

## Efeito de sinigrina aplicada em folhas de brássicas sobre características biológicas de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae)

Jackeline da Silva Carvalho<sup>1\*</sup>, Sergio Antonio De Bortoli<sup>2</sup>, Robson Thomaz Thuler<sup>2</sup>, Roberto Marchi Goulart<sup>1</sup> e Haroldo Xavier Linhares Volpe<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: carvalhojs@posgrad.fcv.unesp.br

**RESUMO.** O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da ingestão de sinigrina aplicada em folhas de couve e brócolis sobre algumas características biológicas de *Plutella xylostella*. Foram utilizadas duas cultivares de brássicas: couve-manteiga Da Geórgia e brócolis Ramoso Piracicaba Precoce, sendo elas tratadas com soluções de sinigrina a 0,2; 0,4; 0,8; 1,6 e 3,2 mg mL<sup>-1</sup>, contendo 5% de Tween20®, e uma testemunha, apenas com solução de Tween20®. Avaliou-se a duração e viabilidade das fases larval e pupal, peso de pupas, longevidade e razão sexual dos adultos, fecundidade das fêmeas, período de incubação e viabilidade da fase de ovo, tendo-se calculado o potencial reprodutivo corrigido (PRC). As médias foram avaliadas pela análise multivariada de agrupamento e de componentes principais. O maior potencial reprodutivo foi apresentado pela dose de 0,2 mg mL<sup>-1</sup> em couve. As análises multivariadas proporcionaram melhor discriminação dos tratamentos em relação à menor concentração testada. Concluiu-se que baixa concentração de sinigrina, em couve e em brócolis, favorece o desenvolvimento de *P. xylostella*.

**Palavras-chave:** traça-das-crucíferas, glucosinolatos, couve, brócolis, potencial reprodutivo.

**ABSTRACT.** Effect of sinigrin applied on brassics leaves on biological aspects of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). The objective of this work was to evaluate the effect of sinigrin applied to cabbage and broccoli leaves of biological aspects of *Plutella xylostella*. Two brassica cultivars, cabbage Da Georgia and broccoli Ramoso Piracicaba Precoce, were used and were treated with the following sinigrin solutions: 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 and 3.2 mg mL<sup>-1</sup> in solution 5% of Tween 20® and a control with Tween solution. Duration and viability of larval and pupal periods, pupal weight, longevity and sex ratio, female fertility, incubation period and egg viability were evaluated. The corrected reproductive potential index (PRC) was also calculated. The means were analyzed by the multivariate analysis of grouping and of main components. The PRC treatments presented 0.2 mg mL<sup>-1</sup> in cabbage with larger reproductive potential. The multivariate analysis provided discrimination of treatments regarding the smaller tested concentration. By the results it is possible to conclude that low concentrations of sinigrin, in cabbage and broccoli, allow better development for *P. xylostella*.

**Key words:** diamondback moth, glucosinolates, cabbage, broccoli, reproductive potential.

### Introdução

*Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), conhecida como traça-das-crucíferas, destaca-se como praga de maior importância para a cultura das brássicas, pelas perdas nos campos de produção no Brasil e em outras regiões do mundo (CASTELO BRANCO; FRANÇA, 2001), além disso, têm sido descrita com distribuição cosmopolita, alimentação voraz e hospedeira de muitas plantas comerciais (RENEWICK et al., 2006).

Devido à alta pressão de seleção, impulsionada pelo uso indiscriminado de inseticidas, *P. xylostella* têm

desenvolvido altos níveis de resistência a esses produtos químicos, tornando difícil o controle (CASTELO BRANCO; MELO, 2002; MOTA-SANCHEZ et al., 2002; SARFRAZ; KEDDIE, 2005). Assim, o desenvolvimento de métodos alternativos de controle torna-se essencial ao controle bem sucedido (CHARLESTON et al., 2005).

A resistência de plantas hospedeiras à alimentação dos insetos é um fator importante pelo qual a planta pode limitar os danos causados por eles, tornando-se um importante componente no manejo de pragas (HAMILTON et al., 2005; SARFRAZ et al., 2006).

Os cultivares resistentes têm assumido papel relevante no manejo da traça-das-crucíferas como alternativa ao uso de inseticidas e têm sido avaliada com base na cerosidade da superfície foliar, determinada pelo teor de alcano, e pelo teor de sinigrina em folhas (ULMER et al., 2002).

A sinigrina (2-propenylglucosinolate) é um metabólito secundário de plantas, do grupo dos glucosinolatos, e ocorre naturalmente em plantas de brássicas, estando envolvida diretamente nas interações inseto-plantas (SHELTON; NAULT, 2004). Essa substância pode influenciar negativamente insetos polívoros como o pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae), mesmo em baixos níveis, e a lagarta *Mamestra configurata* (Walker, 1856) (Lepidoptera: Noctuidae). Por outro lado, pode não afetar algumas espécies de insetos com alto grau de especificidade de brássicas, como o pulgão *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae) e a lagarta *P. xylostella* (BODNARYK, 1997; THULER et al., 2007).

Substâncias secundárias participam também como estimulantes da alimentação e na seleção da planta hospedeira pelo inseto (SARFRAZ et al., 2006; HOPKINS et al., 2009). Porém, seu efeito no organismo dos insetos ainda é desconhecido, com necessidade de estudos desses compostos sobre a biologia de pragas, como a traça-das-crucíferas.

A resistência de cultivares e híbridos de repolho e couve à traça-das-crucíferas é demonstrada em estudos no Brasil. No entanto, estes são baseados principalmente em dados biológicos de desenvolvimento da praga (BARROS; VENDRAMIM, 1999) e não em características da planta hospedeira.

O índice potencial reprodutivo corrigido (PRC), utilizado para demonstrar a influência dos genótipos de brássicas na biologia de *P. xylostella*, classificou as cultivares em grupos distintos, quanto ao grau de resistência (THULER et al., 2007). Esse índice é um parâmetro preciso para avaliar a influência de genótipos de brássicas na biologia da traça-das-crucíferas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da ingestão de sinigrina aplicada em folhas de couve e brócolis nos aspectos biológicos de *P. xylostella*.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI), da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV-Unesp), em Jaboticabal, em sala climatizada a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12h.

Lagartas de segundo instar de *P. xylostella* foram utilizadas na primeira fase do experimento, oriundas da criação-estoque do laboratório. Lagartas de primeiro instar não foram utilizadas pelo hábito minador desse estágio, o que impede a ingestão da sinigrina aplicada na superfície das folhas. Folhas de duas variedades de brássicas foram utilizadas, a primeira de couve-manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala* DC, 1821) Da Geórgia (Top Seed – Agristar), na qual não foi encontrada sinigrina em estudos anteriores (THULER et al., 2007), e brócolis (*Brassica oleracea* var. *Italica* Plenck, 1794) Ramoso Piracicaba Precoce (Sementes Feltrin), que não apresenta sinigrina naturalmente nas folhas (RANGKADILOK et al., 2002).

Discos de folhas de 2,2 cm de diâmetro das duas cultivares foram utilizados, com sinigrina (Sigma) aplicada na superfície foliar nas concentrações 0,2; 0,4; 0,8; 1,6 e 3,2 mg mL<sup>-1</sup> em solução 5% de Tween 20®, e uma testemunha apenas com solução 5% de Tween 20®, conforme sugerido e modificado de Lee et al. (2006).

Vinte repetições foram utilizadas para cada concentração (tratamento), que constava de uma placa de Petri (6 cm de diâmetro) contendo um disco de folha da cultivar, em que foi aplicado sinigrina nas referidas concentrações, com um pincel, até o molhamento completo da superfície foliar (5 µL face do disco<sup>-1</sup>). O disco foi colocado sobre papel filtro levemente umedecido com água destilada. Sobre os discos foliares foram colocadas seis lagartas de segundo instar de *P. xylostella*. As placas foram vedadas com filme plástico para manter a umidade e evitar a fuga dos insetos.

Os discos de folhas com sinigrina foram mantidos nas placas por três dias, período necessário para as larvas alimentarem-se de todo o disco foliar e certificar que ingeriram somente a concentração de sinigrina aplicada. Novos discos de folha (9 cm de diâmetro) foram oferecidos sem aplicação desta substância. As lagartas foram mantidas na placa até a pupação, para avaliar a viabilidade e a duração do período larval diariamente.

Os insetos foram pesados e transferidos para placas plásticas com orifício, tipo ELISA®, e foram observados até a emergência dos adultos durante a fase de pupa, para avaliar a duração e a viabilidade pupal, peso de pupas com 24h de formadas e razão sexual dos adultos que emergiram.

Os adultos emergidos nos tratamentos foram utilizados na segunda fase do experimento; foram sexados e transferidos para gaiolas de posturas, compostas por um cilindro plástico com 12 cm de

diâmetro e 15 cm de altura, uma esponja umedecida com solução 10% de mel e um disco de folha da cultivar (9 cm de diâmetro) como substrato para postura, apoiado em papel filtro levemente umedecido. Quatro repetições foram utilizadas por tratamento, com dois casais por gaiola. A fecundidade de fêmeas (número de ovos por fêmea), durante três dias (período de posturas viáveis), e a longevidade dos adultos foram observadas nesta fase.

Cem ovos foram coletados por dia de cada tratamento e colocados em placas de Petri (15 cm de diâmetro) com papel filtro levemente umedecido com água destilada, sendo observados até a eclosão das larvas na terceira fase do experimento. A viabilidade e o período de incubação dos ovos foram determinados.

O índice Potencial Reprodutivo Corrigido (PRC) foi calculado para verificar a possível influência dos tratamentos no desenvolvimento e aumento da população, em que  $PRC = (rs \times A)^n$ , sendo rs a razão sexual = n° fêmeas / n° adultos; A é o número de adultos aptos à reprodução, determinado para cada tratamento, em função do número médio de ovos por fêmea (durante três dias), corrigido pelas viabilidades das fases de ovo, larva e pupa; n é o número de gerações do inseto em 30 dias, obtido pelo quociente: 30 (dias do mês)/duração total da fase imatura do inseto (dias de duração de ovo+larva+pupa). Os índices PRC dos tratamentos com couve e brócolis foram comparados pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Foi realizada a análise de agrupamento e a análise de componentes principais, para classificar os tratamentos com máxima similaridade dentro dos grupos e máxima dissimilaridade entre os grupos, com uso do programa Statistica versão 7.0. Para tanto, foram ajustados 11 caracteres (período larval, viabilidade larval, período pupal, viabilidade pupal, peso pupal, razão sexual, longevidade de adultos, fecundidade, período de incubação, viabilidade dos ovos e potencial reprodutivo corrigido (PRC)).

## Resultados e discussão

A concentração mais baixa de sinigrina em couve (0,2 mg mL<sup>-1</sup>) produziu o maior potencial reprodutivo (1676,16), comparado à testemunha (1019,13) e às demais doses, que tiveram menores índices de PRC nas concentrações maiores de sinigrina (Tabela 1). Glucosinolatos, como a sinigrina, parecem servir como mecanismo de defesa contra herbívoros generalistas e patógenos, ou como estimulantes na alimentação e oviposição de herbívoros especialistas, como a *P. xylostella*, fator que pode justificar as diferenças encontradas neste trabalho, pois mesmo estimulando a alimentação e oviposição, não significa que o maior

consumo de sinigrina possa ser favorável ao desenvolvimento do inseto (THORSTEINSON, 1958). Esses resultados também corroboram com estudos anteriores de Renwick (2002), Charleston et al., (2005) que propuseram os glucosinolatos fontes de alimentação primária e estimulante de oviposição entre insetos especialistas de brássicas.

Esse fato não foi observado nos tratamentos com brócolis, indicando que a sinigrina aplicada nas folhas não influenciou significativamente o potencial reprodutivo corrigido (Tabela 1). Esses resultados contrariam as conclusões de Thorsteinson (1958): em um trabalho com alimentação de *P. xylostella* em diferentes dietas, com e sem adição de sinigrina, essa substância foi fonte de atratividade e estímulo alimentar para este inseto. Isso pode também estar relacionado à quantidade natural de sinigrina presente em brócolis e outros metabólitos nas folhas das variedades.

**Tabela 1.** Índice de Potencial Reprodutivo Corrigido (PRC) ( $\pm$ EP) de *Plutella xylostella* alimentada com folhas de couve com diferentes concentrações de sinigrina.

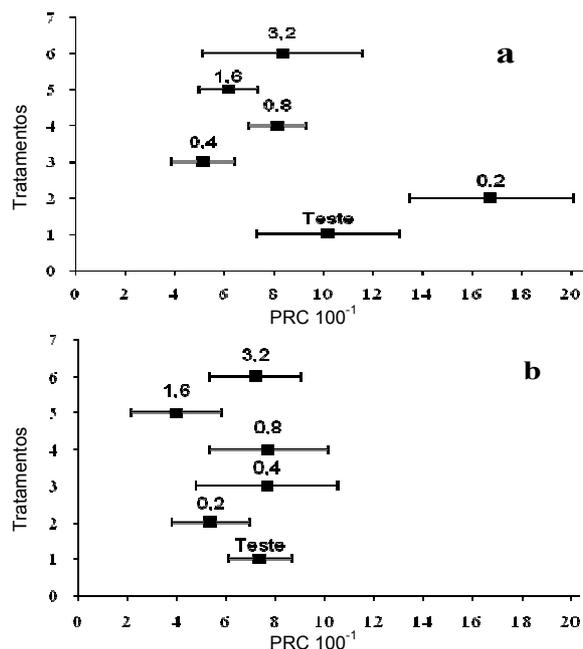
Trat.	<sup>1</sup> PRC Couve	<sup>1</sup> PRC Brócolis
0,0	1019,13 $\pm$ 289,82 ab	736,19 $\pm$ 127,75
0,2	1676,16 $\pm$ 331,49 a	537,43 $\pm$ 158,10
0,4	513,57 $\pm$ 129,34 b	763,05 $\pm$ 288,39
0,8	812,61 $\pm$ 116,11 ab	769,57 $\pm$ 241,10
1,6	615,45 $\pm$ 119,37 ab	397,62 $\pm$ 184,29
3,2	833,10 $\pm$ 323,60 b	717,57 $\pm$ 186,22
F	2,77*	1,53 <sup>NS</sup>
DMS	1,2259	2,8754
CV (%)	14,51	39,93

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). <sup>1</sup>Dados transformados em Log (x + 1).

Pela Figura 1a é possível verificar que a análise do PRC dos tratamentos com couve apresentou tendência de separação entre a dose 0,2 mg mL<sup>-1</sup> de sinigrina e as demais, indicando maior potencial de reprodução com sinigrina aplicada em baixas concentrações. Além disso, os tratamentos com as maiores concentrações de sinigrina apresentaram índices PRCs menores que a testemunha, sendo maior apenas 0,2 mg mL<sup>-1</sup>.

Nas doses com brócolis, a concentração 1,6 mg mL<sup>-1</sup> e, em seguida, a 0,2 mg mL<sup>-1</sup> de sinigrina distanciaram-se das demais, apresentando os menores valores para PRC (Figura 1b); esses dados, porém, não foram diferentes significativamente pelo teste de Tukey a 5% de significância (Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Bodnaryk (1997), em que *P. xylostella* e *Phyllotreta cruciferae* (Goeze) (Coleoptera: Chrysomelidae) em cultivares de *B. juncea* com diferentes níveis de sinigrina e *Sinapis alba* (L.) (Cruciferae) com variados teores de sinalbina, também um glucosinato, não apresentaram diferenças, indicando que tanto a composição quanto os níveis dessas substâncias secundárias podem interferir na

oviposição, mas não têm efeito na alimentação de ambos os insetos.



**Figura 1.** Potencial Reprodutivo Corrigido (PRC) de *Plutella xylostella* alimentada com diferentes concentrações (tratamentos) de sinigrina aplicada em folhas de couve (A) e brócolis (B); valores PRC transformados por  $PRC 100^{-1}$ .

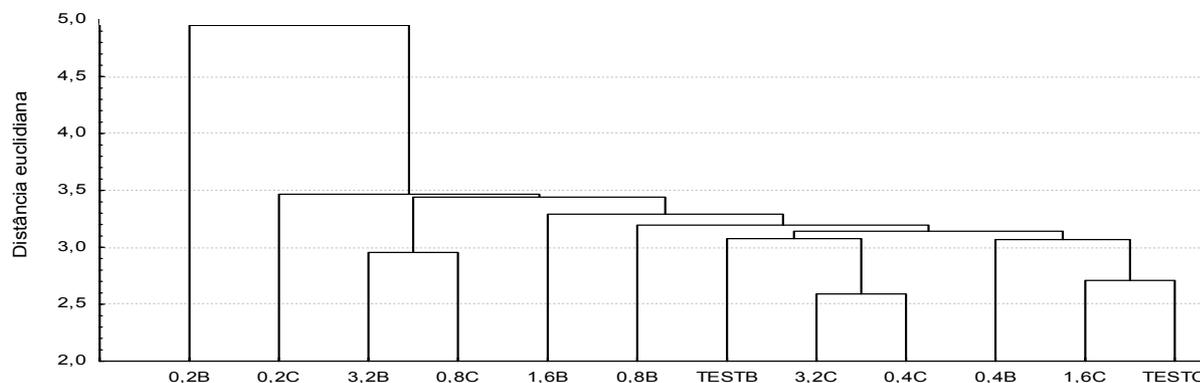
Cultivares comerciais de Brássicas contendo diferentes níveis de sinigrina ocasionaram efeito adverso em lagartas de *P. xylostella*, em função do teor dessa substância e da alimentação (OLSSON; JONASSON, 1994). Entretanto, outros estudos afirmam que a sinigrina agiria estimulando a alimentação e oviposição de *P. xylostella*, por se tratar de um inseto especialista de brássicas (THORSTEINSON, 1958; SPENCER et al., 1999).

As respostas observadas para os parâmetros em brócolis parecem estar relacionadas com a aplicação

do metabólito secundário (sinigrina) nas folhas, pela influência direta e negativa na biologia de *P. xylostella*, diminuindo o período larval e a sua viabilidade, como sugerido por Eigenbrode et al. (1990) e observado em algumas doses, como em 0,2 mg mL<sup>-1</sup> de sinigrina.

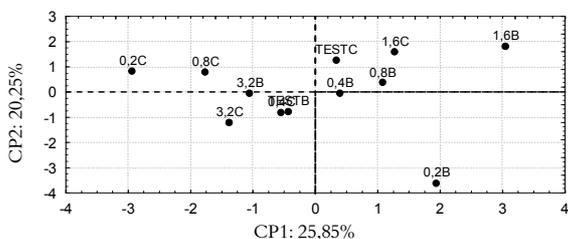
A dose 0,2 mg mL<sup>-1</sup> de sinigrina de ambas as variedades apresentaram os maiores contrastes e não formaram nenhum grupo por meio da estatística multivariada pelo método de *cluster* (*Single Linkage*) (Figura 2). As demais doses com concentrações mais altas não seguiram tendência crescente, mas ficaram próximas às testemunhas. Esse dado pode ser observado também na análise dos componentes principais, em que é possível verificar os maiores contrastes dos tratamentos 0,2 mg mL<sup>-1</sup> de sinigrina em ambas as espécies (Figura 3). A dose 0,2 mg mL<sup>-1</sup> de sinigrina em couve apresentou as maiores correlações com as características viabilidade de ovo (-0,91) e PRC (-0,71); 0,2 e 1,6 mg mL<sup>-1</sup> de sinigrina em brócolis estão correlacionados com a longevidade (0,75); o eixo componente principal 1 (CP1) retém mais informação, ou seja, é responsável por 25,85% da variabilidade contida nas variáveis originais.

Para o eixo do componente principal 2 (CP2), 0,2 mg mL<sup>-1</sup> de sinigrina em brócolis apresentou maiores correlações com o peso pupal (-0,70) e com o período e incubação (-0,73). Este eixo é responsável por 20,25% da variabilidade contida nas variáveis originais e, junto com o CP1, retém mais de 46% das informações originais (Figura 3); mesmo baixos, refletem características importantes dessa interação, como o isolamento das menores concentrações de sinigrina (Figura 2) e o distanciamento com os demais tratamentos, especialmente separando os tratamentos com couve e brócolis (Figura 3).



**Figura 2.** Dendrograma dos grupos resultantes da análise multivariada de agrupamento *cluster analysis* pelo método *Single Linkage* dos tratamentos com sinigrina em folhas de couve (TESTC; 0,2C; 0,4C; 0,8C; 1,6C e 3,2C) e brócolis (TESTB; 0,2B; 0,4B; 0,8B; 1,6B e 3,2B).

As características apresentadas com as maiores correlações foram as que mais influenciaram para que os tratamentos 0,2C; 1,6B e 0,2B se distinguíssem dos demais (Figura 3).



**Figura 3.** Distribuição dos tratamentos segundo a análise dos componentes principais dos tratamentos com sinigrina em folhas de couve (TESTC; 0,2C; 0,4C; 0,8C; 1,6C e 3,2C) e brócolis (TESTB; 0,2B; 0,4B; 0,8B; 1,6B e 3,2B).

O PRC foi determinante apenas para os tratamentos com couve, indicando boa capacidade reprodutiva com a menor concentração de sinigrina. Com a análise exploratória dos dados (multivariada), a análise de agrupamentos e os componentes principais, ficou evidenciado que a menor concentração de sinigrina, em ambas as cultivares, beneficiou o desenvolvimento de *P. xylostella*.

As diferenças entre as cultivares testadas podem estar relacionadas com a quantidade de sinigrina presente naturalmente nas folhas de cada espécie, por isso não podem ser comparadas. Hamilton et al. (2005) não encontraram diferenças significativas na oviposição de *P. xylostella* em quatro cultivares de brócolis e couve-flor testados. Segundo Thuler et al., (2007), não foi encontrada sinigrina em várias espécies de brássicas testadas, incluindo a couve-manteiga da Geórgia avaliada neste trabalho. Rangkadilok et al. (2002) encontraram muita variabilidade na concentração de sinigrina entre as espécies de brássicas testadas (*B. oleraceae* – repolho, couve-flor, brócolis, brócolis chinês, Kalibrini e couve-de-bruxelas, *B. nigra*, *B. juncea* - mostarda, *B. rapa* e *B. napus*) e baixa concentração de sinigrina foi obtida no brócolis (0,02-0,04  $\mu\text{mol g}^{-1}$ ), comparada a altas concentrações encontradas em variedades de repolho e couve-flor (23,79 e 23,69  $\mu\text{mol g}^{-1}$ , respectivamente). A ausência desta substância em couve, comparada à concentração presente naturalmente em brócolis, pode ter sido fundamental para as diferenças nos resultados obtidos nas variáveis testadas.

## Conclusão

Baixa concentração de sinigrina, em couve e brócolis, não prejudica o desenvolvimento de *P. xylostella*, porém altas concentrações afetam a viabilidade.

## Agradecimentos

À Capes, CNPq e Fapesp, pela concessão de bolsas, respectivamente, ao primeiro e quarto autores, ao segundo e quinto autores e ao terceiro autor.

## Referências

- BARROS, R.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de cultivares de repolho, utilizadas para criação de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), no desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 3, p. 469-476, 1999.
- BODNARYK, R. P. Will low-glucosinolate cultivar of the mustards *Brassica juncea* and *Sinapis alba* be vulnerable to insect pests? **Canadian Journal of Plant Science**, v. 77, n. 2, p. 283-287, 1997.
- CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H. Traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. Cap. 12, p. 85-89.
- CASTELO BRANCO, M.; MELO, C. A. Resistência a abamectin e cartap em populações de traça-das-crucíferas. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 541-543, 2002.
- CHARLESTON, D. S.; KFIR, R.; VET, L. E. M.; DICKE, M. Behavioural responses of diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) from *Melia azadirach* and *Azadirachta indica*. **Bulletin of Entomological Research**, v. 95, n. 5, p. 457-465, 2005.
- EIGENBRODE, S. D.; SHELTON, A. M.; DICKSON, M. H. Two types of resistance to the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in cabbage. **Environmental Entomology**, v. 19, n. 4, p. 1086-1090, 1990.
- HAMILTON, A. J.; ENDERBY, N. M.; RIDLAND, P. M.; ZHANG, J.; NEAL, M. Effects of cultivar on oviposition preference, larval feeding and development time of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), on some *Brassica oleracea* vegetables in Victoria. **Australian Journal of Entomology**, v. 44, n. 3, p. 284-287, 2005.
- 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**, v. 54, n. 1, p. 57-83, 2009.
- LEE, K. C.; CHEUK, M. W.; CHAN, W.; LEE, A. W. M.; ZHAO, Z. Z.; JIANG, Z. H.; CAI, Z. Determination of glucosinolates in traditional Chinese herbs by high-performance liquid chromatography and electrospray ionization mass spectrometry. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 386, n. 7-8, p. 2225-2232, 2006.
- MOTA-SANCHEZ, D.; BILLS, P. S.; WHALON, M. E. **Arthropod resistance to pesticides: status and overview**. In: WHEELER, W. B. (Ed.). *Pesticides in agriculture and the environmental*. New York: Marcel Dekker, 2002. p. 127-214.

- OLSSON, K.; JONASSON, T. Leaf feeding by caterpillars on white cabbage cultivars with different 2-propenyl glucosinolate (sinigrin) content. **Journal of Applied Entomology**, v. 118, n. 2, p. 197-202, 1994.
- RANGKADILOK, N.; NICOLAS, M. E.; BENNETT, R. N.; PREMIER, R. R.; EAGLING, D. R.; TAYLOR, P. W. J. Determination of sinigrin and glucoraphanin in *Brassica* species using a simple extraction method combined with ion-pair HPLC analysis. **Scientific Horticulture**, v. 96, n. 1-4, p. 27-41, 2002.
- RENWICK, J. A. A. The chemical world of crucivores: lures, treats and traps. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 104, n. 1, p. 35-42, 2002.
- RENWICK, J. A. A.; HARIBAL, M.; GOINGUENÉ, S.; STÄDLER, E. Isothiocyanates stimulating oviposition by the diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 32, n. 4, p. 755-766, 2006.
- SARFRAZ, M.; KEDDIE, B. A. Conserving the efficacy of insecticides against *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 129, n. 3, p. 149-157, 2005.
- SARFRAZ, M.; DOSDALL, L. M.; KEDDIE, B. A. Diamondback moth-host plant interactions: Implications for pest management. **Crop Protection**, v. 25, n. 7, p. 625-639, 2006.
- 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**, v. 23, n. 6, p. 497-503, 2004.
- SPENCER, J. L.; PILLAI, S.; BERNAYS, E. A. Synergism in the oviposition behavior of *Plutella xylostella*: sinigrin and wax compounds. **Journal of Insect Behavior**, v. 12, n. 4, p. 483-500, 1999.
- THORSTEINSON, A. J. The chemotactic influence of plant constituents on feeding by phytophagous insects. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 1, n. 1, p. 23-27, 1958.
- THULER, R. T.; DE BORTOLI, S. A.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. Classificação de cultivares de brássicas com relação à resistência à traça-das-crucíferas e à presença de glucosinolatos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 467-474, 2007.
- ULMER, B.; GILLOTT, C.; WOODS, D.; ERLANDSON, M. Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), feeding and oviposition preferences on glossy and waxy *Brassica rapa* (L.) lines. **Crop Protection**, v. 21, n. 4, p. 327-331, 2002.

Received on August 5, 2007.

Accepted on January 24, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.