécies cultivadas atualmente pertence ao gênero *Brassica*, as quais são utilizadas principalmente para alimentação (Repolho, Couve, Brócolis, etc.) e produção de óleos (Canola), além das espécies selvagens. O cultivo de brássicas é amplamente distribuído em todas as regiões do Brasil, embora se concentre nas regiões de clima mais ameno, condição mais favorável para o desenvolvimento da maior parte das variedades de importância comercial. O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) é uma das principais espécies cultivadas, com um volume comercializado no Brasil estimado em mais de 31.000 toneladas no primeiro semestre de 2009 (AGRIANUAL 2010). Em Pernambuco, a maior parte da produção está localizada na região do Agreste, conhecida como cinturão de produção de hortaliças do estado. Por se tratar de uma cultura de ciclo curto, geralmente cultivada em pequenas áreas ($\leq 1000 \text{ m}^2$), mas que demanda de mão-de-obra, tem sido característica de pequenas propriedades, representando assim uma importante fonte de renda para a agricultura familiar.

Em função das necessidades dos produtores e da demanda dos consumidores, atualmente encontra-se disponível no mercado uma grande diversidade de cultivares adaptadas a diferentes condições edafoclimáticas e que atendem aos diversos interesses do público alvo. Em geral, hortaliças com coloração diferente das tradicionais, tendem a aumentar a sua participação no mercado nos próximos anos, em razão da preferência do consumidor (AGRIANUAL 2009). Assim, entre as brássicas, o repolho roxo tem-se destacado, pois atende às novas tendências de

mercado, e hoje atinge um valor comercial de três a quatro vezes superior ao valor do repolho tradicional de coloração verde, além de apresentar maiores teores de vitamina C, selênio, fósforo, e ser rico em antocianina (pigmento que reduz o risco de infarto) (Favier *et al.* 1999).

Um dos principais fatores que limitam a produção de brássicas é a ocorrência de pragas, entre as quais se destaca a traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). Essa é considerada a principal praga das brássicas em todo o mundo (Talekar & Shelton 1993, Yang *et al.* 1994, Haseeb *et al.* 2004, Villas Bôas *et al.* 2004, Cheng *et al.* 2008), chegando a causar perdas de mais de 90% na produção (Charleston & Kfir 2000, Castelo Branco *et al.* 2001). Alguns autores sugerem que *P. xylostella* originou-se na região do Mediterrâneo, onde surgiram as principais espécies de brássicas cultivadas atualmente (Talekar & Shelton 1993, Yang *et al.* 1994, Monnerat *et al.* 2004). Entretanto, Kfir (1998), indica a África do Sul, local onde foi feito o primeiro registro de ocorrência como praga no início do século XX (Charleston & Kfir 2000), como sendo o centro de origem, devido ao grande número de espécies hospedeiras nativas e de parasitóides associados a *P. xylostella* nessa região. No entanto, atualmente é considerada como sendo uma praga cosmopolita, ocorrendo em todas as regiões onde é realizado o cultivo de brássicas no mundo (Cheng *et al.* 2008), com um custo de controle estimado em cerca de 1 bilhão de dólares por ano (Talekar & Shelton 1993).

O ciclo de vida de *P. xylostella* varia em função da qualidade do alimento (Barros & Vendramim 1999) e da temperatura, podendo durar de 12 a 20 dias (Carvalho 2008). Para as condições ambientais das principais regiões produtoras de brássicas em Pernambuco, *P. xylostella* pode completar até 20 gerações por ano (Ferreira *et al.* 2003). Os adultos da traça-das-crucíferas possuem hábito noturno, iniciando a atividade na escotofase (Talekar & Shelton 1993). Depositam os ovos isolados ou em grupos na face abaxial das folhas, preferencialmente nas cavidades (Talekar & Shelton 1993). Na fase de pré e pós-formação da cabeça as posturas

predominam na parte basal ou na borda das folhas, junto à cabeça (Zago *et al.* 2010). O período de incubação dura de dois a três dias. As larvas recém-eclodidas formam minas nas folhas, alimentando-se do parênquima por dois ou três dias, passando posteriormente a consumir a epiderme foliar da face inferior, tornando o produto inapto para a comercialização (Carvalho 2008). A fase larval possui quatro ínstares (Ecole *et al.* 1999), com duração total de 9 a 10 dias, e período de pupa de 4 dias aproximadamente, a 25°C.

O controle químico é o principal método adotado para o manejo de *P. xylostella* (Monnerat *et al.* 2004, Villas Bôas *et al.* 2004, Talekar & Shelton 1993). Devido à constante pressão de seleção, através do uso de inseticidas, e ao seu alto potencial biótico, tem-se registrado nos últimos anos o surgimento de populações da praga resistentes a vários grupos de inseticidas químicos e biológicos (Castelo Branco & Gatehouse 1997, Tabashnik *et al.* 1998, Castelo Branco *et al.* 2001, Castelo Branco & Medeiros 2001, Haseeb *et al.* 2004, Cheng *et al.* 2008). Diante de tal problema, a necessidade da utilização de técnicas alternativas para o manejo de *P. xylostella* é crescente. Resultados positivos têm sido alcançados com o uso de culturas armadilha (Charleston & Kfir 2000, Badenes-Perez *et al.* 2004), destruição de restos culturais, não utilização de plantio sequenciado (Castelo Branco *et al.* 2001), controle biológico com parasitóides (Ferreira *et al.* 2003, Rossbach *et al.* 2006) e resistência de plantas (Thuler *et al.* 2007).

Em relação ao controle biológico, existem mais de 90 espécies de parasitóides associados à traça-das-crucíferas (Talekar & Shelton 1993). Em países da Europa, gêneros como *Diadegma*, *Cotesia* e *Diadromus* contribuem para a redução dos danos causados por essa praga, o que não ocorre em algumas partes do mundo, como América Central e Sudeste da Ásia, nas quais parasitóides efetivos no controle de *P. xylostella* são escassos (Talekar & Shelton 1993). Embora os resultados das pesquisas com controle biológico sejam promissores, no Brasil ainda não se tem disponíveis tecnologias apropriadas que permitam o uso intensivo no manejo de pragas de

hortaliças (Bacci *et al.* 2007). No Kenya já se tem um programa de controle biológico clássico para manejo de *P. xylostella*, realizado através da introdução do parasitóide especialista *Diadegma semiclausum* (Rossbach *et al.* 2006). No Brasil, um importante inimigo natural específico de *P. xylostella* é o parasitóide de larva e pupas *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae) (Ferreira *et al.* 2003). O primeiro relato de ocorrência natural deste parasitóide em plantios de repolho foi feito no Rio Grande do Sul por Ferronato & Becker (1984), posteriormente no estado de Pernambuco por Loges (1996) e no Distrito Federal por Castelo Branco *et al.* (2001). Atualmente, é encontrado naturalmente em diferentes localidades no Brasil.

O. sokolowskii, é uma espécie cosmopolita que parasita larvas e pupas de *P. xylostella*, mas preferencialmente larvas de 3º e 4º ínstar (Talekar & Hu 1996). Entre os diversos parasitóides de *P. xylostella*, *O. sokolowskii* é considerado o de maior potencial para o controle biológico da praga (Fitton & Walker 1992). Além disso, os relatos de pesquisas até o presente momento citam apenas *P. xylostella* como hospedeiro deste parasitóide. *O. sokolowskii* apresenta parasitismo com maior intensidade com 48-72h de idade e a partir da terceira hora de fotofase (Silva-Torres *et al.* 2009a). O tempo de desenvolvimento varia em função da temperatura, levando de 12,9 a 31,6 dias a 28 e 18°C para completar o período de ovo-adulto (Ferreira *et al.* 2003). A longevidade dos descendentes de *O. sokolowskii* depende do tamanho da larva de *P. xylostella* parasitada sendo, em média, de 22 e 34 dias para larvas maiores e menores, respectivamente (Silva-Torres *et al.* 2009b). Em laboratório, foi verificado que ocorre superparasitismo em condição de escassez de hospedeiro, o que levou ao aumento no número de descendentes produzidos por hospedeiro, mas com redução no tamanho dos indivíduos produzidos (Silva-Torres *et al.* 2009b). As fêmeas de *O. sokolowskii* apresentam em média, atividade de parasitismo até os 20 dias de idade, com taxa constante, independente da densidade de hospedeiro disponível (Silva-Torres *et al.* 2010).

Outra alternativa ao controle químico é a utilização de cultivares resistentes, sendo este método considerado ideal, pois permite a associação com outras táticas de manejo de pragas e não representa custos adicionais à produção (Painter 1951). Thuler *et al.* (2007), avaliando parâmetros biológicos, verificou que a cultivar de repolho Chato-de-quintal é menos favorável para o desenvolvimento da traça-das-crucíferas quando comparada com outras cultivares. Outros trabalhos avaliaram a resistência de plantas a *P. xylostella* com base no comportamento do inseto em função da cerosidade e sinigrina presente nas folhas (Spencer *et al.* 1999, Ulmer *et al.* 2002). Segundo estes autores, a cerosidade e sinigrina isolados, não afetam o comportamento de oviposição das mariposas. Entretanto, pouco se sabe a respeito do efeito da coloração da planta hospedeira sobre o comportamento deste inseto.

Sabe-se que características das plantas podem afetar os herbívoros, mas também os inimigos naturais (Dicke 1999, Barros & Vendramim 1999, Bukovinszky *et al.* 2009). Assim, é importante analisar as interações num contexto trítrofico, planta-herbívoro-inimigo natural, em sistemas onde a resistência de plantas e o controle biológico são importantes componentes do manejo de pragas (Barros & Vendramim 1999, Dicke 1999).

Diferentes cultivares ou variedades de plantas podem apresentar variações na composição dos compostos secundários relacionados à sua defesa e dos voláteis liberados após a herbivoria (Ballhorn *et al.* 2008). Parasitóides, principalmente os especialistas, podem identificar estas diferenças na qualidade das plantas consumidas por seus hospedeiros e escolher aqueles com melhores condições para o desenvolvimento da sua descendência (Bukovinszky *et al.* 2009). Da mesma forma, a escolha de uma planta hospedeira para oviposição por parte de um herbívoro geralmente é feita com base na qualidade da mesma para o desenvolvimento dos descendentes (Leal & Zucoloto 2008).

Normalmente parte do sucesso de um herbívoro (hospedeiro/presa) está relacionada à menor mortalidade por inimigos naturais, quando se desenvolve em plantas ou partes das plantas onde estão menos sujeitos ao ataque dos mesmos (Grostal & Dicke 1999). Variações constitutivas e induzidas pela herbivoria nas plantas podem afetar a resposta de herbívoros ao parasitismo, a capacidade dos mesmos encapsular ovos dos parasitóides e, portanto, estão diretamente relacionadas ao desempenho do herbívoro na planta (Bukovinszky *et al.* 2009). Ao longo do tempo, herbívoros têm coevoluído com as plantas hospedeiras através de adaptações, como a excreção ou transformação dos compostos de defesa contra herbivoria, ou ainda sequestro e uso dos mesmos como defesa contra os seus inimigos naturais (Gols & Harvey 2008).

Além dos efeitos diretos das plantas sobre os insetos, existem ainda os efeitos indiretos. Inimigos naturais de herbívoros, em geral, utilizam sinais químicos emitidos pelas plantas atacadas (compostos voláteis) para localizar seus hospedeiros e presas, isto garante um maior sucesso no forrageamento e permite economia de tempo e energia (Kessler & Baldwin 2002, Bruinsma *et al.* 2008, Puente *et al.* 2008, Akinkulere *et al.* 2009, Moraes *et al.* 2009).

Diante destes fatos, o objetivo deste trabalho foi investigar a interação tri-trófica entre as cultivares de repolho Roxo e Verde (Chato-de-quintal), *P. xylostella* e o seu parasitóide *O. sokolowskii*.

Literatura Citada

AGRIANUAL. 2009. Agrianual 2009: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo. 496p.

AGRIANUAL. 2010. Agrianual 2010: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo. 520p.

Ahuja, I., J. Rohloff & A.M. Bones. 2010. Defence mechanisms of Brassicaceae: implications for plant-insect interactions and potential for integrated pest management. A review. *Agron. Sustain. Develop.* 30: 311-348.

- Akinkurolere, R.O., S. Boyer, H. Chen & H. Zhang. 2009.** Parasitism and host-location preference in *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae): role of refuge, choice, and host instar. *Ecol. Behav.* 102: 610-615.
- Bacci, L., M.C. Picanço, F.L. Fernandes, N.R. Silva & J.C. Martins. 2007.** Estratégias e táticas de manejo dos principais grupos de ácaros e insetos-praga em hortaliças no Brasil. p. 463-504. In L. Zambolim, C.A. Lopes, M.C. Picanço & H. Costa (eds.), *Manejo integrado de doenças e pragas de hortaliças*. Viçosa, UFV, 627p.
- Badenes-Perez, F.R., A.M. Shelton & B.A. Nault. 2004.** Evaluating trap crops for diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *J. Econ. Entomol.* 97: 1365-1372.
- Ballhorn, D.J., S. Kautz, U. Lion & M. Heil. 2008.** Trade-offs between direct and indirect defences of lima bean (*Phaseolus lunatus*). *J. Ecol.* 96: 971-980.
- Barros, R. & J.D. Vendramim. 1999.** Efeito de cultivares de repolho, utilizadas para criação de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), no desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 28: 469-476.
- Bruinsma, M., H. Ijdema, J.J.A. Van Loon & M. Dicke. 2008.** Differential effects of jasmonic acid treatment of *Brassica nigra* on the attraction of pollinators, parasitoids, and butterflies. *Entomol. Exp. Appl.* 128: 109-116.
- Bukovinszky, T., E.H. Poelman, R. Gols, G. Prekatsakis, L.E.M. Vet, J.A. Harvey & M. Dicke. 2009.** Consequences of constitutive and induced variation in plant nutritional quality for immune defence of a herbivore against parasitism. *Oecologia* 160: 299-308.
- Carvalho, J.S. 2008.** *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae): Efeito da sinigrina aplicada em folhas de couve e brócolis. Dissertação de mestrado, Jaboticabal, UNESP, 57p.

- Castelo Branco, M. & A.G. Gatehouse. 1997.** Insecticide resistance in *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the federal district, Brazil. An. Soc. Entomol. Brasil 22: 463-469.
- Castelo Branco, M. & M.A. Medeiros. 2001.** Impact of insecticides on diamondback moth parasitoids on cabbage fields in the Federal District of Brazil. Pesqu. Agropecu. Bras. 36: 7-13.
- Castelo Branco, M., F.H. França, M.A. Medeiros & J.G. Leal. 2001.** Uso de inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro e traça-das-crucíferas: um estudo de caso. Hortic. Bras. 19: 60-63.
- Charleston, D. S. & R. Kfir. 2000.** The possibility of using Indian mustard, *Brassica juncea*, as a trap crop for the diamondback moth, *Plutella xylostella*, in South Africa. Crop Prot. 19: 455-460.
- Cheng L., G. Yu, Z. Chen & Z. Li. 2008.** Insensitive acetylcholine receptor conferring resistance of *Plutella xylostella* to Nereistoxin Insecticides. Agric. Sci. Chinese 7: 847-852.
- Dicke, M. 1999.** Direct and indirect effects of plants on beneficial organisms, p. 105-153. In J.R. Ruberson (ed.), Handbook of pest management. New York, Marcel Dekker, 842p.
- Ecole, C.C., N. Anjos, M. Michereff Filho & M. Picanço. 1999.** Determinação do número de ínstaes larvais em *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). Acta Scient. 21: 331-335.
- Favier, J.C., J.I. Ripert, C. Toque & M. Feinberg. 1999.** Repertório geral dos alimentos – tabela de composição. São Paulo, Roca, 895p.
- Ferreira, S.W.J., R. Barros & J.B. Torres. 2003.** Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae), para regiões produtoras de crucíferas em Pernambuco. Neotrop. Entomol. 32: 407-411.

- Ferronato, E.M.O. & M. Becker. 1984.** Abundância e complexo de parasitóides de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em *Brassica oleracea* L. Var. *Acephala* D.C. An. Soc. Entomol. Bras. 13:261-278.
- Fitton, M. & A. Walker. 1992.** Hymenopterous parasitoids associated with diamondback moth: the taxonomic dilemma. p. 225-232. In N.S. Talekar (ed.), Diamondback moth and other crucifer pests. Proc. 2nd international workshop, AVRDC, Shanhua, Taiwan, 603p.
- Gols, R. & J. A. Harvey. 2008.** Plant-mediated effects in the Brassicaceae on the performance and behaviour of parasitoids. Phytochem. Rev. 8:187-206.
- Grostal, P. & M. Dicke. 1999.** Direct and indirect cues of predation risk influence behavior and reproduction of prey: a case for acarine interactions. Behav. Ecol. 10: 422-427.
- Haseeb, M., T.X. Liu, & W.A. Jones. 2004.** Effects of selected insecticides on *Cotesia plutellae*, endoparasitoid of *Plutella xylostella*. BioControl 49: 33-46.
- Kessler, A. & I.T. Baldwin. 2002.** Plant responses to insect herbivory: The emerging molecular analysis. Annu. Rev. Pl. Biol. 53:299-328.
- Kfir, R. 1998.** Origin of the diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 91:164-167.
- Leal, T.A.B.S. & F.S. Zucoloto. 2008.** Selection of artificial hosts for oviposition by wild *Anastrepha oblique* (Macquart) (Diptera, Tephritidae): influence of adult food and effect of experience. Rev. Bras. Entomol. 52: 467-471.
- Loges, V. 1996.** Danos causados pela traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) em cultivares de repolho *Brassica oleracea* var. *capitata* (L.) e efeito sobre a população da praga e do parasitóide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912), em condições de campo. Tese de mestrado, UFRPE, Recife, 98p.

- Monnerat, R.G., S.C.M. Leal-Bertioli, D.J. Bertioli, T.M. Butt & D. Bordat. 2004.** Caracterização de populações geograficamente distintas da traça-das-crucíferas por susceptibilidade ao *Bacillus thuringiensis* Berliner e RAPD-PCR. Hortic. Bras. 22: 607-609.
- Moraes, M.C.B., R.A. Laumann, M. Pareja, F.T.P.S. Sereno, M.F.F. Michereff, M.A. Birkett, J.A. Pickett & M. Borges. 2009.** Attraction of the stink bug egg parasitoid *Telenomus podisi* to defence signals from soybean activated by treatment with *cis*-jasmone. Entomol. Exp. Appl. 131: 178-188.
- Painter, R.H. 1951.** Insect resistance in crop plants. New York, MacMillan, 520p.
- Puente, M., K. Magori, G.G. Kennedy & F. Gould. 2008.** Impact of herbivore-induced plant volatiles on parasitoid foraging success: A spatial simulation of the *Cotesia rubecula*, *Pieris rapae*, and *Brassica oleracea* system. J. Chem. Ecol. 34: 959-970.
- Rosbach, A., B. Löhr & S. Vidal. 2006.** Parasitism of *Plutella xylostella* L. feeding on a new host plant. Environ. Entomol. 35: 1350-1357.
- Silva-Torres, C.S.A., R. Barros. & J.B. Torres. 2009a.** Efeito da idade, fotoperíodo e disponibilidade do hospedeiro no comportamento de parasitismo de *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae). Neotrop. Entomol. 38: 512-519.
- Silva-Torres, C.S.A., I.T. Ramos-Filho, J.B. Torres & R. Barros. 2009b.** Superparasitism and host size effects in the gregarious parasitoid wasp *Oomyzus sokolowskii*. Entomol. Exp. Appl. 133: 65-73.
- Silva-Torres, C.S.A., J.B. Torres, R. Barros & A. Pallini. 2010.** Parasitismo da traça-das-crucíferas por *Oomyzus sokolowskii*. Pesqu. Agropecu. Bras. 45: 638-645.
- Spencer, J.L., S. Pillai, & E.A. Bernays. 1999.** Synergism in the oviposition behavior of *Plutella xylostella*: sinigrin and wax compounds. J. Insect Behav. 12: 483-500.

- Tabashnik, B.E., L. Yong-Biao, T. Malvar, L.M. Heckel & J. Ferré. 1998.** Insect resistance to *Bacillus thuringiensis*: uniform or diverse? *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B* 353: 1751-1756.
- Talekar, N.S. & A.M. Shelton. 1993.** Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annu. Rev. Entomol.* 38: 275-301.
- Talekar, N.S. & W.J. Hu. 1996.** Characteristics of parasitism of *Plutella xylostella* (Lep., Plutellidae) by *Oomyzus sokolowskii* (Hym., Eulophidae). *Entomophaga* 41: 45-52.
- Thuler, R.T., S.A. Bortoli & C.B. Hoffmann-Campo. 2007.** Classificação de cultivares de brássicas com relação à resistência à traça-das-crucíferas e à presença de glucosinolatos. *Pesqu. Agropecu. Bras.* 42: 467-474.
- Ulmer, B., C. Gillott, D. Woods & M. Erlandson. 2002.** Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), feeding and oviposition preferences on glossy and waxy *Brassica rapa* (L.) lines. *Crop Prot.* 21: 327-331.
- Villas Bôas, G.L.; M. Castelo Branco, M.A. Medeiros, R.G. Monnerat & F.H. França. 2004.** Inseticidas para o controle da traça-das-crucíferas e impactos sobre a população natural de parasitóides. *Hortic. Bras.* 22: 696-699.
- Yang, J.C., Y. Chu & N.S. Talekar. 1994.** Studies on the characteristics of *Plutella xylostella* (Lep.: Plutellidae) by a larval parasite *Diadegma semiclausum* (Hym.: Ichneumonidae). *Entomophaga* 39: 397-406.
- Zago, H.B., R. Barros, J.B. & D. Pratissoli. 2010.** Distribuição de ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) e o parasitismo por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Neotrop. Entomol.* 39: 241-247.

CAPÍTULO 2

INTERAÇÕES TRÓFICAS: ESTUDO ENTRE CULTIVARES DE REPOLHO, *Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) E O PARASITÓIDE *Oomyzus sokolowskii* (KURDJUMOV) (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)¹

FELIPE COLARES², CHRISTIAN S.A. SILVA-TORRES², JORGE B. TORRES², EDUARDO M. BARROS² &
ANGELO PALLINI³

²Departamento de Agronomia – Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos 52171-900 Recife, PE.

³Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, 36570-000 Viçosa, MG.

¹Colares, F., C.S.A. Silva-Torres, J.B. Torres, E.M. Barros & A. Pallini. Interações tróficas: estudo entre cultivares de repolho, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) e o parasitóide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae). A ser submetido.

RESUMO – Resultados promissores para o controle da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Lep.: Plutellidae), têm sido alcançados usando resistência de plantas e controle biológico. Características da planta hospedeira conferindo resistência contra herbívoros podem também afetar os inimigos naturais. Assim, foi estudada a influência de duas cultivares comerciais de repolho, Roxo e Verde (Chato-de-quintal) sobre *P. xylostella* e a interação com o parasitóide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hym.: Eulophidae). Parâmetros do crescimento populacional mostraram baixo desempenho da traça-das-crucíferas criada no repolho Verde comparados com o Roxo. Entretanto, fêmeas de *P. xylostella* preferiram ovipositar no repolho Verde que no Roxo em testes de livre escolha para oviposição, contradizendo resultados de desempenho das fases imaturas. O isolamento do efeito da coloração da planta hospedeira, através de testes de olfatométrica, resultou em similar atração das mariposas entre as cultivares de repolho Roxo e Verde. O forrageamento de fêmeas de *O. sokolowskii* foi similar em ambas as cultivares infestadas com *P. xylostella* em testes de livre escolha em gaiolas, e apresentaram similar número de larvas parasitadas, total de parasitóides emergidos e longevidade de fêmeas adultas em larvas da traça-das-crucíferas criadas em ambas as cultivares em condições de laboratório. No entanto, o parasitismo de larvas de *P. xylostella* criadas no repolho Verde resultou em menor duração do período ovo-adulto e maior número de parasitóides por larva parasitada. Portanto, os resultados indicam uma associação positiva de resistência de plantas e parasitismo no manejo de *P. xylostella* e sugerem que a coloração do repolho possui um importante papel na preferência de hospedeiro para oviposição de *P. xylostella*.

PALAVRAS-CHAVE: Preferência para oviposição, traça-das-crucíferas, manejo integrado de pragas, controle biológico, resistência de plantas

TROPHIC INTERACTIONS: A STUDY AMONG CABBAGE CULTIVARS, *Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) AND ITS PARASITOID *Oomyzus sokolowskii* (KURDJUMOV) (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)

ABSTRACT – Prospective results towards *Plutella xylostella* (Lep.: Plutellidae) (DBM) control have been achieved using host plant resistance and biological control. Host plant characteristics conferring resistance against herbivores might also affect their natural enemies. The influence of two commercial cabbage cultivars, red and green (Chato-de-quintal) on *P. xylostella* and the interaction with the parasitoid *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hym.: Eulophidae) was studied. Summarized biological data on population growth parameters showed lower developmental performance of DBM reared on green cabbage. However, DBM females preferred to lay eggs on green than red cabbage under free choice tests for oviposition, contradicting results of lower developmental performance on green cabbage. The isolation of host plant color effect, through olfactometer tests, resulted in similar moth attraction between green and red cabbages. Foraging *O. sokolowskii* females was similar on both cabbage cultivars infested with DBM larvae under free choice tests in large cages, and presented similar number of parasitized larvae, parasitoids emerged and adult female parasitoid longevity from DBM larvae reared on both cabbages under laboratory conditions. However, parasitism on DBM larvae reared on green cabbage resulted in shorter period from parasitism to adult emergence and larger number of parasitoids produced per parasitized larva. In conclusion, the results indicate a positive association of cabbage resistance and the parasitism of *O. sokolowskii* to manage DBM and suggest that the cabbage color plays an important role on DBM preference for oviposition.

KEY WORDS: Diamondback moth, oviposition preference, integrated pest management, biological control, host plant resistance

Introdução

A sobrevivência da fase imatura dos insetos, em especial de lepidópteros, os quais possuem pouca mobilidade, é influenciada pela escolha da planta hospedeira para oviposição por parte da fêmea (Renwick & Chew 1994). Assim, a escolha da planta e do local para oviposição na mesma, geralmente é feita com base na qualidade para o desenvolvimento dos descendentes (Leal & Zucoloto 2008). Dentre os lepidópteros, este comportamento de escolha do hospedeiro mais adequado sugere a existência da hipótese de preferência-desempenho, em que fêmeas maximizam o seu desempenho depositando os ovos em tipos e partes das plantas que são mais adequadas para o desenvolvimento dos seus descendentes (Gripenberg *et al.* 2010). Da mesma forma, parasitóides possuem o potencial de identificar diferenças na qualidade do hospedeiro, que pode variar em função do tipo de planta consumida pelo mesmo, e escolher aqueles que oferecem melhores condições para o desenvolvimento da sua descendência (Bukovinszky *et al.* 2009). Assim, herbívoros e parasitóides podem ter seu desempenho afetado pela planta hospedeira. No entanto, o entendimento dessas relações em sistemas agrícolas é escasso, mas quando esclarecidas podem suportar a adoção de medidas de manejo sustentável da praga como a escolha entre tipos de plantas de igual valor comercial, mas que auxiliam no manejo integrado de pragas (MIP) interagindo de maneira aditiva ou sinérgica com o controle biológico.

A traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lep.: Plutellidae), é uma espécie cosmopolita, que ocorre em todas as regiões onde é realizado o cultivo de brássicas (Cheng *et al.* 2008), sendo considerada a principal praga das brássicas em todo o mundo (Talekar & Shelton 1993, Yang *et al.* 1994, Haseeb *et al.* 2004, Villas Bôas *et al.* 2004, Cheng *et al.* 2008). O uso de inseticidas é o principal método adotado para o seu controle (Monnerat *et al.* 2004, Villas Bôas *et al.* 2004, Talekar & Shelton 1993), o que tem selecionado populações de *P. xylostella* resistentes a vários grupos de inseticidas químicos e biológicos (Castelo Branco & Gatehouse 1997, Tabashnik

et al. 1998, Castelo Branco *et al.* 2001, Castelo Branco & Medeiros 2001, Haseeb *et al.* 2004, Cheng *et al.* 2008). Tal problema tem direcionado nos últimos anos, pesquisas visando à utilização de técnicas alternativas para o manejo dessa praga.

Uma importante prática que tem sido proposta para o controle de *P. xylostella* é a utilização de cultivares resistentes (Barros & Vendramim 1999, Thuler *et al.* 2007), método que permite a associação com outras táticas de manejo de pragas e não representa custos adicionais diretos à produção. Outra alternativa ao uso de inseticidas é o controle biológico com parasitóides, que já faz parte do programa de manejo de *P. xylostella* no Kenya (Rossbach *et al.* 2006a). No Brasil, o parasitóide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hym.: Eulophidae) tem sido relatado exercendo controle natural da traça-das-crucíferas em cultivos de brássicas (Ferronato & Becker 1984, Loges 1996, Castelo Branco *et al.* 2001, Silva-Torres *et al.* 2009a). Taxas de parasitismo de larvas de *P. xylostella* por *O. sokolowskii* podem chegar a mais de 90% em estudos de laboratório e até 97% em campo ao final do ciclo da cultura (Loges 1996, Silva-Torres *et al.* 2009a). Ferreira *et al.* (2003) estimam que o crescimento populacional deste parasitóide pode ser mais rápido que o de *P. xylostella* nas condições do Agreste de Pernambuco, com potencial para completar até 24 gerações por ano, comparadas a menos de 20 gerações da praga.

Trabalhos relacionados à resistência de cultivares de repolho à traça-das-crucíferas têm sido desenvolvidos, porém, poucos avaliam a interação com o terceiro nível trófico (Barros & Vendramim 1999). No entanto, características das plantas que afetam os herbívoros podem também afetar os inimigos naturais (Dicke 1999). A qualidade do hospedeiro, mediada pelo alimento, pode refletir diretamente na biologia de parasitóides, com mudanças na taxa de oviposição, longevidade da descendência, tamanho dos indivíduos, entre outras (Silva-Torres & Matthews 2003). Sendo assim, em sistemas onde a resistência de plantas e o controle biológico são componentes do MIP, torna-se importante analisar as interações em um contexto tritrófico,

planta-herbívoro-inimigo natural (Dicke 1999). Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar se mariposas de *P. xylostella* tem preferência na escolha de hospedeiros, entre plantas de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) Roxo e Verde e o efeito desta escolha sobre o seu parasitismo por *O. sokolowskii*. Neste contexto, nossa hipótese é que o herbívoro *P. xylostella* apresenta preferência para a oviposição em hospedeiro de melhor qualidade para a sua descendência, o que também interfere na sua susceptibilidade ao parasitismo.

Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Ecologia de Insetos e Controle biológico, em microparcels e telados da Área de Fitossanidade do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e no Laboratório de Acarologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), MG.

Criação do Herbívoro. Larvas de *P. xylostella* foram coletadas em cultivo orgânico de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*), no município de Chã-Grande, Agreste de Pernambuco, e criadas de acordo com a metodologia estabelecida por Barros (1998), com algumas modificações.

Adultos da traça foram confinados em gaiolas plásticas transparentes circulares (12 cm de diâmetro x 15 cm de altura) com abertura lateral fechada com tela de náilon para ventilação. Dentro das gaiolas, discos de folhas de couve medindo 8 cm de diâmetro foram oferecidos como substrato para postura, sobrepostos a um papel de filtro e estes sobre esponjas de igual tamanho, embebidas em água. Os discos de folhas foram substituídos diariamente e foi oferecido mel a 10% diluído em água e impregnado em pedaços de espumas colocados dentro das gaiolas de criação como alimento para os adultos.

Os discos contendo as posturas foram transferidos para recipientes plásticos retangulares (6,0 x 11 x 16 cm) com abertura na tampa, fechada com tecido voil para ventilação. Após a eclosão das

larvas, folhas frescas de couve foram oferecidas como alimento, as quais foram obtidas de produção orgânica e trocadas diariamente até a formação das pupas.

As pupas foram coletadas e mantidas em tubos de ensaio cobertos com filme plástico PVC (ALPFILM™) contendo pequenas perfurações para permitir trocas gasosas, até a emergência dos adultos, que foram transferidos para as gaiolas de criação de adultos.

Criação do Parasitóide. A colônia do parasitóide, *O. sokolowskii*, foi estabelecida a partir de espécimes oriundas das larvas de *P. xylostella* coletadas em plantio orgânico de couve, no município de Chã-Grande. Após a emergência do parasitóide, a sua multiplicação foi feita utilizando larvas de *P. xylostella* como hospedeiro, segundo metodologia utilizada por Silva-Torres *et al.* (2009a).

Larvas de *P. xylostella* do terceiro-quarto ínstaes oriundas da criação de laboratório foram oferecidas como hospedeiro para o parasitóide, sendo expostas ao parasitismo durante 96h, em recipientes plásticos (5,0 cm de altura x 6,0 cm de diâmetro) com abertura na tampa, fechada com tecido voil. As larvas utilizadas na criação do parasitóide foram previamente transferidas para um disco de folha de couve e em seguida para os recipientes plásticos contendo um papel de filtro no fundo para absorver o excesso de umidade. Por fim, as fêmeas do parasitóide foram introduzidas nos recipientes. Em média, para cada 15 larvas de terceiro-quarto ínstar de *P. xylostella*, 15 fêmeas do parasitóide foram liberadas por recipiente. Os parasitóides foram alimentados com mel oferecido em um filete feito com alfinete entomológico na parede interna do recipiente. Após o período de exposição, pupas supostamente parasitadas foram transferidas para tubos de vidro (1,0 cm de diâmetro x 7,5 cm de altura) fechados com tufo de algodão até a emergência dos adultos do parasitóide. Após emergência, os parasitóides foram alimentados com um filete de mel oferecido na parede do tubo e as fêmeas foram utilizadas para repetir o procedimento, garantindo a manutenção da criação até o final do experimento.

Produção de Plantas Hospedeiras. Mudanças de repolho Roxo (cultivar Roxo, Isla S.A., Porto Alegre, RS) e Verde (cultivar Chato-de-quintal, Isla S.A., Porto Alegre, RS) foram produzidas em bandeja de isopor com 128 células contendo húmus de minhoca e solo, na proporção de 2:1. Aos 30 dias de idade as plântulas foram transplantadas para vasos (5 L) ou para microparcelas circulares (1,0 m de altura x 0,5 m de diâmetro), onde foram irrigadas e adubadas quando necessário. As plantas em vasos foram utilizadas para a realização de testes de preferência de oviposição de *P. xylostella* e parasitismo por *O. sokolowskii*, enquanto as plantas nas microparcelas forneceram as folhas necessárias para execução dos experimentos de biologia e parasitismo em laboratório.

Efeito da Qualidade da Planta Hospedeira no Desempenho de *P. xylostella*. O experimento constou de dois tratamentos: larvas de *P. xylostella*, oriundas da criação em folhas de couve, foram alimentadas com folhas das cultivares de repolho Roxo e Verde (Chato de quintal). Discos de folhas (8,0 cm de diâmetro) de ambas as cultivares foram expostos à oviposição durante a escotofase. No dia seguinte, foi quantificada a oviposição e deixado um número de 15 ovos por disco de folha. Em seguida, para eclosão e desenvolvimento das larvas, os discos foram individualizados em placas de Petri (9,0 cm de diâmetro), mantidas com o lado da tampa voltado para baixo, totalizando 13 e 14 repetições para as cultivares de repolho Verde e Roxo, respectivamente. Entre a tampa e a base de cada placa foi colocado um disco de papel filtro de 12 cm de diâmetro, para evitar excesso de umidade e possível fuga das larvas. Sobre o papel filtro foram colocados os discos de folha do respectivo tratamento, os quais foram trocados quando necessário. Após 24h da formação de pupas, estas foram pesadas e mantidas em tubos de vidro de fundo chato (2,0 cm de diâmetro x 8,5 cm de altura), fechados com filme de PVC, até a emergência dos adultos. Após a emergência, os adultos foram mantidos de acordo com a metodologia de criação de adultos, porém empregando-se recipientes plásticos de 200 mL e apenas

um casal por recipiente. Em cada recipiente foi ofertado discos de folhas das cultivares correspondentes a cada tratamento (repolho Roxo e Verde), os quais foram trocados a cada dois dias. Em cada disco foi quantificado o número de ovos depositados (fecundidade) e retirada uma amostra de 1 cm de diâmetro, para avaliar a viabilidade e o período de duração da fase de ovo.

Os parâmetros avaliados foram duração e viabilidade de cada fase (ovo, larva e pupa), longevidade e fecundidade média dos adultos. Os resultados obtidos foram comparados entre as cultivares de repolho Roxo e Verde empregando o teste *t* ao nível de 5% de probabilidade pelo PROC TTEST do SAS e considerando o resultado do método Satterthwaite para variáveis com variâncias não homogêneas (SAS Institute 2001). A sobrevivência específica das fêmeas foi comparada entre as cultivares pelo teste de Log-Rank utilizando o Proc LIFETEST do SAS. Com base na duração e viabilidade de cada fase e fecundidade das fêmeas foram estimados e comparados os parâmetros envolvidos no crescimento populacional da espécie: taxa líquida de reprodução (R_0), tempo médio de geração (T) e taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) para *P. xylostella* criada nas cultivares de repolho Roxo e Verde empregando o PROC LIFETEST do SAS escrito por Maia *et al.* (2000).

Efeito da Qualidade do Hospedeiro Criado em Repolho Roxo e Verde no Desenvolvimento de *O. sokolowskii*. Larvas de *P. xylostella* foram criadas em folhas de repolho, cultivares Roxo e Chato-de-quintal (Verde) e expostas ao parasitismo por *O. sokolowskii* ao atingir o terceiro ínstar. Desta maneira, dois tratamentos foram investigados, considerando o parasitismo de larvas criadas em repolho Roxo e repolho Verde (tratamentos) empregando 15 fêmeas do parasitóide em cada tratamento (repetições). Parasitóides oriundos da criação em larvas alimentadas com couve foram criados em larvas alimentadas com as cultivares de repolho dos tratamentos correspondentes (Roxo ou Verde) por uma geração, antes da utilização nos experimentos. Fêmeas do parasitóide, acasaladas e com 48h de idade, foram individualizadas em tubos de vidro de fundo chato (2 cm de

diâmetro x 8,5 cm de altura) contendo um pedaço (1,0 cm largura x 5,0 cm de comprimento) de folha de repolho infestado com três larvas de terceiro ínstar de *P. xylostella*, sobre um pedaço de papel filtro. Na parte interna dos tubos foi feito um filete de mel para alimentação do parasitóide, e estes foram fechados com filme de PVC transparente, com pequenos furos feitos com alfinete entomológico, para trocas gasosas. As larvas foram substituídas diariamente, até a morte do parasitóide. Após exposição ao parasitismo, as larvas foram mantidas em tubos de vidro de mesmo tamanho contendo um pedaço de folha repolho da cultivar correspondente (Roxo ou Verde) até a pupação. As pupas de *P. xylostella* foram então transferidas para tubos de vidro (1,0 cm de diâmetro x 7,5 cm de altura) fechados com chumaço de algodão e monitoradas até a emergência de adultos da praga ou do parasitóide. Após emergência, a avaliação do desempenho dos parasitóides foi feita por meio da contagem do número médio de larvas parasitadas por fêmea, número de adultos do parasitóide emergidos por larva, tamanho dos indivíduos (comprimento da asa + tibia da perna posterior direita), porcentagem de parasitismo e tempo de duração do período de ovo a adulto. As pupas que não originaram parasitóides ou adultos de *P. xylostella* foram dissecadas com alfinete entomológico sob estereomicroscópio (OPTON - NTB 3A) para averiguar se haviam sido parasitadas.

Os resultados obtidos foram transformados quando necessário, para atender os requisitos de normalidade e homogeneidade de variância, sendo posteriormente comparados entre larvas criadas em repolho Roxo e Verde empregando o teste *t* ao nível de 5% de probabilidade pelo PROC TTEST do SAS e considerando o resultado do método Satterthwaite para as variáveis com variâncias não homogêneas (SAS Institute 2001). A sobrevivência das fêmeas adultas foi comparada entre as cultivares pelo teste de Log-Rank utilizando o Proc LIFETEST do SAS.

Preferência para Oviposição de *P. xylostella* entre as Cultivares de Repolho Roxo e Verde. O experimento foi conduzido em microparcels contendo plantas de repolho das respectivas

cultivares confinadas em gaiolas (0,9 m de diâmetro x 1,0 m de altura). Previamente, as plantas de repolho utilizadas foram cultivadas em vasos (5 L) conforme metodologia de cultivo descrita anteriormente. Após apresentarem seis folhas expandidas, os vasos contendo as plantas foram enterrados nas microparcels deixando expostas apenas a parte aérea das plantas. Estas, então, foram cobertas com as gaiolas confeccionadas de tela antiafídica. Assim, cada gaiola confinou duas plantas, uma de cada cultivar e representou uma repetição. Foram realizados dois tratamentos que representaram as condições sem chance de escolha (controle), empregando plantas da mesma cultivar (Roxo ou Verde) na microparcels, dispostas alternadamente, sendo cinco repetições (gaiolas) por tratamento. Além disso, foi realizado um ensaio com chance de escolha entre repolhos Roxo e Verde empregando 10 repetições.

No início da escotofase cinco casais de *P. xylostella* com 24h de idade foram liberados no interior de cada gaiola. Dois dias após a liberação dos adultos, as plantas foram colhidas e posteriormente, realizada a contagem do número de ovos depositados nas plantas, com o auxílio de estereomicroscópio. Com o resultado do número de ovos por planta foi testada a hipótese de igualdade de escolha para a oviposição entre repolho Roxo e Verde, através do PROC FREQ do SAS e interpretado pelo teste de qui-quadrado a 5% de probabilidade (SAS Institute 2001).

Parasitismo de *P. xylostella* por *O. sokolowskii* em Plantas de Repolho Roxo e Verde. O experimento foi conduzido em microparcels com plantas de repolho confinadas em gaiolas (0,9 m de diâmetro x 1,0 m de altura). As plantas de repolho utilizadas foram cultivadas em vasos (5 L) e transferidas para as microparcels quando apresentaram seis folhas expandidas como descrito anteriormente. Em seguida, cada planta foi infestada com 20 larvas de segundo/terceiro ínstar de *P. xylostella* 24h antes da liberação do parasitóide, permitindo o estabelecimento e injúria sobre as plantas. Foram realizados dois tratamentos que representaram as condições sem chance de escolha (controle), empregando plantas da mesma cultivar (Roxo ou Verde) na microparcels, sendo quatro

repetições (gaiolas) por tratamento. Além disso, foi realizado um tratamento com chance de escolha entre repolhos Roxo e Verde empregando 10 repetições. Fêmeas do parasitóide com 48h de idade, alimentadas e acasaladas, foram liberadas no início da escotofase permitindo aclimação das fêmeas até o amanhecer do dia seguinte no interior das gaiolas. Foram utilizadas 20 fêmeas do parasitóide por gaiola (repetição). Após 96h da liberação dos parasitóides, as plantas foram colhidas e trazidas ao laboratório, onde as larvas e pupas de *P. xylostella* foram coletadas, acondicionadas em recipientes e monitoradas até a emergência dos parasitóides ou de adultos da praga. As larvas foram mantidas em tubos de vidro de fundo chato (2,0 cm de diâmetro x 8,5 cm de altura), contendo um pedaço (1,0 cm largura x 5,0 cm de comprimento) de folha da cultivar de origem até a pupação e as pupas em tubos de vidro (1,0 cm de diâmetro x 7,5 cm de altura) fechados com chumaço de algodão. As pupas que não originaram parasitóides ou adultos de *P. xylostella* foram dissecadas sob estereomicroscópio (OPTON - NTB 3A) para averiguar se haviam sido parasitadas. Foi avaliada a porcentagem de parasitismo das larvas recuperadas em cada cultivar e testada a hipótese de igualdade de parasitismo entre lagartas oriundas de repolho Roxo e Verde através do PROC FREQ do SAS e interpretado pelo teste de qui-quadrado a 5% de probabilidade (SAS Institute 2001).

Resposta Olfativa de *P. xylostella* às Cultivares de Repolho Roxo e Verde. Este estudo foi realizado visando eliminar o efeito visual na escolha da planta hospedeira, entre repolho Roxo e Verde, uma vez verificada preferência para oviposição na cultivar Verde. O trabalho foi realizado no Laboratório de Comportamento de Insetos, BIOAGRO, Universidade Federal de Viçosa, MG. Os testes foram realizados empregando-se um olfatômetro em forma de “Y” (Sabelis & Van de Baan 1983), onde fêmeas adultas de *P. xylostella* foram submetidas à escolha entre voláteis provenientes das cultivares de repolho Roxo e Verde. Cada braço do olfatômetro foi conectado, usando mangueiras de plástico transparente, a um container de vidro (50 x 36 x 43 cm), onde foram

colocadas as fontes de odores (um grupo de cinco plantas de repolho com 45 dias de idade) de acordo com cada tratamento. Os containeres foram colocados sobre uma bandeja com água, evitando-se assim, contato com o ambiente externo. Uma bomba de vácuo foi conectada à base do olfatômetro para formar uma corrente de ar que conduzisse os voláteis das fontes de odores para dentro do olfatômetro. A velocidade do ar foi calibrada por restritores da bomba de vácuo e medida por fluxômetros eletrônicos. As correntes vindas de cada braço dividiam-se de maneira uniforme após passarem pela junção dos dois braços do olfatômetro. Previamente, foram realizados testes para definir as condições em que as mariposas exibem melhor resposta ao estímulo olfativo. Assim, duas idades de fêmeas de *P. xylostella*, 24-48h ou 48-72h de idade, foram submetidas à escolha entre plantas de repolho e ar limpo, testando-se três velocidades do vento no olfatômetro: 0,01; 0,05 e 0,1m/s. A partir deste estudo foi definida a metodologia em que mais de 75% das fêmeas responderam aos estímulos. A metodologia utilizada, portanto, consistiu de fêmeas adultas com idade entre 48-72h, acasaladas e alimentadas, mantidas no escuro por duas horas antes do início dos testes, e velocidade do fluxo de ar no olfatômetro de 0,05m/s. O experimento final foi conduzido com chance de escolha entre voláteis de repolho Roxo e Verde (n= 54 fêmeas), ou sem chance de escolha em que ambos os containers do olfatômetro possuíam plantas da mesma cultivar (Verde, n= 20 fêmeas; e Roxo, n= 10 fêmeas).

Fêmeas de *P. xylostella* foram inseridas individualmente no braço ímpar do “Y” e observadas por 10 minutos cada. Como o comportamento de oviposição de *P. xylostella* é predominantemente no início da escotofase (Badenes-Perez *et al.* 2004), o estudo foi sempre realizado entre 19-23h. As observações foram realizadas utilizando uma lâmpada de 7,5W de cor vermelha e uma lanterna coberta com plástico celofane vermelho para evitar o efeito da luminosidade sobre o comportamento das mariposas. Assim, os testes foram realizados em dias diferentes devido às limitações do período de melhor resposta das fêmeas, número de fêmeas disponíveis em idade ideal

para o teste e tempo de observação de cada fêmea. Dados foram preliminarmente analisados por grupo de fêmeas observadas no mesmo dia para cada teste realizado para certificar de mesmo padrão de resposta entre dias de teste. Em seguida, o resultado geral do número de mariposas realizando a primeira escolha (registrada quando o inseto ultrapassava a metade de um dos braços do “Y”) foi comparado entre repolho Roxo e Verde para a hipótese de igualdade de escolha pelo PROC FREQ do SAS e interpretado pelo teste de qui-quadrado a 5% de probabilidade (SAS Institute 2001). Também, o tempo em que a fêmea permaneceu no campo de escolha do olfatômetro foi comparado entre os tratamentos pelo teste de t a 5% de probabilidade (SAS Institute 2001). Mariposas que não apresentaram resposta até 5 minutos de observação foram descartadas, substituídas e não foram incluídas na análise estatística.

Resultados

Efeito da Qualidade da Planta no Desempenho de *P. xylostella*. Não houve diferença significativa na viabilidade das fases de ovo ($t_{28} = 1,17$; $P = 0,2509$), larva ($t_{16,7} = 1,83$; $P = 0,0848$) e pupa ($t_{25} = 0,46$; $P = 0,6502$) de *P. xylostella* criada em repolho Roxo ou Verde, sendo respectivamente 83,6; 95,9 e 94,9% na cultivar Roxo e 75,1; 89,0 e 93,1% na cultivar Verde. Da mesma forma, não houve diferença significativa para o peso de pupas ($t_{GI=18,6} = -0,94$; $P = 0,3584$), com $4,82 \pm 0,06$ mg (média \pm EP) quando as larvas foram criadas na cultivar Roxo e $4,93 \pm 0,11$ mg na cultivar Verde. No entanto, a cultivar Verde mostrou-se menos favorável para o desenvolvimento de *P. xylostella*, ocasionando maior duração das fases de larva ($t_{GI=17,2} = -4,67$; $P = 0,0002$) e pupa ($t_{GI=25} = -2,84$; $P = 0,0089$), e redução na fecundidade média das fêmeas ($t_{GI=27} = 3,22$; $P = 0,0033$) comparada à cultivar Roxo (Tabela 1). Com base nos parâmetros da tabela de vida, *P. xylostella* apresentou menor desempenho quando criada na cultivar de repolho Verde

(Chato-de-quintal), com menor taxa líquida de reprodução (R_0) e taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m), e maior tempo médio de geração (T) comparado à cultivar Roxo (Tabela 1).

A longevidade média das fêmeas adultas foi similar ($t_{GI=27} = 0,63$; $P = 0,5328$), sendo de 11,4 e 10,2 dias para as cultivares Roxo e Verde, respectivamente. Também o padrão da mortalidade ao longo do tempo foi semelhante, não havendo diferença significativa entre as curvas de sobrevivência (teste de Log-Rank; $\chi^2 = 1,22$; $P = 0,2693$).

Efeito da Qualidade do Hospedeiro Criado em Repolho Roxo e Verde no Desenvolvimento de *O. sokolowskii*. Não houve diferença significativa no número de larvas de *P. xylostella* parasitadas por cada fêmea de *O. sokolowskii* ($t_{GI=18} = 0,73$; $P = 0,4774$), com $11,1 \pm 2,00$ e $8,4 \pm 0,88$ (média \pm EP) larvas oriundas da cultivar Roxo e Verde, respectivamente, incluindo as pupas que não emergiram parasitóides, mas foram constatadas como parasitadas após serem dissecadas. Do mesmo modo, o número de descendentes produzidos por fêmea não diferiu entre os tratamentos ($t_{GI=14,6} = -0,36$; $P = 0,7277$), sendo em média $58,0 \pm 15,50$ indivíduos para a cultivar Roxo e $52,2 \pm 5,27$ para a cultivar Verde. Também foi similar o tamanho do corpo ($t_{GI=60} = -1,76$; $p = 0,0836$) com comprimento da asa + tibia igual a $1,24 \pm 0,02$ mm e $1,29 \pm 0,02$ mm (média \pm EP), quando emergidos de larvas criadas em repolho Roxo e Verde, respectivamente. No entanto, houve diferença significativa no número de descendentes emergidos por larva parasitada ($t_{GI=25} = -3,23$; $P = 0,0035$), sendo de $6,49 \pm 0,67$ (média \pm EP) indivíduos na cultivar Roxo e $8,95 \pm 0,39$ na cultivar Verde. Além disso, houve aumento de aproximadamente um dia na duração do período ovo-adulto dos parasitóides provenientes das larvas criadas em repolho Roxo ($18,8 \pm 0,28$) em relação ao Verde ($17,9 \pm 0,22$) ($t_{GI=25} = 2,80$; $P = 0,0098$).

A longevidade média das fêmeas de *O. sokolowskii* provenientes de larvas criadas em repolho Roxo ou Verde foram similares ($t_{GI=16,6} = 1,13$; $P = 0,2753$), com $15,1 \pm 2,31$ e $12,3 \pm 0,87$

(média \pm EP) dias, respectivamente. Entretanto, as curvas de sobrevivência demonstram diferença no padrão de mortalidade das fêmeas quando emergindo de larvas criadas em repolho Roxo e Verde (teste Log-Rank; $\chi^2 = 13,65$; $P = 0,0002$) (Fig. 1).

Preferência para Oviposição de *P. xylostella* entre as Cultivares de Repolho Roxo e Verde.

Houve preferência de *P. xylostella* para oviposição em plantas de repolho Verde (Chato-de-quintal) ($\chi^2 = 15,03$; $P = 0,0001$; $GL = 1$) (Fig. 2). Fato confirmado pelos testes sem chance de escolha, onde não houve diferença no número de ovos depositados por planta em nenhuma das comparações (Roxo vs Roxo; $\chi^2 = 1,51$; $P = 0,2189$; $GL = 1$ e; Verde vs Verde; $\chi^2 = 0,35$; $P = 0,5542$; $GL = 1$) (Fig. 2). A média de ovos depositados por planta não diferiu entre as cultivares nos testes sem chance de escolha ($\chi^2 = 1,58$; $P = 0,2081$; $GL = 1$), com média \pm EP de $51,6 \pm 9,03$ ovos por planta no teste com repolho Roxo e $35,1 \pm 10,19$ ovos por planta no teste com repolho Verde.

Parasitismo de *P. xylostella* por *O. sokolowskii* em Plantas de Repolho Roxo e Verde. Não foi encontrada diferença na porcentagem de larvas parasitadas por *O. sokolowskii* entre as cultivares estudadas, tanto no teste com chance de escolha, Roxo vs Verde ($\chi^2 = 1,01$; $P = 0,3129$; $GL=1$), como nos testes sem chance de escolha, Roxo vs Roxo ($\chi^2 = 0,66$; $P = 0,4150$; $GL=1$) e Verde vs Verde ($\chi^2 = 0,59$; $P = 0,4396$; $GL=1$). Da mesma forma, a média de larvas parasitadas em Roxo ou Verde foi similar, nos testes sem chance de escolha ($\chi^2 = 0,15$; $P = 0,6948$; $GL=1$).

Resposta Olfativa de *P. xylostella* às Cultivares de Repolho Roxo e Verde. Foi encontrada diferença significativa na resposta de fêmeas de *P. xylostella* aos voláteis da planta comparados com ar limpo, tanto considerando o tempo de escolha ($t_{GL= 27,6} = -7,83$; $P < 0,0001$), quanto a primeira escolha da fêmea ($\chi^2 = 6,67$; $P = 0,0098$; $GL = 1$). A média \pm EP de tempo em cada braço do olfatômetro na escolha entre planta vs ar limpo foi de $284,1 \pm 33,00$ vs $16,0 \pm 9,04$ segundos, respectivamente. No entanto, quando as mariposas de *P. xylostella* foram expostas a escolha entre

as cultivares de repolho Roxo e Verde simultaneamente, elas exibiram similar tempo de permanência ($t_{GI=62} = -0,54$; $P = 0,5911$) para ambos os campos de escolha com média $\pm EP$ de $187,8 \pm 39,72$ segundos para repolho o roxo e $217,8 \pm 38,58$ segundos para o repolho Verde. Da mesma forma, nos testes sem chance de escolha, as mariposas de *P. xylostella* responderam de forma similar seja testando apenas o repolho Roxo ($t_{GI=14} = -0,90$; $P = 0,3844$) ou o repolho Verde ($t_{GI=30} = -1,50$; $P = 0,1437$). O restante do tempo para completar os 600 segundos do tempo total de observação foi gasto no braço ímpar do “Y” (ponto de liberação até o ponto de escolha entre os braços). Na análise considerando a primeira escolha do inseto também não foi encontrada diferença em nenhum dos tratamentos, Roxo vs Verde ($\chi^2 = 0,02$; $P = 0,8989$; $Gl=1$), Roxo vs Roxo ($\chi^2 = 0,07$; $P = 0,7887$; $Gl=1$) e Verde vs Verde ($\chi^2 = 0,03$; $P = 0,8551$; $Gl=1$).

Discussão

Considerada como sendo oligófaga, a gama de hospedeiros de *P. xylostella* é restrita a plantas da família Brassicaceae. Apenas Rossbach *et al.* (2006a) citam esta espécie causando danos em ervilha, no Kenya. Entretanto, as cultivares de repolho Roxo e Verde proporcionaram uma resposta diferenciada para o herbívoro considerado de estreita relação evolutiva com as brássicas, assim como em outros trabalhos que avaliaram a influência da planta hospedeira sobre a biologia de *P. xylostella* (Barros & Vendramim 1999, Thuler *et al.* 2007, Golizadeh *et al.* 2009, Sarfraz *et al.* 2009, Chagas filho *et al.* 2010). A cultivar de repolho Verde (Chato-de-quintal) ocasionou o aumento na duração das fases de larva e pupa e redução na fecundidade das fêmeas de *P. xylostella* comparada a cultivar roxa. Além de possibilitar menor número de gerações ao longo do tempo, o aumento na duração das fases imaturas resulta em maior tempo de exposição da praga ao ataque de inimigos naturais e concorda com a hipótese de desenvolvimento lento-alta

mortalidade (Clancy & Price 1987, Williams 1999), fato que favorece a utilização de *O. sokolowskii*, parasitóide de larva-pupa de *P. xylostella*.

Os efeitos de antibiose sobre herbívoros que atacam brássicas normalmente estão relacionados à presença de glucosinolatos, compostos secundários de defesa contra herbivoria, sendo dois deles tóxicos à *P. xylostella* em altas concentrações (3-butenyl e 2-feniletil) (Talekar & Shelton 1993), mas a maioria é estimulante para alimentação e oviposição de insetos especialistas em brássicas (Sarfraz *et al.* 2006, Ahuja *et al.* 2010, Talekar & Shelton 1993). Entre os diversos tipos de glucosinolatos, a sinigrina é geralmente encontrada em canola (*Brassica napus*), enquanto a glucobrassicina é o tipo mais comum em repolho (*Brassica oleracea*) (Sarfraz *et al.* 2006). Como verificado por Thuler *et al.* (2007), que avaliaram a presença de glucosinolatos em cultivares de repolho e couve, com base na presença de sinigrina e não encontraram traços desse composto em nenhuma das cultivares avaliadas.

Apesar da estreita relação de *P. xylostella* com brássicas, a diferença da cor da planta hospedeira fez com que as mariposas apresentassem preferência para oviposição na cultivar de repolho Verde (Fig. 2), embora no tocante ao desempenho do herbívoro esta cultivar fosse de baixa qualidade comparada ao repolho Roxo (Tabela 1). Este resultado discorda da hipótese de preferência da fêmea pelo hospedeiro que oferece melhor desempenho à descendência (revisado por Gripenberg *et al.* 2010) e, sugerem que a cor da planta é um fator de grande importância na seleção do hospedeiro por *P. xylostella* e, portanto, na interação herbívoro e hospedeiro. Segundo Thompson & Pellmyr (1991), alguns fatores podem estar relacionados aos casos onde há falta de correlação entre preferência para oviposição da mãe e desenvolvimento dos descendentes. Dois deles podem se aplicar a este estudo. Primeiro, a planta de melhor qualidade pode ser rara. Entre as brássicas, o espectro de cor fora do verde é uma exceção e, portanto, a cor roxa não representa um sinal comum para a distinção da planta hospedeira. Segundo, a planta pode ter sido

recentemente adicionada ao habitat, e não houve tempo para a seleção de fêmeas que fizessem a escolha mais adequada com base no desempenho da descendência. A predominância de seleção de hospedeiros verdes por *P. xylostella* pode estar associada à longa história de co-evolução entre as espécies de brássicas cultivadas e não cultivadas. As cultivares de repolho de cor roxa surgiram a um tempo relativamente curto quando comparadas às de cor verde, cultivadas desde o século IX. Outra hipótese que poderia estar relacionada à preferência pelo repolho verde, mesmo com pior desempenho de *P. xylostella*, é a chamada hipótese da restrição neural proposta por Bernays & Wcislo (1994). Segundo estes autores, a capacidade limitada de processamento de informação dos insetos pode resultar na tomada de decisão por uma planta de baixa qualidade no processo de reconhecimento e aceitação do hospedeiro.

Além da coloração, os voláteis da planta hospedeira e a morfologia da folha são importantes fatores envolvidos na preferência de oviposição de *P. xylostella* (Badenes-Perez *et al.* 2004). Estes autores realizaram testes de escolha em olfatômetro comparando o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) com o agrião-da-terra (*Barbarea vulgaris*), a mostarda (*Brassica juncea*) e a couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) e verificaram diferença significativa na atração de *P. xylostella* nas três comparações. A composição dos voláteis das brássicas pode variar entre gêneros, espécies e variedades (Gols *et al.* 2009). No entanto, entre as cultivares de repolho estudadas, as diferenças não foram suficientes para mediar a escolha pelo hospedeiro quando não houve visualização do mesmo. Os testes de olfatometria, nos quais o efeito visual foi isolado, resultaram em semelhança de escolha entre repolho Roxo e Verde.

Apesar da variabilidade da planta sobre o herbívoro, a sua qualidade como hospedeiro para *O. sokolowskii* pode ser considerada sem efeito significativo. Larvas criadas em ambos os tipos de repolhos foram similares para o desempenho do parasitóide quanto ao número de larvas parasitadas, número total de descendentes produzidos e longevidade média das fêmeas adultas.

No entanto, o padrão de mortalidade das fêmeas foi diferente ao longo do tempo entre as cultivares. Foi observado maior número de descendentes por larva parasitada no repolho Verde, porém esta diferença não foi suficiente para afetar negativamente o tamanho dos parasitóides emergidos, sendo esta uma característica intimamente relacionada com o desempenho dos mesmos (Silva-Torres *et al.* 2009b).

A diferença na qualidade da planta hospedeira para um herbívoro pode ter efeitos positivos e negativos sobre o desempenho do parasitóide. Bukovinzsky *et al.* (2009), observou que a redução no vigor de *Pieris rapae* (L.) (Lep.: Pieridae), ocasionada por se desenvolver em planta hospedeira de menor qualidade está parcialmente correlacionada ao decréscimo na sua capacidade de resposta imune ao parasitismo por *Cotesia glomerata* (L.) (Hym.: Braconidae). Por outro lado, segundo Rossbach *et al.* (2006b), o desenvolvimento de *Diadegma semiclausum* Hellen (Hym.: Ichneumonidae) é influenciado pelo potencial de desenvolvimento de *P. xylostella* na planta hospedeira. Parasitóides oriundos de larvas criadas em ervilha, planta de pior qualidade para o desenvolvimento de *P. xylostella*, apresentaram um tempo ligeiramente maior para se desenvolver e foram de menor tamanho, comparados aos provenientes de larvas criadas em repolho.

A diferença na coloração das cultivares de repolho não interfere no terceiro nível trófico na associação em estudo. O parasitóide *O. sokolowskii*, considerado específico até então de *P. xylostella* localiza e parasita larvas em ambos os hospedeiros de forma similar. Embora vários fatores do ambiente, como sinais químicos e físicos característicos do habitat do hospedeiro, possam interferir na localização do mesmo pelo parasitóide, a mesma porcentagem de larvas confinadas em plantas de repolho Roxo e Verde foi localizada e parasitada. Sendo especialista de *P. xylostella*, que por sua vez explora brássicas, é provável que o comportamento de localização do hospedeiro por *O. sokolowskii* esteja relacionado a pistas voláteis características de plantas da família Brassicaceae, assim como verificado para *D. semiclausum*, também considerado

especialista de *P. xylostella* (Rossbach *et al.* 2005). Portanto, ao avaliar o efeito das diferentes cultivares de repolho sobre a biologia e comportamento do herbívoro e do parasitóide percebe-se o potencial para a associação do uso de cultivares resistentes com o controle biológico através de *O. sokolowskii* para o manejo da traça-das-crucíferas.

Nos estudos de preferência de oviposição, a média de ovos depositados por *P. xylostella* foi similar nos testes sem chance de escolha, quando ambas as plantas eram da mesma cultivar. Isto demonstra não haver efeito deterrente para a oviposição quando apenas uma cultivar de repolho está presente, mas que quando a mariposa possui alternativa, exerce a escolha pelo repolho verde, embora este tenha sido menos favorável ao desenvolvimento do herbívoro, caracterizando resistência por antibiose em relação a cultivar roxa. Adicionalmente, nos testes de preferência para oviposição foi verificada resistência por não-preferência para a cultivar roxa, sendo esta característica dependente da disponibilidade da cultivar verde para oviposição, como verificado nos testes sem chance de escolha, o que mantém o status de praga-chave de *P. xylostella* em plantios contínuos de repolho roxo. Com base nestes resultados, o plantio de fileiras de repolho verde em monocultivo de repolho roxo poderá facilitar o manejo da traça-das-crucíferas, permitindo o controle localizado.

Agradecimentos

À CAPES pela concessão de bolsa ao primeiro autor e aos programas PROCAD NF pelo suporte para a realização do trabalho em cooperação com a UFV e bolsa ao segundo autor.

Literatura Citada

- Ahuja, I., J. Rohloff & A.M. Bones. 2010.** Defense mechanisms of Brassicaceae: implications for plant-insect interactions and potential for integrated pest management. A review. *Agron. Sustain. Develop.* 30: 311-348.
- Badenes-Perez, F.R., A.M. Shelton & B.A. Nault. 2004.** Evaluating trap crops for diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *J. Econ. Entomol.* 97: 1365-1372.
- Barros, R. 1998.** Efeito de cultivares de repolho *Brassica oleracea* var. *capitata* (L.) na biologia da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L., 1758) e do parasitóide *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879. Tese de doutorado, Piracicaba, ESALQ/USP, 98p.
- Barros, R. & J.D. Vendramim. 1999.** Efeito de cultivares de repolho, utilizadas para criação de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), no desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 28: 469-476.
- Bernays, E.A. & W.T. Wcislo. 1994.** Sensory capabilities, information processing and resource specialization. *Q. Rev. Biol.* 69: 187-204.
- Bukovinszky, T., E.H. Poelman, R. Gols, G. Prekatsakis, L.E.M. Vet, J.A. Harvey & M. Dicke. 2009.** Consequences of constitutive and induced variation in plant nutritional quality for immune defense of a herbivore against parasitism. *Oecologia* 160: 299-308.
- Castelo Branco, M. & A.G. Gatehouse. 1997.** Insecticide resistance in *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the federal district, Brazil. *An. Soc. Entomol. Brasil* 22: 463-469.
- Castelo Branco, M. & M.A. Medeiros. 2001.** Impact of insecticides on diamondback moth parasitoids on cabbage fields in the Federal District of Brazil. *Pesqu. Agropecu. Bras.* 36: 7-13.
- Castelo Branco, M., F.H. França, M.A. Medeiros & J.G. Leal. 2001.** Uso de inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro e traçadas-crucíferas: um estudo de caso. *Hortic. Bras.* 19: 60-63.

- Chagas Filho, N.R., A.L. Boiça Júnior & T.F. Alonso. 2010.** Biologia de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) em cultivares de couve-flor. Neotrop. Entomol. 39: 253-259.
- Cheng L., G. Yu, Z. Chen & Z. Li. 2008.** Insensitive acetylcholine receptor conferring Resistance of *Plutella xylostella* to nereistoxin insecticides. Agric. Sci. Chinese 7: 847-852.
- Clancy, K.M. & P.W. Price. 1987.** Rapid herbivore growth enhances enemy attack: sublethal plant defenses remain a paradox. Ecology 68: 733-737.
- Dicke, M. 1999.** Direct and indirect effects of plants on beneficial organisms, p. 105-153. In J.R. Ruberson (ed.), Handbook of pest management. New York, Marcel Dekker, 842p.
- Ferreira, S.W.J., R. Barros & J.B. Torres. 2003.** Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae), para regiões produtoras de crucíferas em Pernambuco. Neotrop. Entomol. 32: 407-411.
- Ferronato, E.M.O. & M. Becker. 1984.** Abundância e complexo de parasitóides de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em *Brassica oleracea* L. Var. *Acephala* D.C. An. Soc. Entomol. Brasil 13:261-278.
- Golizadeh, A., K. Kamali, Y. Fathipour & H. Abbasipour. 2009.** Life table of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on five cultivated brassicaceous host plants. J. Agric. Sci. Technol. 11: 115-124.
- Gols, R., N.M. Van Dam, C.E. Raaijmakers, M. Dicke & A.J. Harvey. 2009.** Are population differences in plant quality reflected in the preference and performance of two endoparasitoid wasps? Oikos 118: 733-743.
- Gripenberg, S., P.J. Mayhew, M. Parnell & T. Roslin. 2010.** A meta-analysis of preference-performance relationships in phytophagous insects. Ecol. Lett. 13: 383-393.
- Haseeb, M., T.X. Liu, & W.A. Jones. 2004.** Effects of selected insecticides on *Cotesia plutellae*, endoparasitoid of *Plutella xylostella*. BioControl 49: 33-46.

- Leal, T.A.B.S. & F.S. Zucoloto. 2008.** Selection of artificial hosts for oviposition by wild *Anastrepha oblique* (Macquart) (Diptera, Tephritidae): influence of adult food and effect of experience. Rev. Bras. Entomol. 52: 467-471.
- Loges, V. 1996.** Danos causados pela traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) em cultivares de repolho *Brassica oleracea* var. *capitata* (L.) e efeito sobre a população da praga e do parasitóide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912), em condições de campo. Tese de mestrado, UFRPE, Recife, 98p.
- Maia, A.H.N., Luiz, A.J.B. & C. Campanhola. 2000.** Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computational aspects. J. Econ. Entomol. 93: 511-518
- Monnerat, R.G., S.C.M. Leal-bertioli, D.J. Bertioli, T.M. Butt & D. Bordat. 2004.** Caracterização de populações geograficamente distintas da traça-das-crucíferas por susceptibilidade ao *Bacillus thuringiensis* Berliner e RAPD-PCR. Hortic. Bras. 22: 607-609.
- Renwick, J.A.A. & F.S. Chew. 1994.** Oviposition behavior in lepidoptera. Annu. Rev. Entomol. 39: 377-400.
- Rosbach, A., B. Löhr & S. Vidal. 2005.** Generalism versus specialism: responses of *Diadegma mollipla* (Holmgren) and *Diadegma semiclausum* (Hellen), to the host shift of the diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) to peas. J. Insect Behav. 18: 491-503.
- Rosbach, A., B. Löhr & S. Vidal. 2006a.** Parasitism of *Plutella xylostella* L. feeding on a new host plant. Environ. Entomol. 35: 1350-1357.
- Rosbach, A., B. Löhr & S. Vidal. 2006b.** Does a specialist parasitoid adapt to its host on a new host plant? J. Insect behav. 19: 479-495.

- Sabelis, M.W. & H.E. Van De Baan. 1983.** Location of distant spider mite colonies by phytoseid predators: demonstration of specific kairomones emitted by *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi*. Entomol. Exp. Appl. 33: 303-314.
- Sarfraz, M., L.M. Dossall, & B.A. Keddie. 2006.** Diamondback moth - host plant interactions: implications for pest management. Crop Prot. 25: 625-639.
- Sarfraz, M., L.M. Dossall, & B.A. Keddie. 2009.** Performance of the specialist herbivore *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) on Brassicaceae and non-Brassicaceae species. Can. Entomol. 142: 24-35.
- SAS Institute. 2000.** SAS User`s guide: statistic version 8 for Windows. SAS Institute, Cary, North Carolina.
- Silva-Torres, C.S.A. & R.W. Matthews. 2003.** Development of *Melittobia australica* Girault and *Melittobia digitata* Dahms (Parker) (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Neobellieria bullata* (Parker) (Diptera: Sarcophagidae) puparia. Neotrop. Entomol. 32: 645-651.
- Silva-Torres, C.S.A., R. Barros. & J.B. Torres. 2009a.** Efeito da idade, fotoperíodo e disponibilidade do hospedeiro no comportamento de parasitismo de *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae). Neotrop. Entomol. 38: 512-519.
- Silva-Torres, C.S.A., I.T. Ramos-Filho, J.B. Torres & R. Barros. 2009b.** Superparasitism and host size effects in the gregarious parasitoid wasp *Oomyzus sokolowskii*. Entomol. Exp. Appl. 133: 65-73.
- Tabashnik, B.E., L. Yong-Biao, T. Malvar, L.M. Heckel & J. Ferré. 1998.** Insect resistance to *Bacillus thuringiensis*: uniform or diverse? Philos. Trans. R. Soc. Lond. B 353: 1751-1756.
- Talekar, N.S. & A.M. Shelton. 1993.** Biology, ecology, and management of the diamondback moth. Annu. Rev. Entomol. 38: 275-301.

- Thuler, R.T., S.A. Bortoli & C.B. Hoffmann-Campo. 2007.** Classificação de cultivares de brássicas com relação à resistência à traça-das-crucíferas e à presença de glucosinolatos. *Pesqu. Agropec. Bras.* 42: 467-474.
- Thompson, J. N. & O. Pellmyr. 1991.** Evolution of oviposition behavior and host preference in lepidoptera. *Annu. Rev. Entomol.* 36: 65-89.
- Villas Bôas, G.L.; M. Castelo Branco, M.A. Medeiros, R.G. Monnerat & F.H. França. 2004.** Inseticidas para o controle da traça-das-crucíferas e impactos sobre a população natural de parasitóides. *Hortic. Bras.* 22: 696-699.
- Williams, I.S. 1999.** Slow-growth, high-mortality—a general hypothesis, or is it? *Ecol. Entomol.* 24: 490-495.
- Yang, J.C., Y. Chu & N.S. Talekar. 1994.** Studies on the characteristics of *Plutella xylostella* (Lep.: Plutellidae) by a larval parasite *Diadegma semiclausum* (Hym.: Ichneumonidae). *Entomophaga* 39: 397-406.

Tabela 1. Parâmetros da História de vida de *Plutella xylostella*, criada com folhas das cultivares de repolho Roxo e Verde (Chato-de-quintal). Temp.: 25,5 ± 1,17°C, UR: 67 ± 12%, 12L:12E.

Características	Cultivar de repolho	
	Roxo	Verde
Duração da fase larval, dias ¹	7,3 ± 0,09 b	8,2 ± 0,18 a
Duração da fase de pupa, dias ¹	4,1 ± 0,15 b	4,6 ± 0,12 a
Longevidade de fêmeas, dias ¹	11,4 ± 1,25 a	10,2 ± 1,33 a
Número de ovos/fêmea ¹	219,2 ± 19,05 a	133,9 ± 18,39 b
Taxa líquida de reprodução, R ₀ (♀/♀) ²	83,7 a (68,98 - 98,42)	42,5 b (30,99 - 54,11)
Taxa intrínseca de crescimento populacional, r _m (♀/♀*dia) ²	0,28 a (0,27 - 0,29)	0,21 b (0,19 - 0,23)
Tempo médio de geração, T (dias) ²	15,6 b (15,30 - 15,84)	17,8 a (16,91 - 18,80)

¹Médias (± EP) seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre as cultivares de repolho pelo teste *t* ($P > 0,05$).

²Médias (IC a 95%) seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre as cultivares de repolho pelo teste *t* ao nível de 5% de probabilidade com base no erro estimado pelo método de Jackknife (Maia *et al.* 2000).

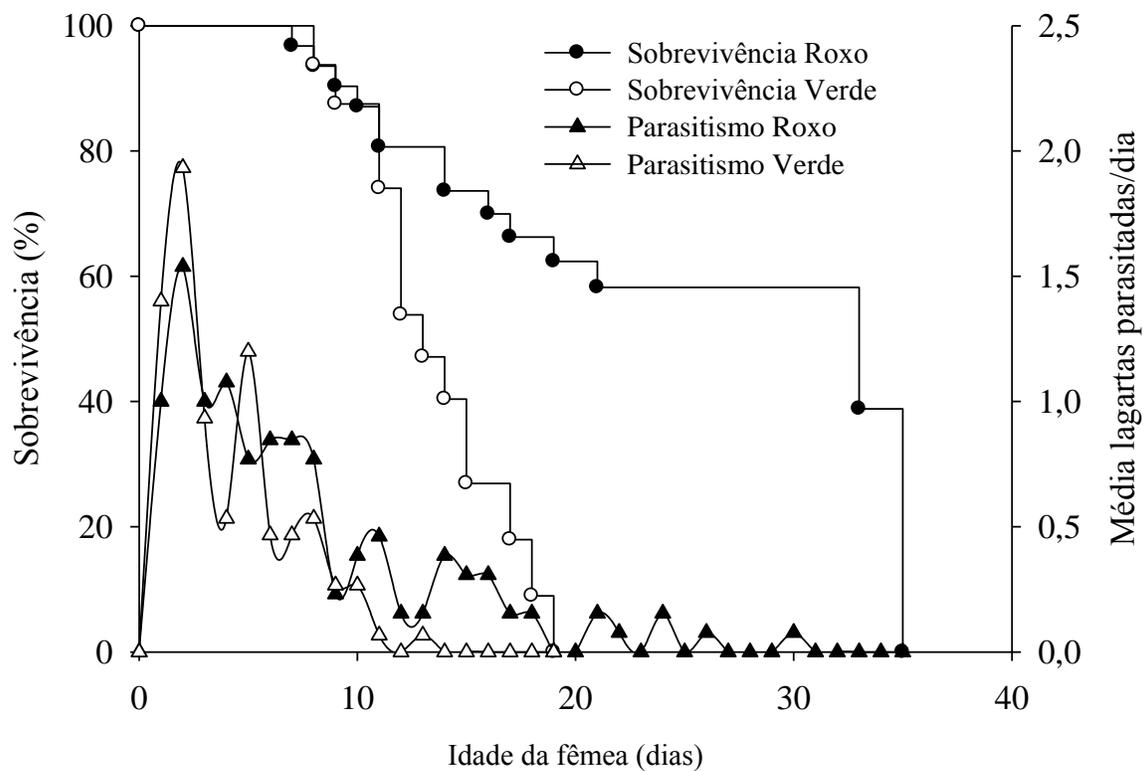


Figura 1. Sobrevivência e parasitismo de fêmeas de *Oomyzus sokolowskii* oriundas de larvas de *Plutella xylostella* criadas nas cultivares de repolho Roxo e Verde. As curvas de sobrevivência diferem para fêmeas do parasitóide oriundas de larvas criadas nos dois tipos de repolhos (teste Log-Rank; $\chi^2 = 13,65$; $P = 0,0002$).

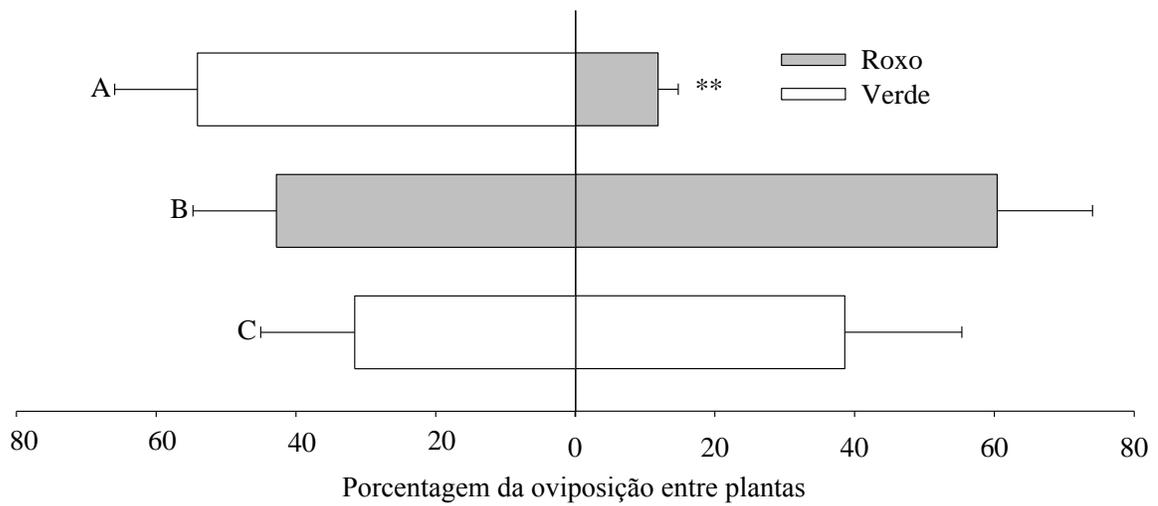


Figura 2. Oviposição de *Plutella xylostella* em plantas de repolho Roxo e Verde, em testes com chance de escolha “A” (n= 10) e sem chance de escolha “B” e “C” (n= 5). **Indica diferença na proporção de ovos depositados entre plantas pelo teste de qui-quadrado ($P < 0,01$).