

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

***Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE):  
TÁTICAS PARA O MANEJO INTEGRADO EM BRÁSSICAS**

Robson Thomaz Thuler  
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL  
Março de 2006

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

***Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE):  
TÁTICAS PARA O MANEJO INTEGRADO EM BRÁSSICAS**

**Robson Thomaz Thuler**

**Orientador: Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli  
Co-Orientador: Prof. Dr. Dirceu Pratissoli**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Entomologia Agrícola).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Março de 2006

T534p Thuler, Robson Thomaz  
*Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae): táticas para o  
manejo integrado em brássicas / Robson Thomaz Thuler. --  
Jaboticabal, 2006  
iv, 79 f. il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006  
Orientador: Sergio Antonio De Bortoli  
Banca examinadora: Odair Aparecido Fernandes, Clara Beatriz  
Hoffmann Campo, José Djair Vendramim, Antonio Carlos Busoli.  
Bibliografia

1. Resistência de plantas, 2. Interação tritrófica, 3. Extratos  
vegetais. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e  
Veterinárias.

CDU 595.782:635.34

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**ROBSON THOMAZ THULER** – Nascido em Alegre-ES, em 10 de julho de 1976. Engenheiro Agrônomo pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), título obtido em novembro de 2000. Mestre em Agronomia com área de concentração em Fitossanidade, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), título obtido em fevereiro de 2003.

Só em Deus repousa minha alma,  
Só dele me vem a salvação.  
Só ele é meu rochedo e minha salvação;  
Minha fortaleza, jamais vacilarei.

**(Sl. 61, 2-3)**

*À minha esposa Ana Maria Guidelli Thuler, AMOR  
DA MINHA VIDA, pela compreensão, amor,  
incansável apoio e por sua ação transformadora em  
minha vida...*

*Aos meus amados pais Melquiades José Thuler e  
Juracy Thomaz Thuler, pelo apoio incondicional e  
pelo imenso amor...*

## **DEDICO**

*Aos meus familiares Luciana Thomaz Thuler Vaz  
(irmã), Jefferson Luiz da Silveira Vaz (cunhado),  
Paola e Arthur (sobrinhos), pelo carinho, atenção e  
incentivo absoluto...*

*A todos da minha “nova família”, em especial  
aos meus sogros Sr. Sebastião Guidelli e D. Laura  
Lisboa Guidelli, pelo acolhimento e pelo carinho...*

### AGRADECIMENTOS

Ao nosso bom Deus pela força em mim movida em todos os momentos, gloriosos ou nem tanto assim, que possibilitaram a conclusão deste trabalho.

À comunidade “UNESPIANA” pela oportunidade concedida e pela disponibilidade estrutural e funcional.

À Fundação de Amparo a Pesquisa de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de estudos, bem como pelo fomento desta pesquisa, que tornaram possível a execução total do projeto e de sua complementação.

À AGRISTAR do Brasil, pelo fornecimento de parte das amostras de sementes testadas.

Ao amigo e orientador Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli, que com sua atenção, apoio e incentivo, tornou possível a existência deste trabalho – “a realização de um sonho”.

Ao amigo e Co-orientador, Prof. Dr. Dirceu Pratissoli pela ajuda e incentivo, e pelo fornecimento de parte do material biológico utilizado nesta tese.

Aos Professores: Dr. José Carlos Barbosa e Dr. Antonio Sérgio Ferraud, pela ajuda nas análises estatísticas empregadas.

À Dra. Clara Beatriz Hoffmann-Campo junto à EMBRAPA soja - Londrina, pela ajuda imprescindível na realização das análises das amostras, em HPLC, pelas sugestões e amizade.

Ao Prof. Dr. Carlos Amadeu Leite de Oliveira pela disponibilidade da torre de Potter<sup>®</sup>, além das sugestões sempre valiosas.

Ao amigo e Prof. Dr. Manoel Victor Franco Lemos pela disponibilidade do liofilizador e à Técnica de seu Laboratório, Eliane, pela liofilização das amostras.

Aos amigos Prof. Dr. Jaime Maia dos Santos e Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira que me apoiaram e incentivaram em todas as fases, “sempre com palavras certas nas horas certas”.

Ao amigo, Eng. Agrônomo André Kathan, pela grande atenção e disponibilidade na produção das mudas.

Ao amigo e companheiro de república desde os tempos de mestrado em Recife, Fábio Morandi o “Gordinho”, pela convivência e amizade, além das idéias comutadas nas homéricas discussões científicas.

Aos professores e funcionários da FCAV-UNESP, em especial aos do Departamento de Fitossanidade, nas pessoas da funcionária Roseli Pessoa e do funcionário Gilson José Leite pela amizade e serviços prestados.

Aos meus queridos e inseparáveis amigos Alê, Nona e Mara pela convivência e apoio nos momentos mais difíceis que passei em Jaboticabal, “eu nunca esquecerei de vocês”.

Aos integrantes do Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI), recentes ou antigos, porém eternos na lembrança: queridas amigas Ivone, Marieli e Hayda; aos estagiários Bruno e Alessandra Otuka; aos companheiros Nuno e Leandro pela convivência; ao Eudes pela ajuda na minha chegada em Jaboticabal.



Ainda no LBCI, ao grupo de amigos motivado ao controle da traça-das-crucíferas:, Cácia, Roberto, Bruno e Haroldo, pela ajuda experimental e convivência imprescindível em todos os momentos, bem como à especial ajuda do nosso amigo Francisco José (Dé), “nós vamos conseguir!”

Enfim, a todos os amigos do programa de Entomologia Agrícola e da FCAV-UNESP, que de alguma forma, direta ou indiretamente contribuíram para minha formação científica e pessoal, meu muito obrigado.

# SUMÁRIO

PAG.

<u>RESUMO.....</u>	III
<u>SUMMARY....</u> .....	IV
<u>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS .....</u>	1
<u>CAPÍTULO 2 - EFEITO DE CULTIVARES DE REPOLHO E COUVE NA BIOLOGIA DE <i>Plutella xylostella</i> .....</u>	14
<u>INTRODUÇÃO .....</u>	14
<u>MATERIAL E MÉTODOS .....</u>	16
<u>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</u>	20
<u>CONCLUSÕES .....</u>	29
<u>REFERÊNCIAS.....</u>	29
<u>CAPÍTULO 3 – EFICÁCIA DE INSETICIDAS QUÍMICOS E PRODUTOS VEGETAIS PARA <i>Plutella xylostella</i> .....</u>	34
<u>INTRODUÇÃO .....</u>	34
<u>MATERIAL E MÉTODOS .....</u>	35
<u>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</u>	37
<u>CONCLUSÕES .....</u>	43
<u>REFERÊNCIAS.....</u>	43
<u>CAPÍTULO 4 – EFEITO DE INSETICIDAS QUÍMICOS E PRODUTOS VEGETAIS SOBRE OS PARASITÓIDES <i>Trichogramma pretiosum</i> E <i>Trichogramma exiguum</i> .....</u>	48
<u>INTRODUÇÃO .....</u>	48
<u>MATERIAL E MÉTODOS .....</u>	49
<u>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</u>	54
<u>CONCLUSÕES .....</u>	60
<u>REFERÊNCIAS.....</u>	60

<b><u>CAPÍTULO 5 – INTERAÇÃO: BRÁSSICAS – TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS – PARASITÓIDES DE OVOS E INTERFERÊNCIA DE INSETICIDAS QUÍMICOS E PRODUTOS VEGETAIS NESSE COMPLEXO</u></b> .....	64
<b><u>INTRODUÇÃO</u></b> .....	64
<b><u>MATERIAL E MÉTODOS</u></b> .....	65
<b><u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u></b> .....	68
<b><u>CONCLUSÕES</u></b> .....	73
<b><u>REFERÊNCIAS</u></b> .....	73
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	78

## ***Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE): TÁTICAS PARA O MANEJO INTEGRADO EM BRÁSSICAS**

**RESUMO** – O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) da FCAV-UNESP, para avaliar o efeito da interação entre resistência de cultivares de brássicas, inseticidas químicos e produtos vegetais e *Trichogramma* no controle de *Plutella xylostella*. Para tanto, avaliou-se a biologia de *P. xylostella* nas cultivares de repolho: Chato de Quintal (CQ), Midori (MD), Roxo Precoce (RP) e Híbrido Roxo (HR) e, nas cultivares de couve, Geórgia (CM) e Híbrido Geórgia HS20 (HS20) em laboratório. Avaliou-se a toxicidade dos inseticidas lufenuron e deltametrina, bem como dos produtos vegetais óleo de nim e extrato pirolenhoso, pela adequação das concentrações letais (CL<sub>50</sub>) dos produtos. Com os mesmos produtos citados, foram avaliados os efeitos sobre *Trichogramma*. Finalmente, avaliou-se a associação dos métodos testados primordialmente, utilizando-se as cultivares de repolho e os inseticidas químicos e produtos vegetais, bem como o efeito sobre *Trichogramma*. A cultivar CQ foi classificada como moderadamente resistente; RP e MD como suscetíveis, e CM, HS20 e HR como altamente suscetíveis, sendo observado também, que nenhuma cultivar apresentou a substância sinigrina. Lufenuron, óleo de nim e extrato pirolenhoso, causaram até 100% de mortalidade para *P. xylostella*, e Decis não foi eficiente. Deltametrina também foi o produto mais prejudicial aos parasitóides *T. exiguum* e *T. pretiosum*, enquanto o produto Nim e o inseticida Match foram os menos prejudiciais. A associação dos métodos químicos e resistência de plantas elevam o potencial de controle para *P. xylostella*, mas essa estratégia deve ser bem avaliada, pois pode afetar o desempenho dos parasitóides parasitóides, reduzindo seu potencial de controle.

Palavras-Chave: resistência de plantas, controle biológico, interação tritrófica, brássicas, extratos vegetais, controle químico.

## ***Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE): STRATEGIES FOR THE INTEGRATED MANAGEMENT**

**SUMMARY** – The project was developed to evaluate the effect of the interaction between resistance of cabbage cultivars, insecticides and *Trichogramma* in the *Plutella xylostella* control. The biology of *P. xylostella* was evaluated in the following cabbage cultivars: Chato de Quintal (CQ), Midori (MD), Roxo Precoce (RP) and Roxo Hybrid (RH), and kale cultivars: Geórgia (CM) and Geórgia Hybrid HS20 (HS20), in laboratory. The toxicity of the insecticides lufenuron and deltamethrin and, of the vegetal products neem oil and pyroligneous extract, was evaluated for the adequacy of the lethal concentrations (LC50) of the products. With those products, the effect on *Trichogramma* was also evaluated. Finally, it was evaluated the association of the methods tested, using cabbage cultivars and chemical insecticides and vegetal products, and the effect on *Trichogramma*. The cultivar CQ was classified as moderately resistant; RP and MD as susceptible, and CM, HS20 and HR as highly susceptible, being also observed, that the cultivars tested did not present sinigrin. Lufenuron, Neem oil and pyroligneous extract caused up to 100% of *P. xylostella* mortality and deltabethrin was not efficient. Deltamethrin was most harmful product to the parasitoids *T. exiguum* and *T. pretiosum*, while neem oil and lufenurun were less harmful. The interaction of chemical and plant resistance methods, increased the potential to *P. xylostella* control, but this strategy must be well evaluated, as it can affect negativity the parasitoid performance, reducing its control potential.

Keywords: host plant resistance, biological control, tritrophic interaction, cabbage, vegetal extracts, chemical control.

## CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

O principal fator redutor da produção de brássicas nos plantios comerciais em todas as regiões de cultivo do mundo tem sido a freqüente ocorrência da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) (DICKSON et al., 1990). No Brasil, a presença desta praga tem sido constatada praticamente durante todo o ano (CASTELO BRANCO & GUIMARÃES, 1990; BARROS et al., 1993; MELO et al., 1994; LOGES, 1996) e, por isso, tem se tornado alvo de pesquisas em todas as regiões produtoras, visando de medidas de controle tecnicamente mais adequadas, economicamente satisfatórias e ecologicamente corretas.

O método de controle mais utilizado nos campos produtores de brássicas, ainda é o químico, por ser considerado prático, rápido e eficiente na redução populacional dessa praga (TALEKAR & SHELTON, 1993; CASTELO BRANCO & AMARAL, 2002; DIAS et al., 2004). Entretanto, o uso indiscriminado desses produtos pode afetar também organismos não alvo, como, por exemplo, insetos benéficos, animais e o homem (CHEN et al., 1996; SOUZA & REIS, 1986).

O uso de inseticidas reguladores de crescimento, que atuam principalmente na síntese de quitina, alterando o processo de ecdise (SCHROEDER & SUTTON, 1978; GROSSCURT, 1978), tem se mostrado como uma alternativa, devido a sua especificidade e baixa toxicidade para mamíferos.

Com o aparecimento gradativo de populações da traça-das-crucíferas resistentes aos produtos comerciais usualmente utilizados, inclusive aos reguladores de crescimento de inseto (CASTELO BRANCO & GATEHOUSE, 1997), tem sinalizado para a utilização de técnicas alternativas como o uso de feromônios (FURLONG et al., 1995; REDDY & URS, 1997; MAYER & MICHELL, 1999; MICHEREFF et al., 2000), variedades resistentes (FRANÇA & CASTELO BRANCO, 1987; EDELSON & DICKISON, 1988; DICKSON et al., 1990; MELO et al., 1994), plantas inseticidas (TORRES et al., 2001) e o emprego do controle biológico (IDRIS & GRAFIUS, 1998; VANDENBERG et al., 1998; BARROS & VENDRAMIM, 1999), através de entomopatógenos e insetos entomófagos.

Dentre estes, o uso de produtos naturais extraídos de plantas apresenta-se como uma alternativa viável devido a sua seletividade, baixa toxicidade ao homem e eficiência contra várias espécies de insetos-praga (SCHMUTTERER, 1987; SAXENA, 1989; NEVES & NOGUEIRA, 1996).

As espécies botânicas mais promissoras para utilização como planta inseticida pertencem às famílias Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae, Annonaceae, Labiateae e Canellaceae (JACOBSON, 1989), com destaque para as meliáceas, na qual se incluem as espécies *Melia azedarach* L., *Azadirachta indica* A. Juss. e *Trichilia pallida* Sw. (MORDUE & BLACKWELL, 1993; RODRIGUEZ & VENDRAMIM, 1996). Alguns extratos de plantas ou seus compostos, isoladamente, exibem potencial inseticida agudo ou crônico como reguladores de crescimento ou redutores da alimentação de espécies de insetos (SHAPIRO et al., 1994). MORDUE & BLACKWELL (1993) observaram que insetos tratados ou alimentados com óleo de nim apresentam inibição de crescimento, morte de larvas durante o processo de ecdise, alongamento da fase larval, deformações de pupas e adultos, redução na longevidade, fecundidade e fertilidade dos adultos, e, até mesmo, a morte dos insetos algumas horas após o tratamento.

A inibição do crescimento e a mortalidade da fase larval de *P. xylostella* foram observadas por SHIN-FOON & YU-TONG (1993), após a aplicação do alcalóide wilforine, obtido de *Tripterygium wilfordii* Hook f., do extrato clorofórmico de *Ajuga nipponensis* Makino e do extrato diclorometânico de flores de *Rhododendron molle* G. Don, sendo observada também elevada mortalidade para em populações da praga resistentes ao inseticida fenvalerate.

STEIN & KLINGAUF (1990), ao avaliarem a eficácia de extratos etanólicos (5%) de 13 plantas de regiões tropicais e subtropicais, verificaram mortalidade de larvas do segundo ínstar de *P. xylostella* da ordem de 53, 77, 75 e 100%, quando o extrato foi extraído de folhas e sementes de *Ricinus communis* (L.), folhas de *Persea americana* Mill. e flores do híbrido *Chrysanthemum cinerariaefolium*, respectivamente. VERKERK & WRIGHT (1993) avaliaram a toxicidade de AZT e NEEM-AZAL e AZ (azadiractina pura) para larvas de segundo ínstar de *P. xylostella*, constatando mortalidade entre 50 e 90%.

Os autores afirmam que o extrato de nim AZT inibiu a alimentação e reduziu o ganho de peso das larvas.

Alguns resultados no Brasil, em relação à traça-das-crucíferas, sinalizam para os efeitos de extratos vegetais de diversas plantas, sobre o desenvolvimento desta praga (MEDEIROS et al., 2002a), com estudos direcionados para a determinação da ação ovicida (TORRES et al., 2002b), repelência (MEDEIROS et al., 2002b) e determinação da CL50 (TORRES et al., 2002a), além da avaliação da ação sistêmica de extratos de plantas, como o nim (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2002).

Paralelamente, a alternativa de se utilizar insetos entomófagos, especificamente os parasitóides, torna-se mais real a cada dia, frente ao crescente número de biofábricas que tem surgido e à atual utilização destes insetos, em várias regiões brasileiras (PARRA & ZUCCHI, 2004).

Nos países com intenso cultivo de brássicas já foram identificadas mais de 90 espécies de parasitóides associados a *P. xylostella*, parasitando-a praticamente em todas as fases de desenvolvimento (TALEKAR & SHELTON, 1993), sendo as principais espécies pertencentes aos gêneros *Diadegma*, *Cotesia*, *Apanteles* e *Trichogramma* (YASSEN, 1978; HIRASHIMA et al., 1989; ALLAM, 1990; CORDERO & CAVE, 1992). Dentre os citados, destacam-se as espécies pertencentes ao gênero *Trichogramma*, devido a sua ampla distribuição geográfica, por serem altamente especializados e eficientes, além de um grande número de espécies deste parasitóide ter sido coletado em mais de 200 hospedeiros, pertencentes a cerca de 70 famílias e 8 ordens de insetos (HASSAN, 1997; PRATISSOLI, 1995; ZUCCHI & MONTEIRO, 1997).

Inúmeras espécies de *Trichogramma* são estudadas em diversos países com resultados bastante promissores em relação ao potencial de uso no controle de *P. xylostella* (ALLAM, 1990; HIRASHIMA et al., 1990; CORDERO & CAVE, 1992).

No Brasil, vários estudos foram realizados com *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para controle de *Helicoverpa zea* (Bod.) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho, *Erynnis ello* (L.) (Lepidoptera: Sphingidae) em mandioca, *Alabama argillacea* (Hueb.) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Heliiothis virescens* (Fabr.) (Lepidoptera: Noctuidae)



em algodão (BLEICHER & PARRA 1990; SAAVEDRA et al., 1997; ZUCCHI & MONTEIRO 1997).

Resultados eficientes foram obtidos em relação a *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) e outros lepidópteros pragas do tomate de mesa e industrial, com a criação e liberação massal de *T. pretiosum* em várias regiões produtoras do Brasil, sobretudo no nordeste brasileiro (VILLAS BÔAS & FRANÇA, 1996, HAJI, 1997; PRATISSOLI & PARRA, 2000), destacando esse trabalho como pioneiro no Brasil.

ZUCCHI & MONTEIRO (1997) constataram que o Brasil é o único país da América do Sul onde *T. pretiosum* é relatada parasitando ovos de *P. xylostella*, tornando ainda mais relevante as pesquisas com esse parasitóide para o controle da traça-das-crucíferas, uma vez que ele interrompe o ciclo da praga numa fase em que ela não pode causar dano à cultura (BARROS, 1998).

Na avaliação da eficiência de 47 linhagens de *Trichogramma* e 2 linhagens de *Trichogrammatoidea*, no controle de *P. xylostella*, em laboratório, foi constatado que, dentre os parasitóides testados, *Trichogrammatoidea bactrae* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae), *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Trichogramma pintoi* Voegelé (Hymenoptera: Trichogrammatidae) apresentaram elevada capacidade de parasitismo, com número médio de ovos parasitados por fêmea de 40,5; 44,9 e 41,1, respectivamente (WUHRER & HASSAN, 1993).

Vários fatores, além das características intrínsecas de cada espécie, podem afetar o desempenho de *T. pretiosum*, como por exemplo, as diferenças existentes entre hospedeiros. BARROS (1998) estudou a biologia de *T. pretiosum* sobre *P. xylostella* alimentada com 21 cultivares de repolho e verificou que a duração do ciclo (ovo-adulto) variou de 9 a 11 dias e a viabilidade aparente ficou entre 71% e 94%, relacionando essa variação ao efeito das cultivares de repolho utilizadas na alimentação das larvas de traça-das-crucíferas por duas gerações sucessivas.

Inimigos naturais podem ser também afetados pela utilização de produtos químicos ou outras técnicas de controle de praga incompatíveis com os mesmos.

Estudos sobre o efeito de extratos aquosos de plantas com características inseticidas ou insetistáticas, sobre inimigos naturais como os parasitóides, são

escassos e a compatibilidade entre esses métodos ainda pouco conhecida. Desta forma, essa pesquisa teve como objetivo geral, estudar os efeitos de diversas táticas de controle para *P. xylostella* e algumas interações entre as mesmas, tendo ainda como objetivos específicos: selecionar variedades de repolho resistentes ou moderadamente resistentes à traça-das-crucíferas; determinar a toxicidade de inseticidas químicos e produtos vegetais para a traça-das-crucíferas; avaliar a seletividade desses produtos a *T. pretiosum* e *T. exiguum* e, verificar os efeitos da interação entre resistência de cultivares de brássicas, inseticidas vegetais e *Trichogramma* no manejo da traça-das-crucíferas.

## REFERÊNCIAS

ALLAM, N. M. Diamondback moth and its natural enemies in Jamaica and some other Caribbean Islands In: INTERNATIONAL WORKSHOP OF DIAMONDBACK MOTH AND OTHER CRUCIFERS PESTS, 2., 1990, Taiwan. **Proceedings...** Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center, 1990. p. 233-243.

ALMEIDA JÚNIOR, R.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; TORRES, A. L. Ação sistêmica de amêndoas de nim (*Azadirachta indica*) no controle da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em repolho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19., 2002, Manaus. **Anais...**Manaus: INPA, 2002. p.157.

BARROS, R. **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.** 1998. 98 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

BARROS, R.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de cultivares de repolho, utilizados para criação de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), no desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 469-476, 1999.

BARROS, R.; ALBERT JÚNIOR, I. B.; OLIVEIRA, A. J.; SOUZA, A. C. F.; LOGES, V. Controle químico da traça das crucíferas, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) em repolho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 22, n. 3, p. 463-469, 1993.

BLEICHER, E.; PARRA, J. R. P. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. II. Tabela de vida de fertilidade e parasitismo de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 207-214, 1990.

CASTELO BRANCO, M.; AMARAL, P. S. T. Inseticidas para o controle da traça-das-crucíferas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 410-415, 2002.

CASTELO BRANCO, M.; GATEHOUSE, A. G. Insecticide resistance in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the Federal District, Brazil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 75-79, 1997.

CASTELO BRANCO, M.; GUIMARÃES, A. L. Controle da traça das crucíferas em repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 24-25, 1990.

CASTELO BRANCO, M.; MELO, C.A. Resistência a abamectin e cartap em populações de traça-das-crucíferas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 541-543, 2002.

CHEN, C. C.; CHANG, S. J.; CHENG, L. L.; HOU, R. F. Deterrent effect of the chinaberry extract on oviposition of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lep.,

Yponomeutidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 120, n. 3, p. 165 - 169, 1996.

CORDERO, J.; CAVE, R. D. Natural enemies of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on crucifers in Honduras. **Entomophaga**, Paris, v. 37, n. 3, p. 397-407, 1992.

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

DICKSON, M. H.; SHELTON, A. M., EIGENBRODE, S. D., VAMOSY, M. L., MORA, M. Selection for resistance to diamondback moth (*Plutella xylostella*) in cabbage. **Hortscience**, Alexandria, v. 25, n. 12, p. 1643-1646, 1990.

EDELSON, J. V.; DICKSON, M. H. Resistance to insects by cabbage lines developed in New York when grown in south Texas. **Crop Protection**, Guildford, v. 7, n. 6, p. 391-395, 1988.

FRANÇA, F. H.; CASTELO BRANCO, M. Resistência varietal a insetos e ácaros em hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 8-11, 1987.

FURLONG, M. J.; PEIL, J. K.; CHOO, P.; RAHMAN, S. A. Field and laboratory evaluation of a sex pheromone trap for the autodissemination of the fungal entomopathogen *Zoophthora radicans* (Entomophthorales) by the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 85, n. 3, p. 331-337, 1995.

GROSSCURT, A. C. Diflubenzuron: Some aspects of its ovicidal and larvicidal mode of action and evaluation of its practical possibilities. **Pesticide Science**, Oxford, v. 9, p. 373-386, 1978.

HAJI, F. N. P. Controle biológico da traça do tomateiro com *Trichogramma* no Nordeste do Brasil, In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.), **Trichogramma e o controle aplicado**. Piracicaba, FEALQ, 1997. p. 319-324.

HASSAN, S. A. Métodos padronizados para testes de seletividade com ênfase em *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.) **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 207-233.

HIRASHIMA, Y.; ABE, M.; TADAUCHI, O. Hymenopterus parasitoids of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera, Yponomeutidae) in Japan. **Esakia**, Fukuoka, v. 28, p. 63-73, 1989.

HIRASHIMA, Y.; MIURA, K.; MIURA, T.; SHIRO, K. Studies on the biological control of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus). II. Effect of temperature on the development of the egg parasitoids *Trichogramma chilonis* and *Trichogramma ostriniae*. **Science Bulletin Faculty of Agriculture**, Kiushu, v. 44, p. 65-70, 1990.

IDRIS, A. B.; GRAFIUS, E. Diurnal flight activity of *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in the field. **Environmental Entomology**, College Park, v. 27, n. 2, p. 406 - 414, 1998.

JACOBSON, M. Botanical pesticides: past, present and future. In: ARNASON, J. T.; PHILOGENE, B.J.R.; MORAND, P. **Insecticides of plant origin**. Washington: America Chemical Society, 1989. p. 1-10.

LOGES, V. **Danos causados pela traça das crucíferas *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) em cultivares de repolho *Brassica oleracea* var. *capitata* (L.) e efeito sobre populações da praga e do parasitóide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912), em condições de campo.** 1996. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Entomologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1996.

MAYER, M. S.; MITCHELL, E. R. Differences between attractive diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), sex pheromone lures are not determinable through analysis of emissions. **Agricultural and Forest Entomology**, Oxford, v. 1, n. 3, p. 229-236, 1999.

MEDEIROS, C. A. M.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; TORRES, A. L. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L., 1758) em couve. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19., 2002, Manaus. **Anais...Manaus: INPA, 2002a.** p. 165.

MEDEIROS, C. A. M.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; TORRES, A. L. Efeito de extratos aquosos de plantas na repelência para oviposição de *Plutella xylostella* (L., 1758) em couve. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19., 2002, Manaus. **Anais...Manaus: INPA, 2002b.** p. 164.

MELO, P. E.; CASTELO BRANCO, M.; MADEIRA, N. R. Avaliação de genótipos de repolho para a resistência à traça das crucíferas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n.1, p. 19-24, 1994.

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

MORDUE, A. J.; BLACKWELL, A. Azadirachtin: An Update. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 39, n. 11, p.903-924, 1993.

NEVES, B.P.; NOGUEIRA, J.C.M. **Cultivo e utilização do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss.)**. Goiânia: Embrapa - CNPAF – APA, 1996. 32 p. (Circular Técnica, 28).

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. *Trichogramma* no Brasil: viabilidade de uso após vinte anos de pesquisa. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 271-282, 2004.

PRATISSOLI, D.; **Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, nas traças , *Scrobipalpoides absoluta* (Meyrick, 1917) e *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873), em tomateiro**. 1995.135 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz , Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J. R. P. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley, criado em duas traças do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1281-1288, 2000.

REDDY, G. V.; URS, K. C. D. Mass trapping of diamondback moth *Plutella xylostella* in cabbage fields using synthetic sex pheromones. **International Pest Control**, Londres, v. 39, n. 4, p. 125-126, 1997.

RODRIGUEZ C.H.; VENDRAMIM, J.D. Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, v. 42, p. 14-22, 1996.

SAAVEDRA, J. L. D.; TORRES, J. B.; RUIZ, M. G. Dispersal and parasitism of *Heliothis virescens* eggs by *Trichogramma pretiosum* Riley in cotton. **International Pest Management**, London, v. 43, n. 2, p. 169-171, 1997.

SAXENA, R. C. Insecticides from Neem. In: ARNASON, J. T.; PHILOGENE, B. J. R.; MORAND, P. (Ed.). **Insecticides of plant origin**. Washington: American Chemical Society, 1989. p. 110-129.

SCHMUTTERER, H. Insect growth-disrupting and fecundity-reducing ingredients from the neem and chynaberry trees. In: MORGAN, E. D.; MANDAVA, N. B. **CRC Handbook of natural pesticides**: volume III, Insect Growth Regulators – Part B. Washington: CRC, 1987. p. 119-167.

SCHROEDER, W. J.; SUTTON, R. A. *Diaprepes abbreviatus*: suppression of reproductive potential on citrus with an insect regulator plus spray oil. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 71, n. 1, p. 69-70, 1978.

SHAPIRO, M.; ROBERTSON J. L.; WEBB. R. E. Effect of neem seed extract upon the gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) and its nuclear polyhedrosis virus. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 87, n. 2, p. 356-360, 1994.

SHIN-FOON, C.; YU-TONG, Q. Experiments on the application of botanical insecticides for the control of diamondback moth in South China. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 116, n. 5, p. 479-486, 1993.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. Controle da traça-do-tomateiro em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 343-354, 1986.

STEIN, U.; KLINGAUF; F. Insecticidal effect of plant extracts from tropical and subtropical species. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 110, n. 2, p. 160-166, 1990.

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



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

TORRES, A. L.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; BARROS, R. Determinação da CL<sub>50</sub> de extratos aquosos de plantas e efeito na biologia de *Plutella xylostella* (L., 1758) em couve. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19., 2002, Manaus. **Anais...Manaus: INPA**, 2002a. p. 135.

TORRES, A. L.; BARROS, R.; OLIVEIRA, J. V. de; TORRES, J. B. Efeito de extratos aquosos de plantas na fase embrionária de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19., 2002, Manaus. **Anais...Manaus: INPA**, 2002b. p. 140.

VANDEMBERG, J. D.; SHELTON, A. M.; WILSEY, W. T.; RAMOS, M. Assesment of *Beauveria bassiana* sprays for control the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) on crucifers. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 91, n. 3, p. 624-630, 1998.

VERKERK, R. H. J.; WRIGHT, D. J. Biological activity of neem seed kernel extracts and synthetic azadirachtin against larvae of *Plutella xylostella* L. **Pesticide Science**, London, v. 37, n. 1, p. 83-91, 1993.

VILLAS BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H. Utilização do parasitóide *Trichogramma pretiosum* no controle da traça-do-tomateiro em cultivo protegido de tomate. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 223-225, 1996.

WUHRER, B. G.; HASSAN, S. A. Selection of effective species/strains of *Trichogramma* (Hym. Trichogrammatidae) to control the diamondback moth *Plutella xylostella* L.

(Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 116, n. 1, p. 80-89, 1993.

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

ZUCCHI, R. A.; MONTEIRO, R. C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.) **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap. 2, p. 41-66.

## **CAPÍTULO 2 - EFEITO DE CULTIVARES DE BRÁSSICAS NA BIOLOGIA DE *Plutella xylostella***

### **INTRODUÇÃO**

A traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), é o principal fator limitante do cultivo de crucíferas em áreas tropicais no mundo (DICKSON et al., 1990), devido principalmente a seu ciclo curto e potencial reprodutivo, o que determina grande número anual de gerações (ULMER et al., 2002). No Brasil, sua ocorrência é constatada praticamente durante todo o ano nas regiões produtoras (CASTELO BRANCO & GUIMARÃES, 1990; BARROS et al., 1993; MELO et al., 1994; LOGES, 1996).

Além do alto potencial biótico, o aparecimento de populações da traça-das-crucíferas resistentes aos inseticidas tem concorrido para dificultar o manejo dessa praga. GEORGHIOU & LAGUNES-TEJADA (1991) relataram que em 1989 já eram conhecidos 51 inseticidas químicos aos quais *P. xylostella* apresentava resistência, ocupando juntamente com *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) os primeiros lugares em relação a resistência à inseticidas. No Brasil a resistência de *P. xylostella* a inseticidas foi relatada por CASTELO BRANCO & GATEHOUSE (1997) em relação aos diferentes princípios ativos comumente utilizados em seu controle. Mais recentemente, CASTELO BRANCO & MELO (2002) estudaram a resistência apresentada por populações de traça-das-crucíferas a abamectin e cartap.

Como alternativa ao uso de inseticidas, a utilização de cultivares resistentes tem assumido relevante papel no manejo da traça-das-crucíferas (LIN et al., 1983 e 1984; EIGENBRODE et al., 1990; ULMER et al., 2002).

Essa resistência de plantas a *P. xylostella* tem sido avaliada com base em duas características principais: a cerosidade da superfície foliar, determinada pelo teor de alcano, e o teor de sinigrina presente nas folhas (LIN et al., 1983; LIN et al., 1984; EIGENBRODE et al., 1990; EIGENBRODE et al., 1991; SPENCER, 1996; SPENCER et al., 1999; ULMER et al., 2002). Entretanto, EIGENBRODE et al. (1990) consideram que

os mecanismos envolvidos nas características de resistência relacionadas à quantidade de cera presente na superfície foliar não são conclusivos e sugerirem que a característica pode estar ligada também a estímulos químicos como toxinas ou substâncias que causam a clássica antibiose.

Foi constatado, no entanto, que em variedades de repolho com superfície foliar brilhante, ocorre uma maior mortalidade de larvas de primeiro ínstar, devido a um estímulo locomotor que faz com que as larvas se movimentem mais, antes de começarem a minar as folhas, gastando mais energia, aumentando a mortalidade ou mesmo reduzindo a viabilidade das larvas nos ínstars posteriores (EINGENBRODE et al., 1991).

Apesar dessas afirmações, ULMER et al. (2002) não observaram diferenças significativas na preferência alimentar de *P. xylostella* entre variedades com maior e menor cerosidade foliar, em testes de livre escolha e nos testes em confinamento; também não foram observadas diferenças significativas na viabilidade das larvas de primeiro ínstar.

No Brasil, alguns resultados foram relatados para diferentes cultivares e híbridos de repolho e couve, no entanto, esses resultados são baseados principalmente em dados biológicos de desenvolvimento da praga (FRANÇA et al., 1985; MELO et al., 1994; LOGES et al., 1993; BARROS, 1998 e TORRES, 2004) e não em características da planta hospedeira; possivelmente devido ao alto custo de materiais e aparelhos necessários para execução de pesquisas mais elaboradas, com ênfase em características químicas e/ou morfo-fisiológicas do hospedeiro.

Para tanto, BARROS (1998) afirmou que o índice Potencial Reprodutivo Corrigido (PRC), sugerido por VENDRAMIM & PARRA (1986), é o parâmetro que expressa com maior precisão a influência dos genótipos na biologia de *P. xylostella*, classificando 22 cultivares em três grupos distintos: Moderadamente Resistentes (MR), Suscetíveis (S) e Altamente Suscetíveis (AS). Esse índice também foi utilizado por TORRES (2004), que concluiu ser válida a afirmação de que o PRC é o parâmetro mais preciso para se avaliar a influência de genótipos na biologia da traça das crucíferas.

Tendo em vista as dificuldades encontradas por pesquisadores em experimentos com resistência de cultivares, objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito de cultivares de repolho e couve na biologia da traça-das-crucíferas *P. xylostella*, bem como verificar o emprego da análise multivariada, para auxiliar a classificação dessas cultivares.

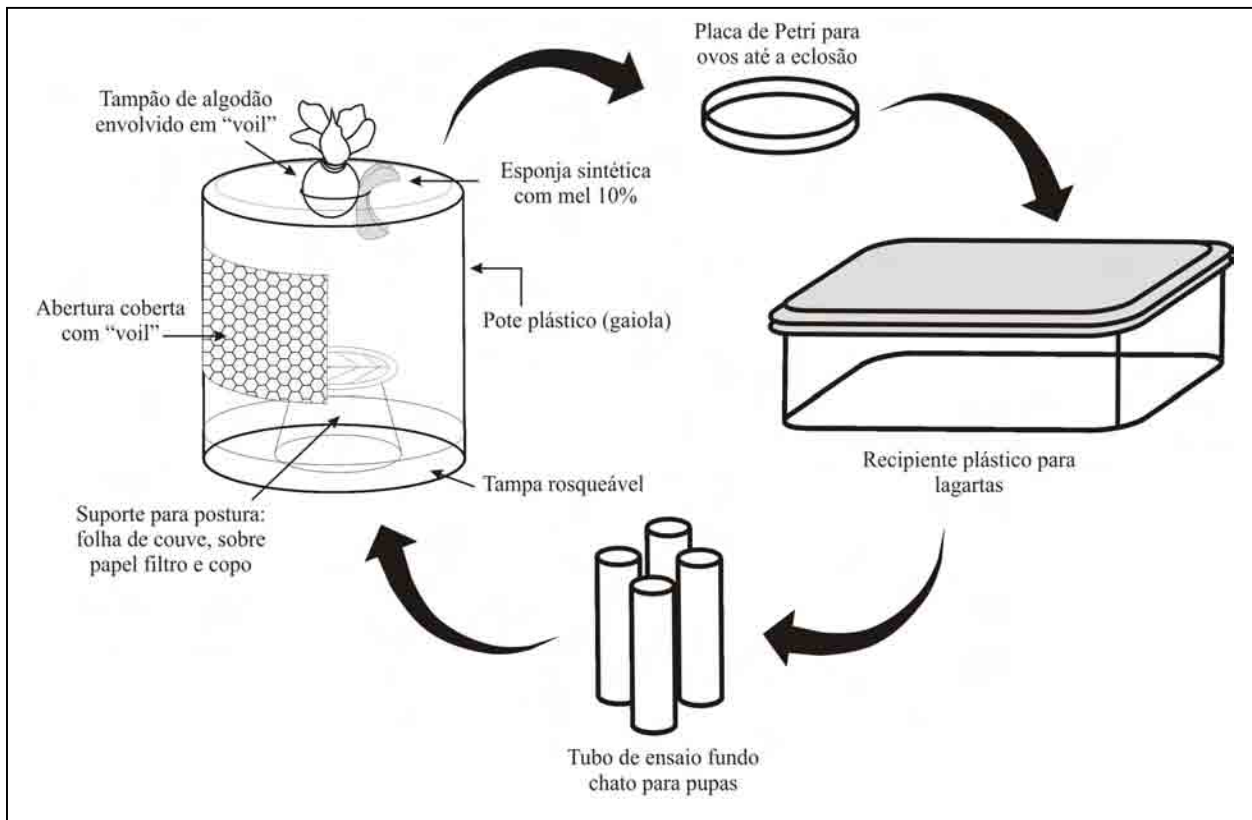
## **MATERIAL E MÉTODOS**

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, sob temperatura de  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 14 horas.

As cultivares utilizadas na experimentação foram plantadas em área experimental com solo corrigido segundo a necessidade de plantio, sendo realizada uma adubação de cobertura, com a fórmula 4-14-8 (NPK), aos 20 dias após o transplante. As plantas foram constantemente irrigadas durante os períodos de estiagem, de acordo com o aspecto visual das folhas.

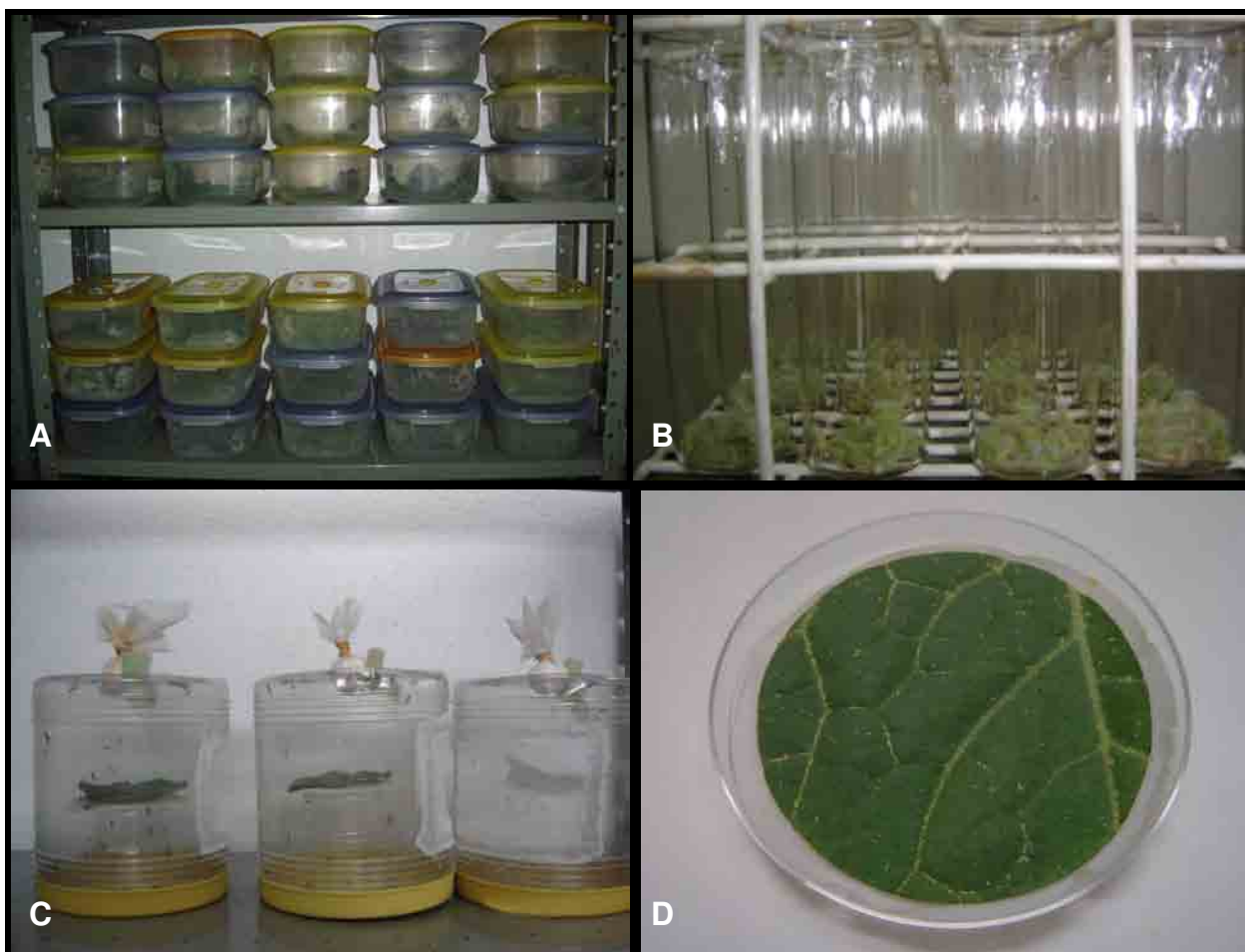
Na primeira fase da experimentação utilizaram-se lagartas de primeiro ínstar de *P. xylostella* oriundas da criação estoque do LBCI / FCAV-UNESP (Figuras 1 e 2).

Os testes de resistência foram realizados para as cultivares de repolho (*Brassica oleracea capitata*) verde - Chato de Quintal (TOP SEED - Agristar) e Híbrido Midori (TOKITA - Agristar); roxo - Roxo Precoce (TOP SEED - Agristar) e Híbrido Roxo - TPC00682 (TOP SEED - Agristar); e para as cultivares de couve manteiga (*Brassica oleracea acephala*) - Geórgia (TOP SEED - Agristar) e Geórgia híbrido HS20 (HORTICERES), sendo Geórgia utilizada como padrão de suscetibilidade, uma vez que é empregada nas criações massais de *P. xylostella* em laboratório.



**Figura 1.** Esquema de criação da traça-das-crucíferas, baseado na metodologia desenvolvida por BARROS (1998) e adaptada para o Laboratório de Biologia e Criação de Insetos da UNESP-Jaboticabal.

Para cada cultivar utilizou-se de 20 placas de Petri (20 repetições) contendo um disco de folha da cultivar (8cm de diâmetro), sobre papel filtro levemente umedecido. Sobre os discos foliares foram colocadas 12 lagartas de primeiro ínstar de *P. xylostella*, recém emergidas e, posteriormente, as placas foram fechadas com filme plástico para manter a umidade e evitar a fuga dos insetos.



**Figura 2.** A) Manutenção das lagartas; B) Manutenção das pupas; C) Manutenção dos adultos; D) Manutenção dos ovos.

As avaliações da viabilidade e duração larval foram iniciadas a partir do terceiro dia, devido ao hábito minador do inseto no primeiro ínstar. As lagartas foram mantidas nas placas até a pupação. Com a pupação, os insetos foram transferidos para placas plásticas com orifício (ELISA<sup>®</sup>) e foram observados até a formação dos adultos, acompanhando-se a duração, viabilidade das pupas, além do peso (com 24 horas) e a razão sexual dos insetos que emergiram.

Para a segunda fase do experimento, adultos emergidos nos tratamentos (já sexados) foram retirados e transferidos para gaiolas de postura (Figura 2C), sendo utilizadas cinco repetições por cultivar, colocando-se, então, 2 casais por gaiola. Nessa fase foi observada a fecundidade das fêmeas (número de ovos / fêmea) durante 5 dias

e a longevidade dos adultos. Na terceira fase, ovos oriundos dos tratamentos foram colocados em placas de Petri para eclosão, sendo observada a viabilidade dos mesmos.

Os dados obtidos foram analisados e os valores submetidos, inicialmente, à análise de variância e confrontados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para verificar a possível influência dos tratamentos no desenvolvimento e aumento da população foi calculado o índice Potencial Reprodutivo Corrigido (PRC), sugerido por VENDRAMIM & PARRA (1986), obtido pela fórmula:  $PRC = (rs \times A)^n$ , onde:

$rs$  = razão sexual =  $n^\circ$  de fêmeas /  $n^\circ$  de adultos

$A$  = número de adultos aptos à reprodução, determinado para cada cultivar em função do número médio de ovos por fêmea (no período determinado), corrigido pelas viabilidades das fases de ovo, larva e pupa;

$n$  = número de gerações do inseto, em 30 dias, obtido pela função:  $30$  (dias do mês) / duração total da fase imatura do inseto (dias de duração de ovo + larva + pupa).

Para verificação dos parâmetros que mais influenciaram a resistência das cultivares para *P. xylostella* foram obtidas as correlações entre os parâmetros em função de todas as cultivares, pelo método de Pearson (Product Moment Correlation), utilizando-se o programa computacional "SIGMASTAT 3.1 version".

Realizou-se também uma análise exploratória de dados (multivariada), aplicando-se a análise de agrupamento (AA) e a análise das componentes principais (ACP), utilizando-se o programa computacional "STATISTICA 6.0 version".

Finalmente, coletaram-se 60g de amostras frescas (folha) de cada cultivar, sendo 30g congelada e 30g liofilizadas, dividindo-se estas últimas amostras em tubos tipo Eppendorf® de 2 ml. As amostras foram levadas ao CNPSO (Centro Nacional de Pesquisa em Soja) da EMBRAPA – Londrina, onde procedeu-se ao processamento e análise para verificação da presença de glucosinolatos, especialmente sinigrina, substância reconhecidamente envolvida no processo de estímulo alimentar para preferência de *P. xylostella*.



Para proceder às análises, aproximadamente 4g de amostra liofilizada, de cada cultivar, foram pesadas, adicionando-se 100ml de EtOH 70% a 50°C. O material foi resfriado, homogeneizado com um mixer, aquecido por 2,5 minutos, resfriado e filtrado. O resíduo foi lavado 2 vezes com 25 ml EtOH 70% e o filtrado foi concentrado em rotavapor até aproximadamente 25 ml.

O protocolo seguiu o utilizado por BETZ & FOX (1994), onde cada amostra concentrada foi passada numa coluna aberta preenchida pela resina adsorbante C18, que foi lavada com 25ml MeOH 100% e condicionada com 25ml de IPC-A 0,01M (tetrabutylammonium sulfate). Na seqüência, adicionou-se 25ml da amostra concentrada à coluna, 20ml de H<sub>2</sub>O para lavar a coluna e 30ml MeOH:H<sub>2</sub>O (55:45) para eluição dos glucosinolatos.

Cada amostra foi analisada em HPLC (Shimadzu), utilizando coluna de fase reversa CLS-ODS-C18, com diâmetro interno de 4,6 x 250mm de comprimento. Na eluição foi utilizado um gradiente linear, onde a fase móvel "A" foi composta de 12% de MeOH/ 88% IPC-A 0.005M e a fase móvel "B" de 34% MeOH/ 66% IPC-A 0,005M. O sistema inicial do gradiente foi constituído de 100% de fase móvel "A", atingindo-se, aos 20 min., o valor de 100% de fase móvel "B", permanecendo assim até os 35 min. Aos 40 min. voltou-se à condição inicial de 100% de fase. O fluxo do solvente foi de 1,0 ml/min. e a absorção UV foi medida a 237nm. Como padrão, utilizou-se uma solução de 1mg de Sinigrina (Sigma) dissolvida em 1ml de MeOH, sendo uma amostra de 20 µl injetada no HPLC e analisada nas mesmas condições das amostras de tecido vegetal.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Pela comparação de médias através do teste de Tukey é possível observar as respostas dos insetos a cada cultivar, dentro de cada característica estudada, o que demonstra a sua influência na biologia da praga. Através dessas análises observaram-se diferenças significativas nas durações e viabilidades larval e pupal e peso de pupa.

Razão sexual, fecundidade e longevidade não sofreram alteração em função das cultivares (Tabela 1 e 2).

**Tabela 1.** Duração (dias) e viabilidade (%) ( $\pm$ IC) dos períodos larval e pupal de *Plutella xylostella*, alimentada com folhas de diferentes cultivares de couve e repolho.

Genótipo	Duração (dias)				Viabilidade (%)			
	n	Larva	n	Pupa	n	Larva	n	Pupa
Chato Quintal	147	8,2 $\pm$ 0,37 a	114	4,2 $\pm$ 0,16 a	240	61,3 $\pm$ 9,86 b	147	70,7 $\pm$ 14,50 b
Midori	199	7,2 $\pm$ 0,28 b	180	4,0 $\pm$ 0,08 ab	240	82,8 $\pm$ 7,25 a	199	91,1 $\pm$ 10,72 a
Roxo Precoce	201	7,2 $\pm$ 0,13 b	179	3,8 $\pm$ 0,12 b	240	83,7 $\pm$ 7,72 a	201	88,6 $\pm$ 5,55 a
HS20	211	6,8 $\pm$ 0,11 b	191	3,4 $\pm$ 0,10 c	240	88,0 $\pm$ 5,09 a	211	90,8 $\pm$ 4,17 a
Geórgia	214	6,8 $\pm$ 0,13 b	203	3,3 $\pm$ 0,09 c	240	89,3 $\pm$ 6,17 a	214	94,6 $\pm$ 4,24 a
Híbrido Roxo	212	6,9 $\pm$ 0,09 b	182	3,4 $\pm$ 0,13 c	240	88,3 $\pm$ 6,09 a	212	86,1 $\pm$ 6,72 ab

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os insetos alimentados com a cv. Chato de Quintal (CQ) apresentaram o maior período larval (8,2 dias), diferindo significativamente dos demais tratamentos (Tabela 1).

A cv. CQ também foi a que ocasionou o período pupal mais longo, juntamente com Midori (Md), seguida pela cv. Roxo Precoce (Rx) (Tabela 1).

Além dos períodos larval e pupal mais elevados observados para a cv. CQ, esta foi também a que ocasionou a menor viabilidade nessas fases. As larvas alimentadas com CQ apresentaram 61,3% de viabilidade e as pupas formadas nesse mesmo tratamento resultaram em 70,7% de adultos, diferindo significativamente das médias das demais cultivares, exceto do Híbrido roxo (Tabela 1).

As pupas formadas nos tratamentos com a cv. Geórgia apresentaram a maior média de peso (Tabela 2). O peso de pupa está diretamente relacionado com as outras características estudadas, uma vez que foram observadas altas correlações entre esse índice e a duração larval, viabilidade larval, viabilidade pupal, razão sexual e fecundidade (Tabela 3). Biologicamente há coerência nos resultados apresentados, pois Geórgia é a cultivar utilizada na criação massal de *P. xylostella*, portanto tem sido nutricionalmente mais adequada.

**Tabela 2.** Peso médio de pupa (g), razão sexual, fecundidade e longevidade de adultos (dias) ( $\pm$ IC) de *Plutella xylostella*, alimentada com folhas de diferentes cultivares de couve e repolho.

Genótipo	Peso		Razão sexual		Fecundidade		Longevidade	
	n	Pupa	n	Adulto	n	Adulto	n	Adulto
Chato Quintal	147	0,0049 d	114	0,3 $\pm$ 0,12 a	10	109,5 $\pm$ 39,71 a	20	7,1 $\pm$ 0,91 a
Midori	199	0,0054 ab	180	0,4 $\pm$ 0,08 a	10	145,8 $\pm$ 13,47 a	20	7,7 $\pm$ 1,22 a
Roxo Precoce	201	0,0051 cd	179	0,5 $\pm$ 0,09 a	10	149,3 $\pm$ 8,93 a	20	7,3 $\pm$ 0,20 a
HS20	211	0,0053 bc	191	0,5 $\pm$ 0,08 a	10	150,5 $\pm$ 22,41 a	20	6,8 $\pm$ 0,57 a
Geórgia	214	0,0055 a	203	0,5 $\pm$ 0,08 a	10	147,8 $\pm$ 14,45 a	20	7,4 $\pm$ 0,25 a
Híbrido Roxo	212	0,0051 cd	182	0,4 $\pm$ 0,07 a	10	132,2 $\pm$ 26,16 a	20	6,6 $\pm$ 1,21 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 3.** Coeficientes de correlação entre características biológicas de *Plutella xylostella* quando alimentada com diferentes cultivares de repolho e couve.

		Duração larval	Viabilidade larval	Duração pupal	Viabilidade pupal	Razão sexual	Fecundidade	<sup>1</sup> PRC
Peso/pupa	r	-0,84	0,97	-	0,96	0,93	0,92	-
	p	0,036	0,001	*	0,002	0,006	0,009	*
Duração larval	r	-	-0,94	0,96	-0,82	-0,86	-	-0,86
	p	-	0,005	0,002	0,04	0,03	*	0,026
Viabilidade larval	r	-	-	-0,83	0,93	0,93	0,85	-
	p	-	-	0,042	0,007	0,007	0,030	*
Duração pupal	r	-	-	-	-	-	-	-0,85
	p	-	-	-	*	*	*	0,032
Viabilidade pupal	r	-	-	-	-	0,91	0,95	-
	p	-	-	-	-	0,011	0,004	*
Razão sexual	r	-	-	-	-	-	0,95	-
	p	-	-	-	-	-	0,004	*

<sup>1</sup>Potencial Reprodutivo Corrigido; \*  $p > 0,05$ .

A análise de correlação de Pearson (Tabela 3) mostra a dependência entre as características biológicas avaliadas, indicando a tendência no desenvolvimento do inseto e a relevância dessas características para avaliação da influência do alimento disponibilizado no desenvolvimento do inseto.

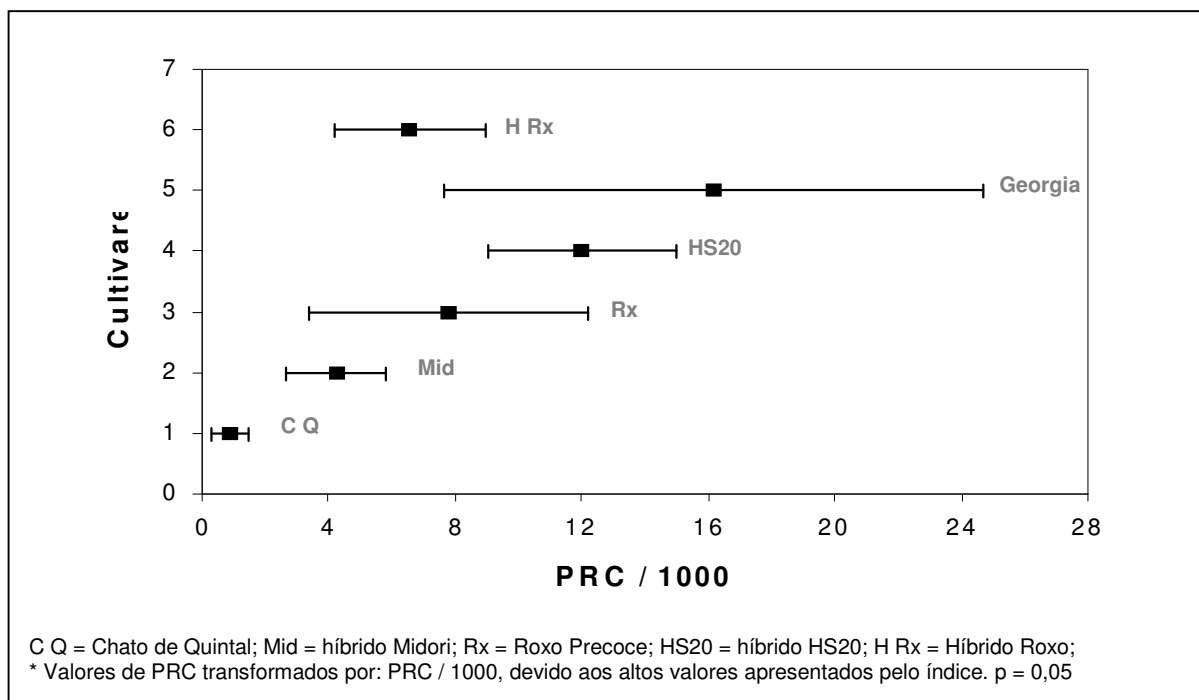
As altas correlações negativas observadas entre o índice PRC e as durações larval e pupal (Tabela 3) demonstram que essas características foram as mais preponderantes para a elevação dos valores do índice para cada cultivar, isto porque, durações menores implicam num maior número de gerações e em menor tempo influenciando diretamente a potência “n”, utilizada para o cálculo do PRC.

Através do índice Potencial Reprodutivo Corrigido (PRC) (Figura 3) pôde-se perceber uma tendência de separação em dois grupos distintos de cultivares, no entanto, essa divisão foi dificultada pela proximidade entre os dados, bem como pelos grandes intervalos de confiança (IC) apresentados para cada cultivar, que tornam a tendência menos relevante.

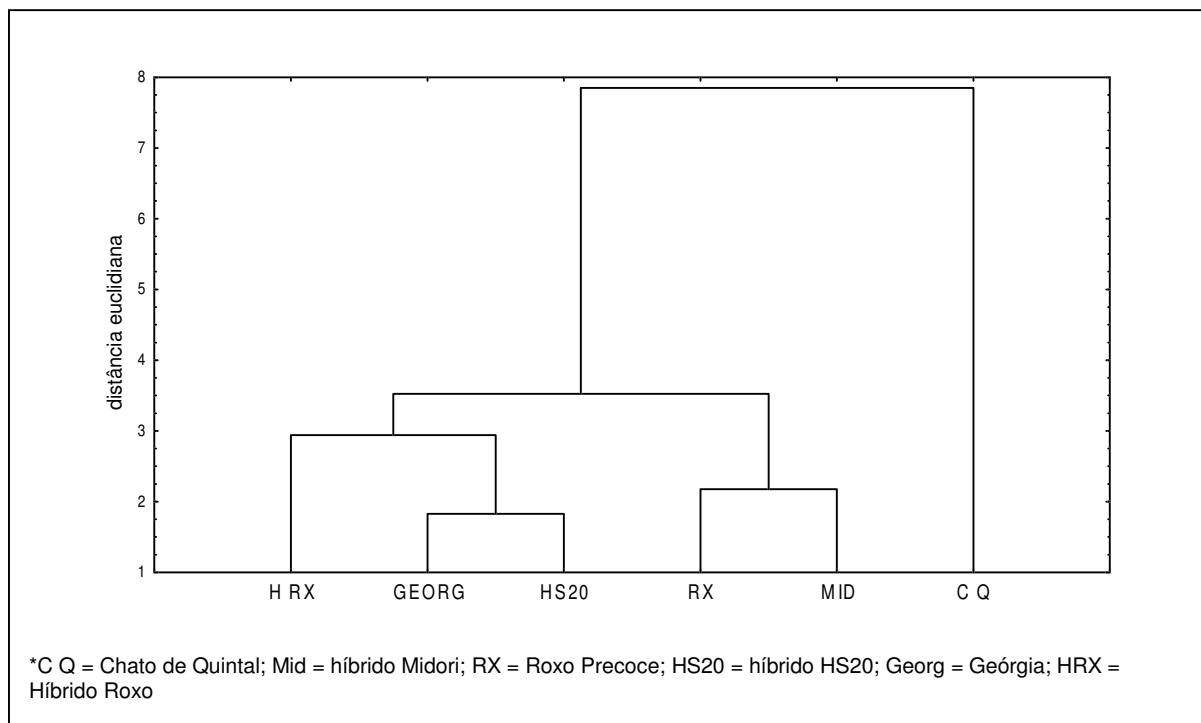
Foram utilizadas as análises de agrupamento (AA) (SNEATH & SOKAL, 1973) e a análise de componentes principais (ACP) (JACKSON, 1991), com o objetivo de classificar as cultivares que apresentam máxima similaridade dentro dos grupos e máxima dissimilaridade entre os grupos, bem como, reduzir o espaço de variáveis.

A análise de agrupamento mostrou que a cv. de repolho verde CQ apresenta maior contraste em relação às demais cultivares, não pertencendo a nenhum grupo. Geórgia e o Híbrido HS20, de couve, foram similares e próximas ao Híbrido roxo de repolho (H Rx). Outro grupo foi formado pela cv. de repolho Roxo precoce (Rx) e repolho verde Midori (Mid) (Figura 4).

Segundo esses resultados, pode ser sugerida a divisão das cultivares estudadas em 3 grupos distintos, classificando-se desta forma: CQ como moderadamente resistente (MR), Rx e Mid como suscetíveis (S) e Geórgia, HS20 e H Rx como altamente suscetíveis (AS).

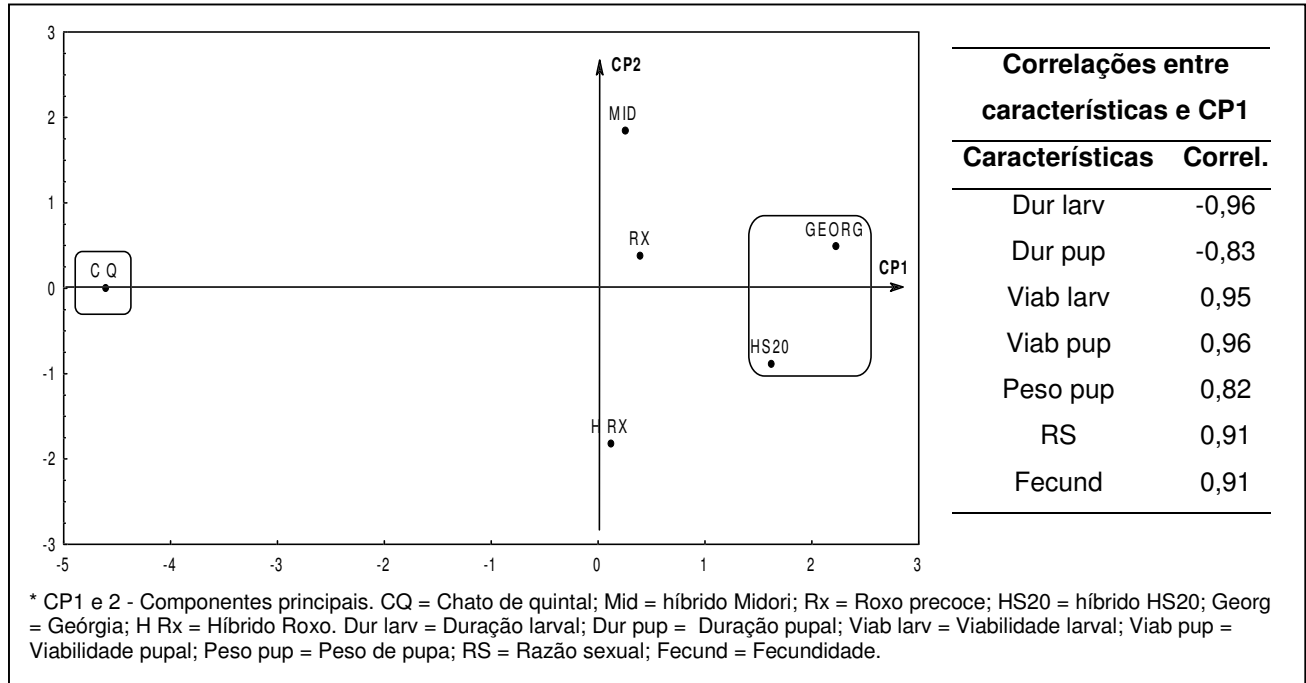


**Figura 3.** Potencial Reprodutivo Corrigido (PRC) de *Plutella xylostella* alimentada com diferentes cultivares de repolho e couve.



**Figura 4.** Dendrograma mostrando a estrutura de grupos resultantes da análise multivariada de agrupamento.

De forma complementar foi utilizada a Análise dos Componentes Principais (ACP) para avaliar os contrastes existentes. Assim, foi possível visualizar melhor o contraste das cv. Geórgia e HS20 (AS) com a cultivar CQ (MR), conforme Figura 5.



**Figura 5.** Distribuição das cultivares segundo a análise de componentes principais.

Na Figura 5 verifica-se o forte contraste entre as cv. CQ (localizada à esquerda), Geórgia e HS20 (localizadas à direita).

A cv. CQ está associada às características duração larval e pupal (correlações negativas) e as cv. Geórgia e HS20 estão associadas à viabilidade larval e pupal, peso pupal, razão sexual e fecundidade (correlações positivas), sendo que o eixo CP1 é responsável por 72,8% da variabilidade contida nas variáveis originais (Figura 5).

Pode-se inferir ainda que a viabilidade larval e pupal, peso de pupa, razão sexual e fecundidade são maiores para os insetos alimentados com as cv. Geórgia e HS20, enquanto as durações larval e pupal apresentam os menores valores, nestas mesmas cultivares. O inverso desta afirmação é observado para a cv. CQ.

Em relação à CP2, apenas a longevidade apresentou alta correlação (-0,98), sendo este componente responsável pela retenção de 19,6% da variabilidade total existente nas variáveis originais (Figura 5).

BARROS & VENDRAMIM (1999) e TORRES (2004) baseados somente no PRC obtiveram respostas diferentes para a cv. CQ, classificando-a em seus trabalhos como suscetível.

A cv. Midori também foi classificada de maneira diferente por BARROS & VENDRAMIM (1999). Em sua classificação, baseada principalmente no PRC, a cv. figura no grupo das MR, no entanto, apesar de nas análises de PRC aproximar-se bastante da cv. CQ, aqui classificada como MR, na análise de grupamento a cv. Midori mostrou maior similaridade com o grupo das S. Além disso na análise de componentes principais não foi possível distingui-la num grupo discrepante.

Em comparação com testes feitos também por BARROS & VENDRAMIM (1999), a cv. Roxo precoce recebeu a mesma classificação (S), como no presente trabalho.

Em relação às diferenças encontradas nos resultados, há de se considerar que a característica de resistência conceitualmente é definida como relativa, portanto mutável em função do grupo teste. Adicionalmente as condições abióticas como ambiente e adubação, que variam entre as regiões onde foram realizados os testes, podem influenciar os resultados.

Quanto à análise das amostras das cultivares, em HPLC, para verificação da existência de glucosinolatos, baseando-se no cromatograma e no espectro obtido para sinigrina (Figura 6), pode-se afirmar que não foram observados traços desta substância em nenhuma das amostras injetadas. Porém, algumas substâncias com espectros semelhantes aos de glucosinolatos foram observados em algumas amostras. Comparando-se os espectros com os obtidos por KIDDLE et al. (2001), observou-se serem estes, semelhantes aos de neo-glucobracissin ( $R_t = 8,18$ ), glucobracissin ( $R_t$  entre 12,79 e 14,69) e 4-metoxi 3-indol metil glucosinolato ( $R_t$  entre 23,93 e 25,75) (Tabela 4). Em geral, os traços com espectro de glucosinolato foram pequenos, porém RH apresentou traço de uma substância com espectro semelhante ao do glucobracissin, comparativamente mais elevado.

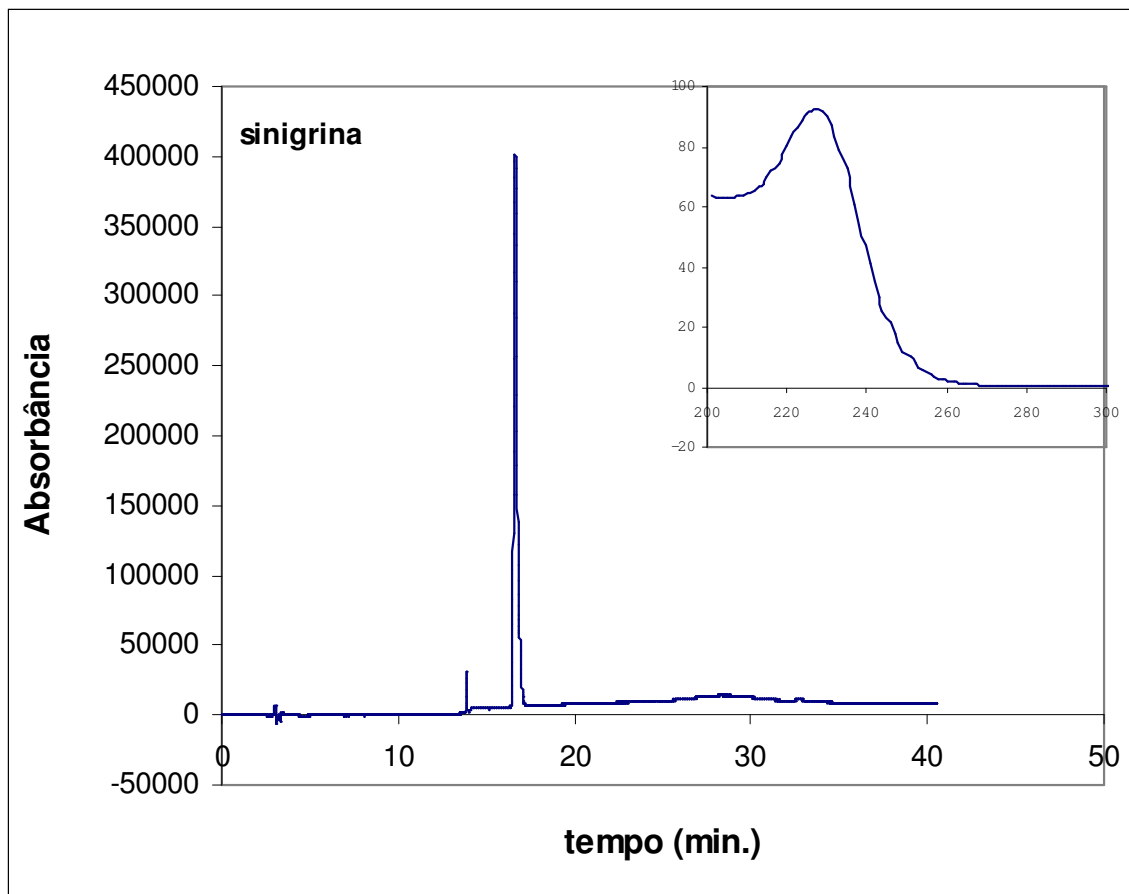
Os resultados obtidos são preliminares e, sugere-se que as amostras das brássicas sejam novamente analisadas utilizando-se outros métodos de eluição e gradientes no HPLC, assim como, o emprego de outras análises (cromatografia de camada delgada, cromatografia gasosa), utilizadas para a identificação exata dos glucosinolatos. Portanto, como exposto, apesar das substâncias terem esses espectros semelhantes, não foram comparadas com padrões autênticos. Assim, sugere-se a realização de experimentos específicos com esta finalidade.

**Tabela 4.** Glucosinolatos apresentados pelas cultivares de couve e repolhos utilizadas nesse experimento.

Genótipos	Tempo de retenção - Rt (minutos relativos)		
	8,18 (neo-glucobrassicin)	12,79 – 14,69 (glucobrassicin)	23,93 – 25,75 4-metoxi 3-indol metil glucosinalato
Chato quintal	-	+	+
Midori	-	+	+
Roxo precoce	+	+	+
HS20	-	+	-
Geórgia	-	+	+
Híbrido roxo	-	+	-

A resposta negativa encontrada para presença de sinigrina nas seis cultivares, é de grande relevância, uma vez que, a partir da comprovação apresentada por THORSTEINSON (1958), num trabalho com alimentação de *P. xylostella*, em dietas com e sem a adição de sinigrina, esta substância passou a ser citada como um exemplo de coevolução entre insetos e plantas, afirmando que esta substância foi metabolizada pelas plantas, primordialmente, como fonte de defesa contra pragas e tornou-se, posteriormente, uma fonte de atratividade e estímulo alimentar para a praga em questão.





**Figura 6.** Cromatograma e espectro da amostra pura de Sinigrina.

Levando em consideração as afirmações anteriores, a ausência de sinigrina nas seis cultivares analisadas leva a crer que, possivelmente, os excessivos melhoramentos realizados em espécies de brássicas no intuito de obter melhores características organolépticas e produtividade, para as espécies, contribuindo para a eliminação de certas substâncias secundárias, como a sinigrina. Porém o papel dos demais glucosinolatos observados nas análises cromatográficas permanece a ser elucidado, em trabalhos posteriores.

## CONCLUSÕES

- A cv. Geórgia e os híbridos HS20 e Roxo são classificados como Altamente Suscetíveis (AS); a cv. Roxo precoce e o híbrido Midori como Suscetíveis (S) e a cv. Chato de quintal como Moderadamente Resistente (MR) à *P. xylostella*.
- O índice PRC é um bom indicativo para classificação de cultivares em função da resistência apresentada, sendo restrita sua utilização quando as diferenças são muito estreitas.
- Para uma classificação da resistência mais confiável é indicada a utilização da análise multivariada (AA e ACP), aliada ao índice PRC.
- Nenhuma das cultivares apresenta a substância secundária sinigrina.

## REFERÊNCIAS

BARROS, R.; ALBERT JUNIOR, I. B.; OLIVEIRA, A. J.; SOUZA, A. C. F.; LOGES, V. Controle químico da traça das crucíferas, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) em repolho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 22, n. 3, p. 463-469, 1993.

BARROS, R. **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.** 1998. 98 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

BARROS, R.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de cultivares de repolho, utilizados para criação de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) no desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 469-476, 1999.

BETZ, J. M.; FOX, W. D. High-performance liquid chromatographic determination of glucosinolates in *Brassica* vegetables. In: HUANG, M.T.; OSAWA, T.; HO, C.T.; ROSEN, R.T. **Food phytochemicals for cancer prevention I: fruits and vegetables**. Washington: Oxford University Press, 1994. p. 181-195.

CASTELO BRANCO, M.; GATEHOUSE, A. G. Insecticide resistance in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the Federal District, Brazil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 75-79, 1997.

CASTELO BRANCO, M.; GUIMARÃES, A. L. Controle da traça das crucíferas em repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 24-25, 1990.

CASTELO BRANCO, M.; MELO, C.A. Resistência a abamectin e cartap em populações de traça-das-crucíferas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 541-543, 2002.

DICKSON, M. H.; SHELTON, A. M.; EIGENBRODE, S. D.; VAMOSY, L. M.; MORA, M. Selection for resistance to diamondback moth (*Plutella xylostella*) in cabbage. **Hortscience**, Alexandria, v. 25, n. 12, p. 1643-1646, 1990.

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

EIGENBRODE, S. D.; STONER, K. A.; SHELTON, A. M.; KAIN, W. C. Characteristics of glossy leaf waxes associated with resistance to diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in *Brassica oleracea*. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 84, n. 5, p. 1609-1618, 1991.

FRANÇA, F. H.; CORDERO, C. M. T.; GIORDANO, L. B.; RESENDE, A. M. Controle da traça-das-crucíferas em repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 3, n. 2, p. 50-51, 1985.

GEORGHIOU, G. P.; LAGUNES-TEJADA, A. **The occurrence of resistance to pesticides in arthropods**. FAO, Rome: 1991. 318 p.

JACKSON, J.E. **A user's to principal components**. New York: John Wiley & Sons, 1991. 569 p.

KIDDLE, G.; BENNETT, R. N.; BOTTING, N. P.; DAVIDSON, N. E.; ROBERTSON, A.A.B.; WALLSGROVE, R.M. High-performance liquid chromatographic separation of natural and synthetic desulphoglucosinolates and their chemical validation by UV, NMR and chemical ionisation-MS methods. **Phytochemical Analysis**, Sussex, v. 12, n. 4, p. 226-242, 2001.

LIN, J.; DICKSON, M. H.; ECKENRODE, C. J. Resistance of *Brassica* lines to the diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the field, and inheritance of resistance. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 77, p. 1293-1296, 1984.

LIN, J.; ECKENRODE, C. J.; DICKSON, M. H. Variation in *Brassica oleracea* resistance to diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 76, p. 1423-1427, 1983.

LOGES, V.; RIBEIRO, P. R. V.; BARROS, R.; SOUZA, A. C. F. Consumo foliar de *Plutella xylostella* em diferentes cultivares e marcas comerciais de repolho, *Brassica oleracea* var. *capitata*, e seu efeito sobre a biologia do inseto, em laboratório. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14., 1993, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: Sociedade Entomológica do Brasil-SEB, 1993. p. 408.

LOGES, V. **Danos causados pela traça das crucíferas *Plutella xylostella* (Lineaus, 1758) em cultivares de repolho *Brassica oleracea* var. *capitata* (L.) e efeito sobre populações da praga e do parasitóide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912), em condições de campo.** 1996. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1996.

MELO, P. E.; CASTELO BRANCO, M.; MADEIRA, N. R. Avaliação de genótipos de repolho para a resistência à traça das crucíferas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 19-24, 1994.

SNEATH, P. H. A.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy**. San Francisco: W. H. Freeman, 1973. 573 p.

SPENCER, J. L. Waxes enhance *Plutella xylostella* oviposition in response to sinigrin and cabbage homogenates. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 81, n. 2, p. 165-173, 1996.

SPENCER, J. L.; PILLAI, S.; BERNAYS, E. A. Synergism in the oviposition behavior of *Plutella xylostella*: sinigrin and wax compounds. **Journal of Insect Behavior**, Nova York, 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**, Dordrecht, v. 1, n. 1, p. 23-27, 1958.

TORRES, A. L. **Efeito de cultivares de repolho e extratos aquosos vegetais na biologia de *Plutella xylostella* (L.) e no parasitóide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov).** 2004. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

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

VENDRAMIM, J. D.; PARRA, J. R. P. Utilização do índice potencial reprodutivo corrigido em estudos de resistência de plantas a insetos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10., 1986, Rio de Janeiro. **Anais...**Rio de Janeiro: Sociedade Entomológica do Brasil-SEB, 1986. p. 46.

## **CAPÍTULO 3 – EFICÁCIA DE INSETICIDAS QUÍMICOS E PRODUTOS VEGETAIS PARA *Plutella xylostella***

### **INTRODUÇÃO**

A ocorrência mundial da traça das crucíferas, *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), tem aumentado a cada dia, caracterizando-a como o principal fator na redução da produção de repolho (DICKSON et al., 1990). No Brasil, esta praga é constatada praticamente durante todo o ano (CASTELO BRANCO & GUIMARÃES, 1990; BARROS et al., 1993; MELO et al., 1994; LOGES, 1996) e, por isso, tornou-se alvo de pesquisas por todo o país, visando à obtenção de medidas de controle tecnicamente mais adequadas, economicamente satisfatórias e ecologicamente corretas.

O método de controle mais utilizado nos campos produtores de crucíferas ainda é o químico, por ser considerado prático, rápido e eficiente na redução populacional dessa praga (TALEKAR & SHELTON, 1993; CASTELO BRANCO & MELO, 2002; DIAS et al., 2004).

Apesar da eficiência do método, a utilização inadequada do controle químico, vem ocasionando o aumento da frequência de resistência de insetos, dentre os quais, GEORGHIOU & LAGUNES-TEJADA (1991) apontam a traça-das-crucíferas como uma das espécies com maior número de casos de resistência.

Os inseticidas químicos pertencentes aos grupos dos piretróides e reguladores de crescimento estão entre os mais utilizados para o controle de uma grande gama de insetos-praga. O piretróide deltametrina apresentou bons resultados no controle de algumas populações de *P. xylostella* (GARCÍA, 1991), porém, foram encontradas populações resistentes (GARRIDO et al., 1997). Enquanto com o regulador de crescimento lufenuron atingiu-se mais de 90% de mortalidade de larvas de *P. xylostella*, não sendo relatada a ocorrência de resistência ao referido produto (LIMA & BARROS; 2000).

Para reduzir os problemas enfrentados com os inseticidas químicos, o uso de produtos naturais extraídos de plantas apresenta-se como uma alternativa viável devido

a sua seletividade, baixa toxicidade ao homem e eficiência contra várias espécies de insetos-praga (SCHMUTTERER, 1987; SAXENA, 1989; NEVES & NOGUEIRA, 1996).

Dentre os produtos vegetais mais utilizados no controle de pragas, destaca-se o extraído da planta de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), que pode causar a morte dos insetos algumas horas após o tratamento, além de outros efeitos, como inibição de crescimento, morte de larvas durante o processo de ecdise, alongamento da fase larval, deformações de pupas e adultos, redução na longevidade, fecundidade dos adultos e fertilidade (MORDURE & BLACKWELL, 1993).

VERKERK & WRIGHT (1993) avaliaram a toxicidade do extrato de nim AZT e NEEM-AZAL, além da AZ (azadiractina pura) para larvas de segundo ínstar de *P. xylostella* e constataram mortalidade entre 50 e 90%. Afirmaram, também, que o AZT inibiu a alimentação e reduziu o ganho de peso das larvas.

No Brasil, tem-se avaliado a ação de extratos vegetais de diversas plantas sobre o desenvolvimento de *P. xylostella* (MEDEIROS et al., 2002a), sendo estes estudos direcionados para a determinação da ação ovicida (TORRES et al., 2002b), repelência (MEDEIROS et al., 2002b) e determinação da Concentração Letal Média (CL50) (TORRES et al., 2002a), além da avaliação da ação sistêmica dos ingredientes ativos dos extratos de plantas como o nim, por exemplo (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2002).

O objetivo deste trabalho foi determinar a eficácia de controle de diferentes inseticidas químicos e produtos vegetais para *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, sob temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas.

Para experimentação, utilizaram-se lagartas de primeiro ínstar de *P. xylostella*, oriundas da criação-estoque do LBCI / FCAV-UNESP (Capítulo 2: Figuras 1 e 2).



Os testes foram realizados para avaliar a toxicidade dos produtos químicos: lufenuron (Match 50CE), nas dosagens de 0,0 (testemunha); 0,3125; 0,625; 1,25; 2,5; 5,0; 10 e 20 ml de p.c./100 L de água, e deltametrina (Decis 25CE), nas dosagens de 0,0; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 32,0; 64,0 e 128,0 ml de p.c./100 L de água, e dos produtos de origem vegetal: óleo de nim (Organic Neem), nas concentrações de 0,0; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3 e 0,35 %, e extrato pirolenhoso (Biopirrol), nas concentrações de 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0 e 10,0%.

Para cada concentração dos produtos, cinco discos de folha de couve *Brassica oleracea* var. Manteiga (nove centímetros de diâmetro) foram pulverizados com os produtos citados, aplicando-se 1 ml da solução em cada lado do disco foliar, em torre de pulverização (POTTER SYSTEM®) (Laboratório de Acarologia do Departamento de Fitossanidade – FCAV/UNESP). Os discos pulverizados foram transferidos para placas de Petri, sendo colocados sobre papel filtro levemente umedecido. Sobre a face superior dos discos foliares foram colocadas 12 lagartas de primeiro ínstar (recém-emergidas) de *P. xylostella* e, posteriormente, as placas foram fechadas com filme plástico para manter a umidade e evitar a fuga das lagartas.

As avaliações da viabilidade e duração larval foram iniciadas a partir do terceiro dia, devido ao hábito minador do inseto no primeiro ínstar, mantendo-se as lagartas nas placas até a pupação. Com a pupação, os insetos foram transferidos para placas plásticas, tipo ELISA®, e observados até a emergência dos adultos, obtendo-se a duração e a viabilidade desses insetos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e confrontados pelo teste de Tukey (5%). Foi avaliada também a mortalidade total para o cálculo das CL<sub>50</sub> referentes a cada produto através da análise de PROBIT (FINNEY, 1971), utilizando-se do programa POLO-PC. Para este último, o número de tratamentos utilizados variou de acordo com as concentrações que causaram a morte de 100% dos insetos, como requerido pelo modelo empregado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os produtos pirolenhoso (Biopiról) e deltametrina (Decis) não afetaram o período larval da traça-das-crucíferas; no entanto, para o lufenuron (Match) foi observada alteração significativa em relação à testemunha, quando utilizada a concentração de 1,25 ml de p.c./100L de água. Para o óleo de nim (Organic Neem) foi observada diferença de um dia entre os tratamentos 0,05% e 2,0% (Tabela 1). Estes resultados demonstram que tanto o lufenuron como o óleo de nim podem influenciar negativamente o período larval de *P. xylostella*. No entanto, não foi possível observar uma tendência uniforme nesses resultados, uma vez que quase todas as concentrações igualaram-se às respectivas testemunhas.

**Tabela 1.** Período larval (dias) ( $\pm$ IC) de *Plutella xylostella*, criada sobre folhas de couve cv. Manteiga tratadas com inseticidas químicos e naturais, nos diferentes tratamentos.

<sup>1</sup> Tratamento	Produtos							
	n	óleo de nim	n	pirolenhoso	n	lufenuron	n	deltametrina
1	50	7,8 $\pm$ 0,39 ab	50	7,9 $\pm$ 0,40 a	50	8,1 $\pm$ 0,16 a	57	7,7 $\pm$ 0,16 a
2	49	7,2 $\pm$ 0,23 b	46	8,2 $\pm$ 0,44 a	50	7,6 $\pm$ 0,27 ab	60	7,9 $\pm$ 0,65 a
3	47	7,6 $\pm$ 0,25 ab	44	7,5 $\pm$ 0,84 a	48	7,9 $\pm$ 0,24 ab	56	7,6 $\pm$ 0,30 a
4	35	7,4 $\pm$ 0,37 b	23	8,3 $\pm$ 0,45 a	40	7,1 $\pm$ 0,47 b	59	7,5 $\pm$ 0,34 a
5	15	8,2 $\pm$ 0,46 a	16	7,6 $\pm$ 0,42 a	36	8,0 $\pm$ 0,46 ab	59	7,5 $\pm$ 0,27 a
6	-	-	15	8,5 $\pm$ 0,54 a	-	-	51	8,0 $\pm$ 0,72 a
7	-	-	-	-	-	-	48	7,9 $\pm$ 0,35 a
8	-	-	-	-	-	-	50	7,6 $\pm$ 0,27 a
9	-	-	-	-	-	-	50	8,2 $\pm$ 0,47 a
10	-	-	-	-	-	-	47	7,9 $\pm$ 0,25 a
11	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>Os tratamentos (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ou 11) correspondem respectivamente a 0,; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3 e 0,35 % para óleo de nim; 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9 e 10 % para pirolenhoso; 0; 0,3125; 0,625; 1,25; 2,5; 5,0; 10 e 20 ml p. c./100L para lufenuron e, 0; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 32,0; 64,0; e 128,0 ml p. c./100L para deltametrina. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, Tukey (p=0,05)

Para óleo de nim, pirolenhoso (exceto a concentração de 9%) e lufenuron, as mortalidades larvais foram diretamente proporcionais às concentrações empregadas, ou seja, aumentaram com a utilização de concentrações maiores. Já para deltametrina, não foi observada essa tendência, uma vez que as mortalidades não ultrapassaram

22% para nenhuma das concentrações, não ocorrendo aumento significativo nesta característica em relação à testemunha (Tabela 2).

Os dados obtidos para óleo de nim são coincidentes com os citados por TORRES et al. (2001), que observaram reduções de até 100% na viabilidade de *P. xylostella*, tanto com a aplicação de extrato aquoso, quanto com a aplicação de uma formulação comercial de nim. Tais resultados obtidos para o nim (extrato ou formulação comercial) são idênticos também para outras pragas, com mortalidades de até 100% em lagartas de *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) (MANCIBO et al., 2002) e próximas a 100% para ninfas de segundo ínstar de *Jacobiasca lybica* (Homoptera: Cicadellidae) (EL SHAFIE & BASEDOW, 2003).

**Tabela 2.** Mortalidade larval ( $\pm$ IC) (%) de *Plutella xylostella*, criada sobre folhas de couve cv. Manteiga tratadas com inseticidas químicos e naturais, em diferentes tratamentos.

<sup>1</sup> Tratamento	n	Produtos			
		óleo de nim	pirolenhoso	lufenuron	deltametrina
1	60	16,4 $\pm$ 14,99 c	16,7 $\pm$ 15,49 c	16,4 $\pm$ 14,99 b	5,0 $\pm$ 4,00 a
2	60	18,3 $\pm$ 12,00 bc	23,3 $\pm$ 15,84 c	16,7 $\pm$ 11,55 b	0,0 $\pm$ 0,00 a
3	60	21,7 $\pm$ 11,08 bc	26,7 $\pm$ 9,52 c	20,0 $\pm$ 13,27 b	6,7 $\pm$ 6,11 a
4	60	41,7 $\pm$ 10,33 b	61,7 $\pm$ 22,28 b	33,3 $\pm$ 10,33 b	1,7 $\pm$ 3,27 a
5	60	75,0 $\pm$ 11,55 a	73,3 $\pm$ 20,94 ab	40,0 $\pm$ 17,44 b	1,7 $\pm$ 3,27 a
6	60	95,0 $\pm$ 6,53 a	91,7 $\pm$ 7,30 ab	90,0 $\pm$ 9,52 a	15,0 $\pm$ 18,19 a
7	60	96,7 $\pm$ 6,53 a	91,7 $\pm$ 12,65 ab	96,7 $\pm$ 4,00 a	20,0 $\pm$ 14,24 a
8	60	96,7 $\pm$ 6,53 a	95,0 $\pm$ 9,80 a	100,0 $\pm$ 0,00 a	16,7 $\pm$ 5,16 a
9	60	-	98,3 $\pm$ 3,27 a	-	16,7 $\pm$ 11,55 a
10	60	-	90,0 $\pm$ 8,00 ab	-	21,7 $\pm$ 8,33 a
11	60	-	100,0 $\pm$ 0,00 a	-	-

<sup>1</sup>Os tratamentos (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ou 11) correspondem respectivamente a 0,; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3 e 0,35 % para óleo de nim; 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9 e 10 % para pirolenhoso; 0; 0,3125; 0,625; 1,25; 2,5; 5,0; 10 e 20 ml p. c./100L para lufenuron e, 0; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 32,0; 64,0; e 128,0 ml p. c./100L para deltametrina.

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, Tukey (p=0,05)

Com o extrato pirolenhoso também foram observadas altas mortalidades (até 100%), sendo as dosagens de 5% e acima dela, as mais eficientes (Tabela 2). Para este produto, no entanto, poucos dados são encontrados na literatura.

Para o regulador de crescimento lufenuron, que também promoveu até 100% de mortalidade larval, as concentrações mais eficientes foram: 5,0; 10,0 e 20,0 ml/100L de água (Tabela 2). Esses resultados foram similares aos encontrados por LIMA & BARROS (2000), também para o controle de *P. xylostella*.

Para deltametrina não foi observada alta mortalidade larval, além de não ter sido possível delinear uma tendência exponencial na expressão dos resultados, devido à oscilação dos dados obtidos nas diferentes concentrações (Tabela 2). Essas observações estão de acordo com CASTELO BRANCO et al. (2003), que obtiveram variações de 2,2 a 41,1% na mortalidade larval de populações da traça-das-crucíferas, oriundas de diferentes regiões do Brasil, sendo este controle considerado baixo para um inseticida químico.

O período pupal da praga não foi alterado por nenhum dos produtos em quaisquer das concentrações empregadas (Tabela 3).

**Tabela 3.** Período pupal (dias) ( $\pm$ IC) de *Plutella xylostella*, criada sobre folhas de couve cv. Manteiga tratadas com inseticidas químicos e naturais, em diferentes tratamentos.

<sup>1</sup> Tratamento	Produtos							
	n	óleo de nim	n	pirolenhoso	n	lufenuron	n	deltametrina
1	43	3,6 $\pm$ 0,21 a	42	3,6 $\pm$ 0,21 a	43	3,6 $\pm$ 0,43 a	53	3,6 $\pm$ 0,22 a
2	47	3,9 $\pm$ 0,15 a	42	3,3 $\pm$ 0,07 a	40	3,8 $\pm$ 0,24 a	56	3,6 $\pm$ 0,18 a
3	39	3,8 $\pm$ 0,05 a	36	3,5 $\pm$ 0,44 a	37	3,5 $\pm$ 0,22 a	54	3,6 $\pm$ 0,11 a
4	32	3,8 $\pm$ 0,13 a	20	3,6 $\pm$ 0,11 a	28	3,8 $\pm$ 0,12 a	57	3,7 $\pm$ 0,08 a
5	11	3,8 $\pm$ 0,24 a	10	4,0 $\pm$ 0,29 a	27	4,0 $\pm$ 0,18 a	54	3,5 $\pm$ 0,25 a
6	-	-	15	3,7 $\pm$ 0,44 a	-	-	47	3,4 $\pm$ 0,21 a
7	-	-	-	-	-	-	34	3,6 $\pm$ 0,15 a
8	-	-	-	-	-	-	50	3,7 $\pm$ 0,16 a
9	-	-	-	-	-	-	49	3,6 $\pm$ 0,25 a
10	-	-	-	-	-	-	42	3,7 $\pm$ 0,09 a
11	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>Os tratamentos (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ou 11) correspondem respectivamente a 0,; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3 e 0,35 % para óleo de nim; 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9 e 10 % para pirolenhoso; 0; 0,3125; 0,625; 1,25; 2,5; 5,0; 10 e 20 ml p. c./100L para lufenuron e, 0; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 32,0; 64,0; e 128,0 ml p. c./100L para deltametrina. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, Tukey (p=0,05)

Apesar de não ser possível notar diferenças significativas de mortalidade pupal entre concentrações, é importante relatar que, mesmo a menor mortalidade observada

nesta fase, somada à mortalidade da fase de larva, resultará numa redução da emergência de adultos, reduzindo assim o potencial de aumento da população do inseto.

**Tabela 4.** Mortalidade pupal (%) ( $\pm$ IC) de *Plutella xylostella*, criada sobre folhas de couve cv. Manteiga tratadas com inseticidas químicos e naturais, em diferentes tratamentos.

<sup>1</sup> Tratamento	Produtos							
	n	óleo de nim	n	pirolenhoso	n	lufenuron	n	deltametrina
1	50	18,1 $\pm$ 12,90 a	50	18,1 $\pm$ 12,82 a	50	17,3 $\pm$ 13,56 a	57	7,0 $\pm$ 6,20 b
2	49	4,4 $\pm$ 5,33 a	46	8,3 $\pm$ 10,76 a	50	21,6 $\pm$ 16,87 a	60	6,7 $\pm$ 6,11 b
3	47	16,7 $\pm$ 11,85 a	44	16,4 $\pm$ 14,81 a	48	21,3 $\pm$ 17,24 a	56	3,3 $\pm$ 6,53 b
4	35	9,0 $\pm$ 7,69 a	23	25,7 $\pm$ 37,98 a	40	31,9 $\pm$ 13,69 a	59	3,3 $\pm$ 4,00 b
5	15	20,7 $\pm$ 18,98 a	16	48,6 $\pm$ 42,84 a	36	22,3 $\pm$ 12,82 a	59	8,5 $\pm$ 5,17 ab
6	-	-	15	0,0 $\pm$ 0,00 a	-	-	51	10,5 $\pm$ 11,95 ab
7	-	-	-	-	-	-	48	31,2 $\pm$ 21,68 a
8	-	-	-	-	-	-	50	0,0 $\pm$ 0,00 b
9	-	-	-	-	-	-	50	2,0 $\pm$ 3,92 b
10	-	-	-	-	-	-	47	11,0 $\pm$ 11,98 ab
11	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>Os tratamentos (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ou 11) correspondem respectivamente a 0,; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3 e 0,35 % para óleo de nim; 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9 e 10 % para pirolenhoso; 0; 0,3125; 0,625; 1,25; 2,5; 5,0; 10 e 20 ml p. c./100L para lufenuron e, 0; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 32,0; 64,0; e 128,0 ml p. c./100L para deltametrina.

O bom ajuste das curvas de CL<sub>50</sub>, obtido através do programa POLO-PC para óleo de nim, pirolenhoso e lufenuron (Match CE), pode ser observado pelos valores não significativos de  $\chi^2$  ( $p < 0,05$ ) indicados na Tabela 6.

**Tabela 6.** Análise de Probit apresentando as Concentrações Letais Médias (CL<sub>50</sub>), calculadas em função da mortalidade total (mortalidade larval + pupal) de *Plutella xylostella* e parâmetros para obtenção das curvas de regressão (A, B e MN), com análise de  $\chi^2$ .

Produtos	Equação			$\chi^2$	GL	<sup>2</sup> CL <sub>50</sub>
	A	B	<sup>1</sup> MN			
Óleo de nim	5,2330	6,6815	0,2560	8,0197 <sup>ns</sup>	5	0,16474
Pirolenhoso	-2,9564	6,1735	0,3017	1,2789 <sup>ns</sup>	5	3,01224
Deltametrina	-1,8200	0,5482	0,8070	32,662*	7	-
Lufenuron	-1,1754	2,9250	0,3292	7,0220 <sup>ns</sup>	5	2,52263

<sup>1</sup>MN – Mortalidade Natural

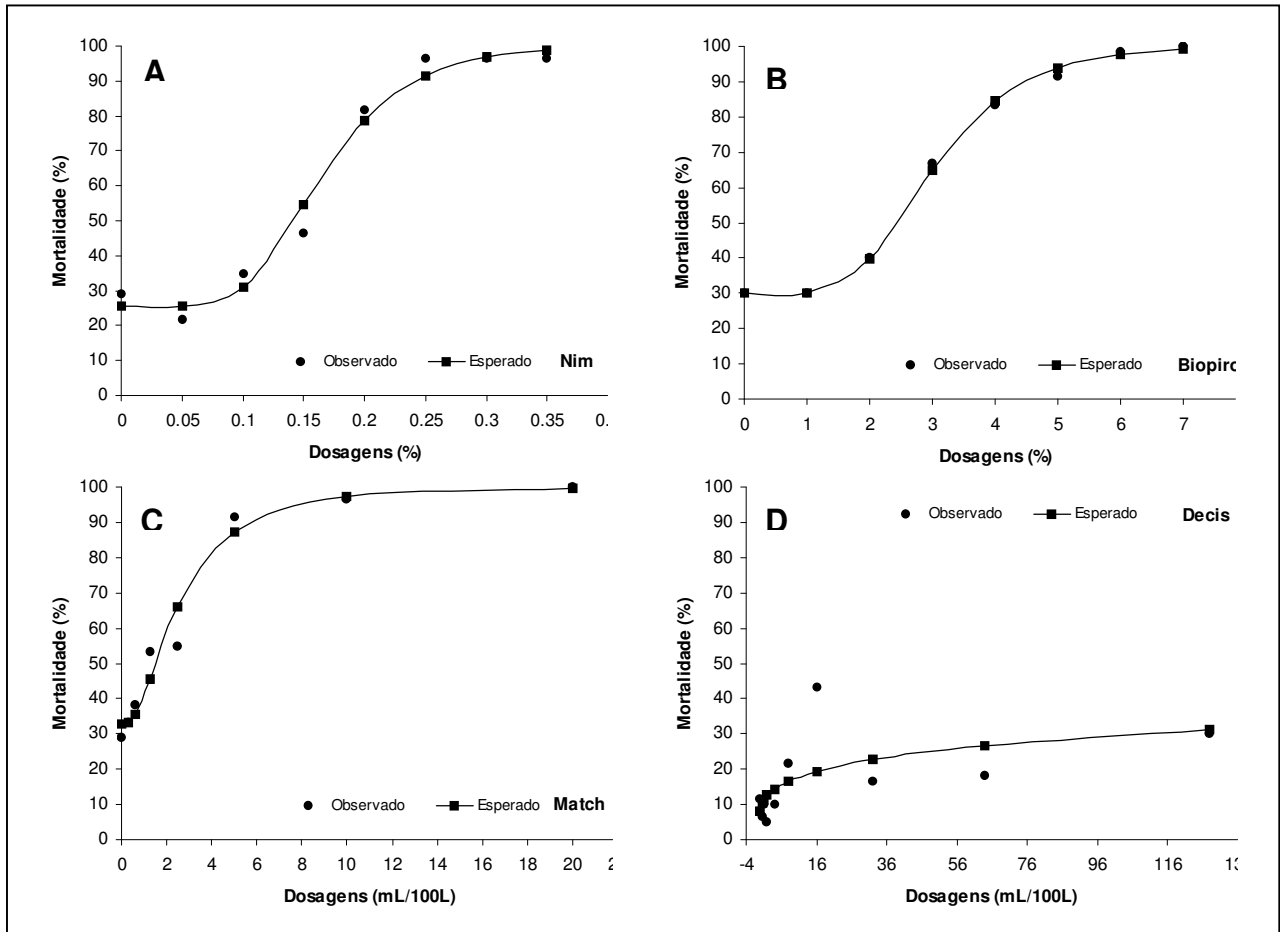
<sup>2</sup>CL<sub>50</sub> - ml (para lufenuron e deltametrina); % (para óleo de nim e pirolenhoso)

Quanto à CL<sub>50</sub> de 0,16474%, obtida para óleo de nim, observou-se diferença em relação à citada por TORRES et al. (2001) (CL<sub>50</sub>=0,0580), bem inferior à encontrada no presente trabalho. Essa diferença pode ser atribuída ao fato de aqueles autores utilizarem extratos aquosos de nim e não a formulação comercial, como neste experimento. A menor CL<sub>50</sub> de nim na forma de extrato aquoso pode estar relacionada à sua composição total, contendo, portanto, outros compostos secundários que não somente o óleo de nim, como os triterpenóides nimbin e salanin, que são variáveis em concentração, como referido por SIDHU et al. (2004), e que podem aumentar o efeito inseticida do nim.

Por outro lado, o valor significativo de  $\chi^2$  ( $p < 0,05$ ) para deltametrina indica que os dados não se ajustaram bem ao modelo empregado. Em função desta inadequação dos dados ao modelo de PROBIT, a CL<sub>50</sub> obtida não deve ser considerada e, portanto, não foi apresentada (Tabela 6), também, por se tratar de um valor extrapolado pelo programa utilizado, estando localizado fora do intervalo das dosagens testadas e fora da curva logística apresentada para o referido produto (Figura 1D).

GARRIDO et al. (1997) observaram para deltametrina CL<sub>50</sub> de 10,42; 5,53; 2,09 e 0,72ml/L para quatro populações diferentes de *P. xylostella*, coletadas em regiões produtoras de repolho no Chile e, através de comparações com populações de referência (não resistentes), classificaram as duas primeiras como resistentes à deltametrina.

A curva para deltametrina (Figura 1D) demonstra a disparidade entre os dados observados e os esperados, calculados pelo modelo, que faz com que a curva não obedeça ao padrão log esperado. Esse resultado reafirma a impossibilidade de se usar a CL<sub>50</sub> encontrada para deltametrina, mas, em função dessa alta concentração indicada, pode-se sugerir que a população de *P. xylostella* utilizada apresenta certo grau de resistência ao produto. No entanto, é necessário a realização de um estudo específico de novos experimentos, comparando-se as CL<sub>50</sub> para essa população, com valores obtidos numa população de referência (não resistente).



**Figura 1.** Concentrações Letais Médias ( $CL_{50}$ ) dos inseticidas vegetais (A) Nim (óleo de nim) e (B) Biopiról (Estrato Pirolenhoso), e dos inseticidas químicos (C) Match (lufenuron) e (D) Decis (deltametrina), calculadas em função da mortalidade total (mortalidade larval + pupal) de *Plutella xylostella*.

As curvas traçadas para óleo de nim, pirolenhoso e lufenuron indicam a perfeita adequação dos dados ao modelo empregado (Figura 1A, B e C), com tendência logística no aumento da mortalidade em função da concentração utilizada.

A hipótese de possível resistência da população de *P. xylostella* ao inseticida deltametrina pode ter relevância, uma vez que esse fato vem sendo freqüentemente relatado (MAGARO & EDELSON, 1990; GEORGHIOU & LAGUNES-TEJADA, 1991; LEIBEE & SAVAGE, 1992; GARRIDO et al., 1997; CARAZO et al., 1999). Além dessas constatações, CASTELO BRANCO et al. (2003) avaliaram a mortalidade larval de

diferentes populações de *P. xylostella* oriundas de várias regiões brasileiras, e a maior porcentagem de mortalidade obtida foi 41,1%, bem inferior aos demais produtos utilizados no presente trabalho.

## CONCLUSÕES

- Os produtos vegetais Nim e Biopiról e, o inseticida químico lufenuron são eficientes para o controle de *Plutella xylostella*.
- A população de traça-das-crucíferas utilizada no estudo apresenta indícios de resistência ao inseticida a base de deltametrina.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, R.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; TORRES, A. L. Ação sistêmica de amêndoas de nim (*Azadirachta indica*) no controle da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em repolho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19., 2002, Manaus: **Anais...**Manaus: INPA, 2002. p. 157.

BARROS, R.; ALBERT-JÚNIOR, I. B.; OLIVEIRA, A. J.; SOUZA, A. C. F.; LOGES, V. Controle químico da traça das crucíferas, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) em repolho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 22, n. 3, p. 463-469, 1993.

CARAZO, E. R.; CARTIN, V. M. L.; MONGE, A. V.; LOBO, J. A. S.; ARAYA, L. R. Resistencia de *Plutella xylostella* a deltametrina, metamidofós y cartap en Costa Rica. **Manejo Integrado de Plagas**, Costa Rica, v. 53, p. 52-57, 1999.



CASTELO BRANCO, M.; GUIMARÃES, A. L. Controle da traça das crucíferas em repolho: como os agricultores os utilizam no Distrito Federal? **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 24-25, 1990.

CASTELO BRANCO, M.; MELO, C. A. Resistência a abamectin e cartap em populações de traça-das-crucíferas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 541-543, 2002.

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

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

DICKSON, M. H.; SHELTON, A. M.; EIGENBRODE, S. D.; VAMOSY, M. L.; MORA, M. Selection for resistance to diamondback moth (*Plutella xylostella*) in cabbage. **Hortscience**, Alexandria, v. 25, n. 12, p. 1643-1646, 1990.

EL SHAFIE, H. A. F.; BASEDOW, T. The efficacy of different neem preparations for the control of insects damaging potatoes and plants in the Sudan. **Crop Protection**, Guildford, v. 22, n. 8, p. 1015-1021, 2003.

FINNEY, D. J. **Probit analysis**. 3 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1971. 205 p.

GARCÍA, J. L. R. Efecto de diazinon, deltametrina y *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* en el control de larvas de lepidoptera en siembras de repollo. **Boletín Entomológico Venezolano**, Maracay, v. 6, n. 1, p. 19-25, 1991.

GARRIDO, C.; ARAYA, J.E.; GUERRERO, M.A.; LAMBOROT, L.; CURKOVIC, T. Estudios de susceptibilidad/resistencia de poblaciones de *Plutella xylostella* a deltametrina, matamidosfos y endosulfan. **Investigacion Agricola**, Santiago de Chile, v. 17, n. 1, p. 69-77, 1997.

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

LEIBEE, G.; SAVAGE, K. Evaluation of selected insecticides for control of diamondback moth and cabbage looper in cabbage in Central Florida, with observations on insecticide resistance in the diamondback moth. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 75, n. 4, p. 585-591, 1992.

LIMA, M. P. L.; BARROS, R. Toxicidade de lufenuron para lagartas de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). **Revista Omega**, Recife, v. 9, p. 52-54, 2000.

LOGES, V. **Danos causados pela traça das crucíferas *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) em cultivares de repolho *Brassica oleracea* var. *capitata* (L.) e efeito sobre populações da praga e do parasitóide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912), em condições de campo**. 1996. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1996.

MAGARO, J.; EDELSON, J. V. Diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in South Texas – USA: a technique for resistance monitoring in the field. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, n. 4, p. 1201-1206, 1990.

MANCEBO, F.; HILJE, L.; MORA, G.A.; SALAZAR, R. Biological activity of two neem (*Azadirachta indica* A. Juss., Meliaceae) products on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. **Crop Protection**, v. 21, n. p. 107-112, 2002..

MEDEIROS, C. A. M.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; TORRES, A. L. Efeito de extratos aquosos de plantas na repelência para oviposição de *Plutella xylostella* (L., 1758) em couve. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19., 2002, Manaus. **Anais...**Manaus: INPA, 2002b. p. 164.

MEDEIROS, C. A. M.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; TORRES, A. L. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L., 1758) em couve. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19., 2002, Manaus. **Anais...**Manaus: INPA, 2002a. p. 165.

MELO, P. E.; CASTELO BRANCO, M.; MADEIRA, N. R. Avaliação de genótipos de repolho para a resistência à traça das crucíferas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 19-24, 1994.

MORDUE, A. J.; BLACKWELL, A. Azadirachtin: an update. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 39, n. 11, p. 903-924, 1993.

NEVES, B. P.; NOGUEIRA, J. C. M. **Cultivo e utilização do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss.)**. Goiânia, Embrapa - CNPAF – APA, 1996. 32p. (Circular Técnica, 28).

SAXENA, R. C. Insecticides from Neem. In: ARNASON, J. T., PHILOGENE, B. J. R.; MORAND, P. (Ed.). **Inseticides of plant origin**. Washington: American Chemical Society, 1989. p. 110-129.

SCHMUTTERER, H. Insect growth-disrupting and fecundity-reducing ingredients from the neem and chinaberry trees. In: MORGAN, E. D.; MANDAVA, N. B. **CRC Handbook of Natural Pesticides**: Volume III, Insect Growth Regulators – Part B. Washington: CRC, 1987. p. 119-167.

SIDHU, O. P.; KUMAR, V.; BEHL, H. M. Variability in triterpenoids (nimbin and salanin) composition of neem among different provenances of India. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 19, n. 1, p. 69-75, 2004.

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

TORRES, A. L.; BARROS, R.; OLIVEIRA, J. V. de; TORRES, J. B. Efeito de extratos aquosos de plantas na fase embrionária de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19., 2002, Manaus. **Anais...Manaus: INPA, 2002b. p. 140.**

TORRES, A. L.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; BARROS, R. Determinação da CL<sub>50</sub> de extratos aquosos de plantas e efeito na biologia de *Plutella xylostella* (L., 1758) em couve. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19., 2002, Manaus. **Anais...Manaus: INPA, 2002. p. 135.**

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

VERKERK, R. H. J.; WRIGHT, D. J. Biological activity of neem seed kernel extracts and synthetic azadirachtin against larvae of *Plutella xylostella* L. **Pesticide Science**, London, v. 37, n. 1, p. 83-91, 1993.

## **CAPÍTULO 4 – EFEITO DE INSETICIDAS QUÍMICOS E PRODUTOS VEGETAIS SOBRE OS PARASITÓIDES *Trichogramma pretiosum* E *Trichogramma exiguum***

### **INTRODUÇÃO**

A família *Trichogrammatidae* reúne as principais espécies de parasitóides de ovos utilizadas em programas de controle biológico no mundo. Segundo HASSAN (1997) e LENTEREN (2000), todos os anos são realizadas liberações de espécies de *Trichogramma* em cerca de 16 milhões de hectares de culturas anuais e perenes. SMITH (1996) relatou a utilização em 32 milhões de hectares. Os Tricogramatídeos são intensamente estudados em diversas regiões do mundo, sendo que HASSAN et al. (1988) enumeraram 28 espécies desses parasitóides, relacionadas a 28 culturas.

Nos últimos 20 anos, no Brasil a área do controle biológico se desenvolveu muito, motivado principalmente pelo grande número de informações geradas por trabalhos com diferentes espécies de *Trichogramma*. Devido às informações geradas, atualmente são produzidas por ano, entre cinco e dez bilhões de vespas que são liberadas em cerca de 60.000 ha de milho e entre 1.000 e 1.200 ha de tomate e crucíferas (repolho), com perspectiva de aumento nos valores relativos à área onde são empregados os parasitóides (PARRA & ZUCCHI, 2004).

Considerando-se que o controle químico ainda tem sido a prática mais empregada para o controle de diversas pragas, nas mais diversas culturas, e que a utilização desses produtos em muitas ocasiões ainda se faz realmente necessária, alguns métodos têm sido empregados para selecionar produtos menos tóxicos, principalmente no que se refere a inimigos naturais (existentes no local ou introduzidos por liberações).

As determinações de seletividade de inseticidas aos diversos agentes de controle biológico têm sido freqüentemente empregadas, seguindo-se os padrões da IOBC/WPRS (1988, 1992). O principal intuito é selecionar produtos fitossanitários que possam ser utilizados em associação com o controle biológico, permitindo a otimização do controle de lepidópteros-praga (CAMPBELL et al., 1991; WETZEL & DICKLER,

1994), e a redução no número de aplicações de inseticidas (ROCHA & CARVALHO, 2004).

Na literatura mundial são encontrados vários trabalhos de seletividade de inseticidas químicos a *Trichogramma*. No Brasil, principalmente na cultura do tomateiro com a espécie *T. pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (MOURA et al., 2004 e 2005; CARVALHO et al., 2001; 2002 e 2003) e em outros países, em diferentes culturas: com *T. nr. brassicae* parasitando *Helicoverpa* spp. na Austrália (HEWA-KAPUGE et al., 2003) e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitando *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), na Carolina do Norte - EUA (SUH et al., 2000).

Apesar da diversidade de trabalhos encontrados sobre a seletividade de inseticidas químicos a diversas espécies de *Trichogramma*, pouco se sabe sobre a seletividade dos inseticidas naturais como o nim (formulado ou na forma de extrato), quem vem sendo extensivamente utilizados no controle de pragas, principalmente em campos olerícolas, no Brasil. Testes com formulados de nim e *T. minutum* indicaram total compatibilidade entre os mesmos (LYONS et al., 2003). Entretanto, no Brasil, avaliações do efeito de extratos de meliáceas sobre *T. pretiosum* mostraram que o parasitóide é sensível ao extrato aquoso de nim (10%), mas o mesmo não acontece com os extratos aquoso e clorofórmico da espécie vegetal *Trichilia pallida* (GONÇALVES-GERVÁSIO & VENDRAMIM, 2004).

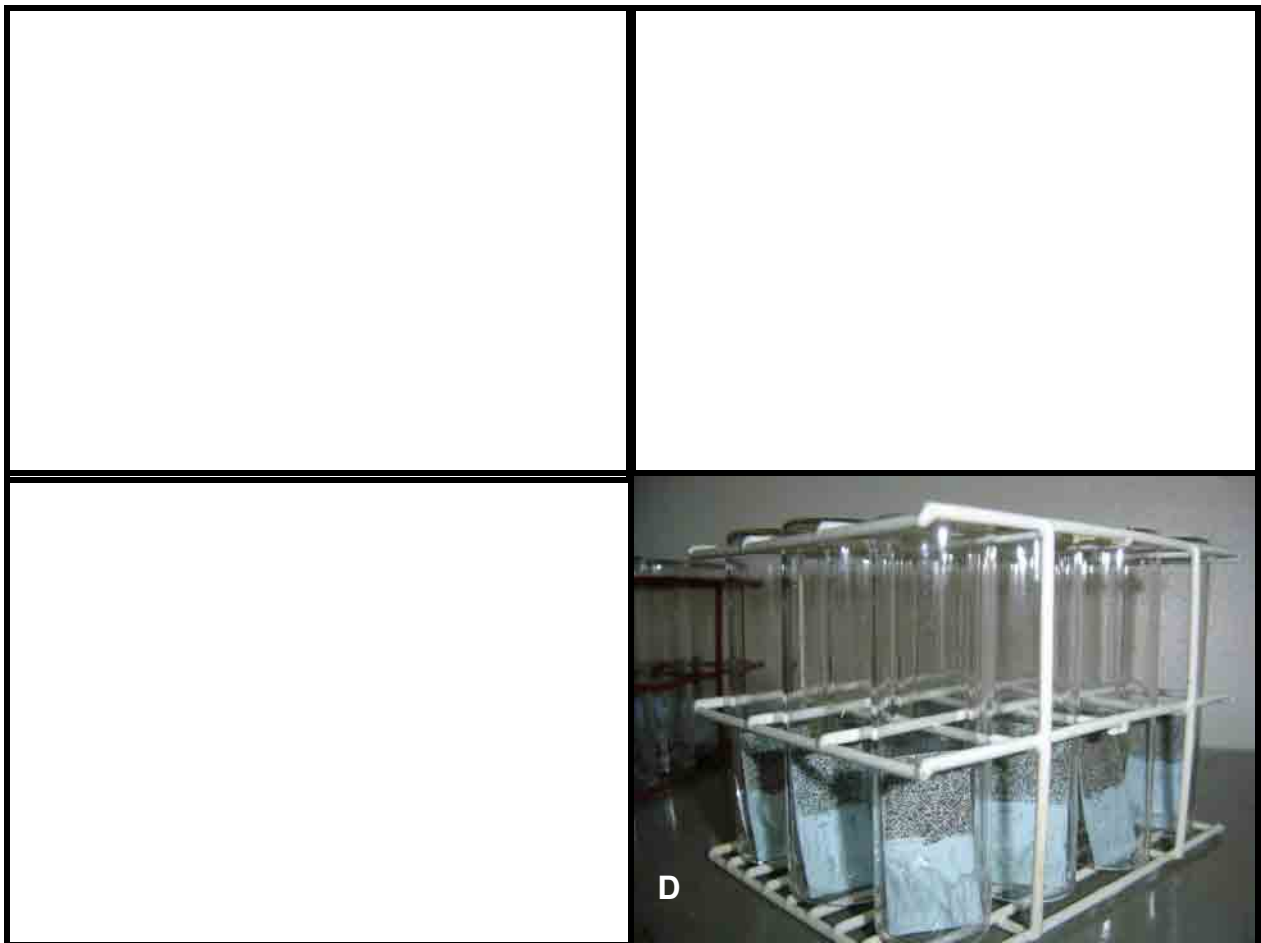
Devido ao pequeno número de informações nesse aspecto e a necessidade de se conhecer um pouco mais sobre os diversos efeitos advindos da utilização de produtos, juntamente com a utilização do parasitóide de ovos *Trichogramma*, foram avaliados os efeitos de dois inseticidas químicos em comparação com dois produtos naturais, sobre algumas características biológicas de *T. pretiosum* e *T. exiguum*.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI), da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual

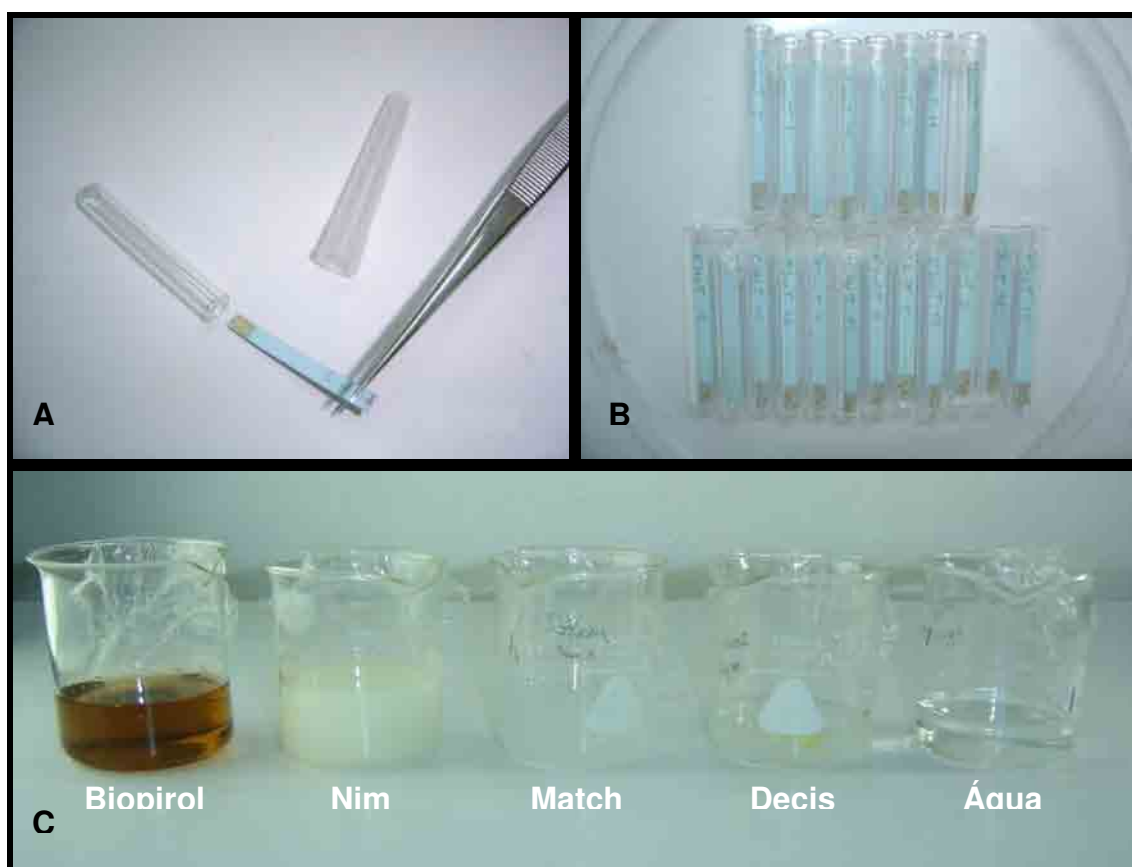
Paulista (FCAV-UNESP), Jaboticabal-SP, sob temperatura de  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 14 horas. As espécies do parasitóide de ovos *T. pretiosum*, linhagem Tp-8, e *T. exiguum*, linhagem Te-1, utilizadas na experimentação, são parte da coleção de *Trichogramma* do Laboratório de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (LE-CCA/UFES).

A manutenção da criação desses parasitóides no LBCI seguiu os padrões do LE-CCA/UFES, como mostra a Figura 1, sendo os ovos de *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) (hospedeiro alternativo) adquiridos junto à BUG Agentes de Controle Biológico, Piracicaba-SP, semanalmente.



**Figura 1.** A) Confecção das cartelas de manutenção com ovos de *Anagasta kuehniella*; B) Cartelas prontas; C) Individualização de cartelas recém-parasitadas; D) Cartelas parasitadas com adultos recém-emergidos.

Foram utilizados, como tratamentos, os inseticidas químicos Match 50CE (lufenuron), na dosagem de 5 ml/100L de água e Decis 25CE (deltametrina), na dosagem de 32 ml/100L de água, e os produtos vegetais Organic Neem (óleo de nim), na concentração de 0,35%, e Biopirol (extrato pirolenhoso), na concentração de 8%, além de água destilada como testemunha. Essas concentrações foram definidas em testes anteriores, utilizando-se aquelas que causam 100% de mortalidade para *P. xylostella*.



**Figura 2.** A) Cartela com ovos de *Anagasta kuehniella* colados, sendo inserida no tubo de Duran; B) Cartelas e fêmeas isoladas nos tubos, de um dos tratamentos; C) Soluções dos produtos.

O efeito dos referidos produtos sobre *T. pretiosum* e *T. exiguum* foi obtido através da determinação da seletividade, avaliando-se a ação direta e indireta dos produtos sobre os insetos.

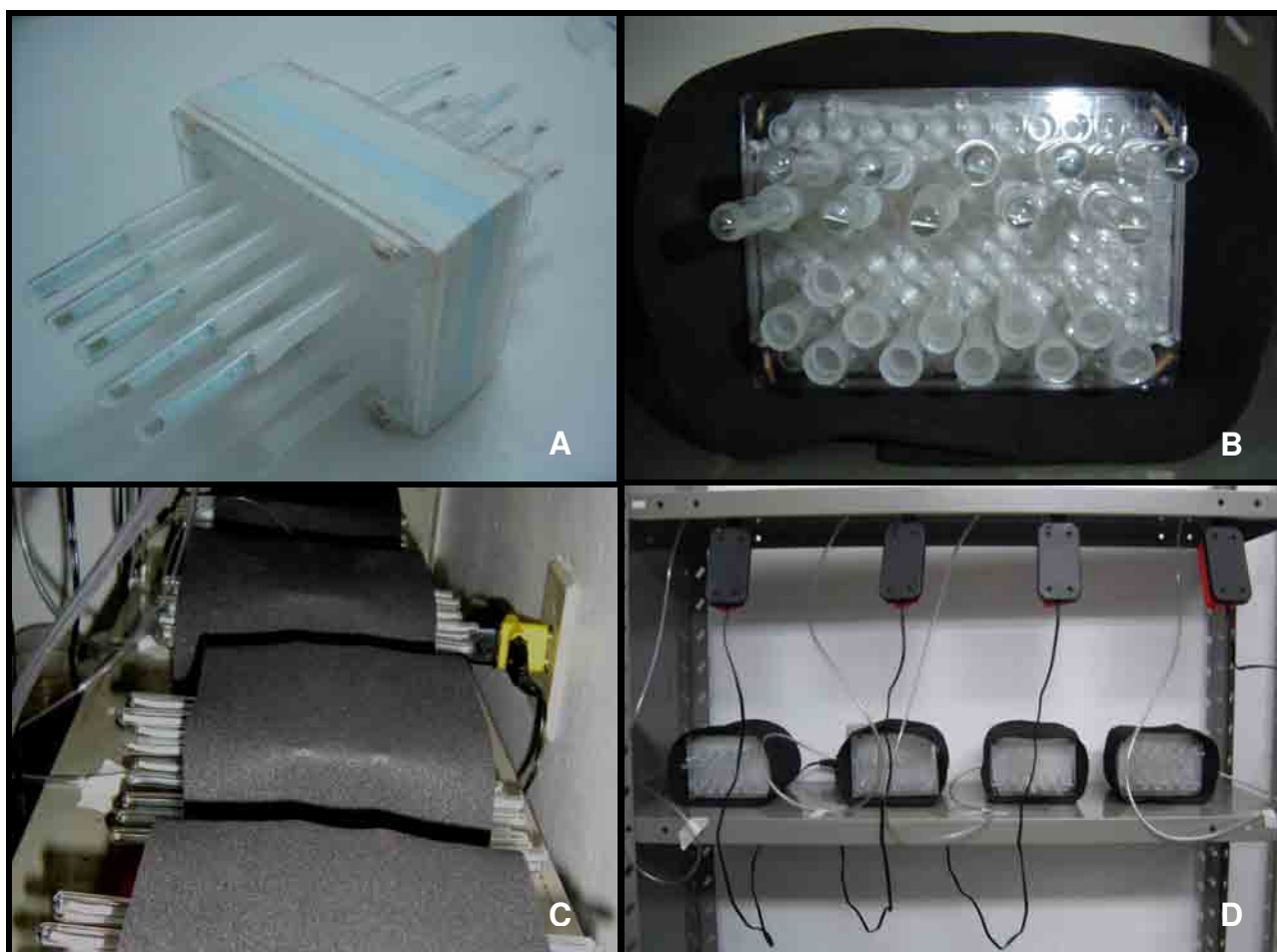


Para análise da seletividade (ação direta) procedeu-se à confecção de cartelas de cartolina azul celeste (0,4 x 2,0 cm), onde, em uma área de 0,2 cm<sup>2</sup>, foram colados aproximadamente 100 ovos de *A. kuehniella*, com goma arábica (35%) (Figura 2A e B). Vinte cartelas foram imersas em cada solução dos produtos (Figura 2C), por 5 segundos, e, após secagem em capela de exaustão, foram expostas à oviposição por uma fêmea durante 24 h, sendo este processo realizado para as espécies *T. pretiosum* e *T. exiguum*, na geração F1. Nos referidos tratamentos, nas primeiras 24 h após a emergência dos adultos, cartelas idênticas às citadas anteriormente, foram oferecidas aos descendentes, por 24 h, para avaliação da descendência (F2).

A metodologia utilizada foi adaptada da metodologia da IOBC/WPRS, utilizando-se os preceitos envolvidos no método, quais sejam: contato, exposição e aeração do ambiente. No entanto, para a maior precisão do teste, as fêmeas foram individualizadas em tubos de Duran, os quais foram acoplados à mini-câmaras de exaustão, construídas especialmente para o experimento (Figura 3). Na construção das câmaras utilizaram-se materiais facilmente encontrados em laboratórios especializados ou lojas especializadas em equipamentos laboratoriais, para facilitar a repetibilidade do teste. Assim, placas do tipo ELISA<sup>®</sup> foram perfuradas, e os furos foram cobertos com tecido tipo “voil” para evitar a fuga dos insetos. As placas foram acopladas duas a duas, numa distância de 2 cm, sendo essa distância fechada com cartolina e fita adesiva. Externamente foram acopladas ponteiros de micropipetagem (1000 ì L), com o ápice cortado, de modo a permitir o encaixe da ponteira no poço da placa de ELISA<sup>®</sup>. Nessas ponteiros foram acoplados os tubos de Duran, contendo as cartelas e a fêmea do parasitóide. Para que os insetos se mantivessem em contato com os ovos contaminados, a câmara e as ponteiros foram cobertas com uma tira de borracha, tipo EVA, preto, mantendo escuro o centro da câmara e clara a extremidade, onde se encontrava a cartela contaminada (Figura 3 A, B e C).

Para promover a aeração da câmara, foram adaptados mini-compressores de ar (compressor de aquário), acoplando-se mangueiras de silicone às câmaras e permitindo, assim, o fluxo contínuo de ar, durante 24 h (Figura 3 C e D).

Nos testes de seletividade (ação indireta) aos parasitóides, primeiramente cartelas idênticas às supracitadas foram expostas ao parasitismo por fêmeas de *T. pretiosum* e *T. exiguum*, individualizadas em tubos de Duran, lacrados com filme plástico, por 24 h. Posteriormente, as fêmeas foram retiradas dos tubos, que foram acoplados nas mini-câmaras de exaustão e mantidos, por 24 h, sob aeração contínua (Figura 3 C e D). Em ambos os testes foi utilizada uma mini-câmara de exaustão por tratamento, para evitar a interferência entre produtos.



**Figura 3.** A) Visão interna da mini-câmara de exaustão; B) Ponteiras acopladas aos poços da placa ELISA<sup>®</sup>, e tubos de Duran acoplados às ponteiras; C) Visão lateral do conjunto de mini-câmaras (borracha de EVA preta); D) Aeração - visão das mini-câmaras (abaixo) acopladas aos compressores de ar (acima) por mangueiras de borracha.

Tanto para a seletividade como para suscetibilidade, avaliou-se o número de ovos parasitados, a porcentagem de parasitismo e a longevidade (dias) das gerações F1 e F2 das espécies citadas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F, nas probabilidades indicadas) e confrontados pelo teste de Tukey ( $p = 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ação direta e indireta de inseticidas químicos e produtos vegetais foram avaliadas para *T. exiguum* e *T. pretiosum*, nas gerações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub>. Quanto à ação direta o número de ovos parasitados por *T. exiguum* foi afetado negativamente, principalmente pela deltametrina, reduzindo-o 18,35 vezes em relação à testemunha, seguido pelo extrato pirolenhoso (3,37 vezes). O óleo de nim e o lufenuron não influenciaram o número de ovos parasitados (Tabela 1).

Deltametrina afetou também a emergência de *T. exiguum*; apenas 41,2% das formas imaturas atingiram a fase adulta, enquanto para a longevidade, o lufenuron foi o único a provocar uma redução, para 3,6 dias (Tabela 1).

**Tabela 1.** Seletividade (ação direta) de inseticidas químicos e produtos vegetais, medida pelo número de ovos parasitados, % de emergência e longevidade ( $\pm$ IC), da geração F<sub>1</sub> de *Trichogramma exiguum*, em ovos de *Anagasta kuehniella* tratados por imersão.

Tratamentos	Nº de ovos parasitados	Emergência (%)	Longevidade (dias)
Testemunha	31,2 $\pm$ 3,56 a	96,7 $\pm$ 2,13 a	5,0 $\pm$ 0,65 a
deltametrina	1,7 $\pm$ 1,13 d	41,2 $\pm$ 20,83 b	-
óleo de nim	20,9 $\pm$ 1,83 a	85,6 $\pm$ 3,10 a	4,8 $\pm$ 0,64 a
lufenuron	20,9 $\pm$ 2,97 a	84,4 $\pm$ 3,44 a	3,6 $\pm$ 0,44 b
extrato pirolenhoso	9,2 $\pm$ 1,86 c	97,8 $\pm$ 2,21 a	-
C.V. (%)	29,81	27,10	21,97
d.m.s. (5%)	4,8842	19,35483	1,0885

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, Tukey ( $P = 0,05$ ).

*T. pretiosum*, apesar de apresentar menor número médio de ovos parasitados, mostrou-se mais “resistente” aos produtos, que *T. exiguum*. Apenas deltametrina influenciou negativamente o número médio de ovos parasitados por *T. pretiosum*, que foi 18,67 vezes menor que na testemunha. Adicionalmente nesse tratamento não foi possível avaliar a longevidade, devido ao pequeno número de descendentes (Tabela 2).

**Tabela 2.** Seletividade (ação direta) de inseticidas químicos e produtos vegetais, medida pelo número de ovos parasitados, porcentagem de emergência e longevidade ( $\pm$ IC), da geração F<sub>1</sub> de *Trichogramma pretiosum*, em ovos de *Anagasta kuehniella* tratados por imersão.

Tratamentos	Nº de ovos parasitados	Emergência (%)	Longevidade (dias)
Testemunha	16,8 $\pm$ 1,63 a	85,2 $\pm$ 9,91 ab	2,5 $\pm$ 0,44 a
deltametrina	0,9 $\pm$ 0,53 b	43,7 $\pm$ 21,88 c	-
óleo de nim	16,3 $\pm$ 1,27 a	92,1 $\pm$ 3,20 a	2,0 $\pm$ 0,72 a
lufenuron	17,3 $\pm$ 2,09 a	65,4 $\pm$ 7,50 bc	1,9 $\pm$ 0,74 a
extrato pirolenhoso	17,9 $\pm$ 1,93 a	85,9 $\pm$ 8,8 ab	1,7 $\pm$ 0,30 a
C.V. (%)	26,04	36,77	46,19
d.m.s. (5%)	3,1806	24,1111	1,1270

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, Tukey (P = 0,05).

Para a porcentagem de emergência de *T. pretiosum*, novamente o tratamento mais prejudicial foi deltametrina, seguido por lufenuron e extrato pirolenhoso, respectivamente (Tabela 3).

Os dados da geração F<sub>1</sub> confirmam o observado por outros autores, para as diferentes características biológicas de *T. exiguum* e *T. pretiosum*, apesar do pequeno número de informações, encontrados para a primeira espécie.

Para *T. exiguum*, o inseticida à base de lambda cyhalothrin reduziu a porcentagem de emergência de 99% (testemunha) para 1,4 (SUH et al., 2000); enquanto para *T. pretiosum*, a deltametrina reduziu tanto a porcentagem de emergência como a longevidade (CARVALHO et al., 2001 e 2003).

**Tabela 3.** Número de ovos parasitados por fêmea, porcentagem de emergência e longevidade, ( $\pm$ IC), da segunda geração ( $F_2$ ) de *Trichogramma pretiosum*, em ovos de *Anagasta kuehniella* provenientes do teste de seletividade (ação direta).

Tratamentos	Nº de ovos parasitados/fêmea	Emergência (%)	Longevidade (dias)
Testemunha	-	100,0 $\pm$ 0,00 a	1,6 $\pm$ 0,43 b
deltametrina	-	-	-
óleo de nim	3,9 $\pm$ 0,35 ab	100,0 $\pm$ 0,00 a	3,3 $\pm$ 1,06 ab
lufenuron	4,5 $\pm$ 0,88 a	99,6 $\pm$ 0,55 ab	2,3 $\pm$ 0,51 ab
extrato pirolenhoso	3,1 $\pm$ 0,45 b	84,6 $\pm$ 16,0 b	4,0 $\pm$ 1,31 a
C.V. (%)	31,13	19,01	52,10
d.m.s. (5%)	11,3174	15,1876	1,7575

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, Tukey (P = 0,05).

Dos poucos dados na literatura, relativos ao efeito de produtos vegetais sobre *Trichogramma*, GONÇALVES-GERVÁSIO & VENDRAMIM (2004) observaram a interferência negativa do extrato aquoso de nim (10%), sobre todas as fases de desenvolvimento de *T. pretiosum*, além de sugerirem a existência de ação repelente neste extrato, o que não foi observado nessa pesquisa, com a formulação comercial de óleo de nim (Organic Neem<sup>®</sup>). Esses resultados condizem com os observados por LYONS et al. (2003) que, avaliando o efeito de duas formulações comerciais de óleo de nim, também não encontraram efeito sobre a emergência e razão sexual de *T. minutum*.

Não foi possível medir a ação da deltametrina e do extrato pirolenhoso na segunda geração de *T. exiguum*, devido a ausência de indivíduos aptos a realização dos testes. No entanto, as características avaliadas não mostraram diferença significativa para a geração  $F_2$ , oriunda dos tratamentos com o óleo de nim e lufenuron. Esses produtos se mostraram seletivos a esta espécie na geração  $F_1$ .

Para *T. pretiosum* também não foi obtida a geração  $F_2$  do tratamento com deltametrina. No entanto, avaliando-se o número de ovos parasitados/fêmea na geração  $F_2$  oriunda do tratamento com extrato pirolenhoso, observou-se o menor valor. O mesmo aconteceu para a porcentagem de emergência, que foi reduzida em relação à testemunha, e para a longevidade, que foi aumentada nesse tratamento (Tabela 3).

Efeitos de inseticidas químicos, de vários grupos, sobre a geração F<sub>2</sub> de *T. pretiosum* não são comuns (CARVALHO et al., 2001, 2002 e 2003; MOURA et al., 2004 e 2005), não sendo, também, encontrados relatos da ação de produtos vegetais sobre a descendência desse parasitóide.

Na avaliação da ação dos inseticidas químicos e produtos vegetais em ovos parasitados por *T. exiguum* (ação indireta), a partir do número de ovos parasitados na geração F<sub>1</sub>, o tratamento com o óleo de nim foi o único prejudicial, reduzindo esse número para 9,6 (Tabela 4).

Deltametrina e óleo de nim foram os tratamentos que mais afetaram a porcentagem de emergência de *T. exiguum*, no entanto, a longevidade foi aumentada somente pelo óleo de nim.

**Tabela 4.** Seletividade (ação indireta) de inseticidas químicos e produtos vegetais para *Trichogramma exiguum*, medida pelo número de ovos parasitados, porcentagem de emergência e longevidade, ( $\pm$ IC), da geração maternal (F<sub>1</sub>), parasitando ovos de *Anagasta kuehniella*.

Tratamentos	Nº de ovos parasitados	Emergência (%)	Longevidade (dias)
Testemunha	27,5 $\pm$ 2,31 a	99,8 $\pm$ 0,32 a	3,4 $\pm$ 0,78 b
deltametrina	27,5 $\pm$ 2,47 a	52,5 $\pm$ 8,05 c	2,0 $\pm$ 0,00 c
óleo de nim	9,6 $\pm$ 2,24 b	86,3 $\pm$ 4,5 b	5,2 $\pm$ 0,00 a
lufenuron	26,9 $\pm$ 1,95 a	99,4 $\pm$ 0,80 a	1,0 $\pm$ 0,47 d
extrato pirolenhoso	29,0 $\pm$ 2,06 a	99,1 $\pm$ 1,02 a	2,0 $\pm$ 0,00 c
C.V. (%)	20,94	10,87	24,51
d.m.s. (5%)	4,4465	8,3655	0,8475

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, Tukey (P = 0,05).

A ação indireta dos produtos para *T. pretiosum* foi menor que para *T. exiguum*, no entanto, a porcentagem de emergência, foi afetada pela deltametrina, lufenuron e óleo de nim. O número de ovos parasitados e a longevidade não foram influenciados pelos tratamentos (Tabela 5).

Os resultados de suscetibilidade, tanto de *T. exiguum* como de *T. pretiosum*, ao óleo de nim, confirmam o observado por GONÇALVES-GERVÁSIO & VENDRAMIM

(2004) para *T. pretiosum* e divergem das observações de RAGURAN & SINGH (1999), que não verificaram efeito do óleo de nim para *T. chilonis*.

**Tabela 5.** Suscetibilidade de *Trichogramma pretiosum* a inseticidas químicos e produtos vegetais, medida pelo número de ovos parasitados, porcentagem de emergência e longevidade, ( $\pm$ IC), da geração maternal (F<sub>1</sub>), parasitando ovos de *Anagasta kuehniella*.

Tratamentos	Nº de ovos parasitados	Emergência (%)	Longevidade (dias)
Testemunha	16,4 $\pm$ 1,53 a	97,5 $\pm$ 20,5 a	2,5 $\pm$ 0,84 a
deltametrina	13,6 $\pm$ 2,1 a	76,9 $\pm$ 4,94 b	2,2 $\pm$ 0,64 a
óleo de nim	12,2 $\pm$ 2,55 a	85,3 $\pm$ 6,18 b	3,2 $\pm$ 0,65 a
lufenuron	16,3 $\pm$ 1,47 a	84,1 $\pm$ 6,1 b	2,0 $\pm$ 0,70 a
extrato pirolenhoso	14,9 $\pm$ 2,66 a	95,8 $\pm$ 2,45 a	2,4 $\pm$ 0,67 a
C.V. (%)	32,87	13,55	46,19
d.m.s. (5%)	4,2585	10,4891	1,4445

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, Tukey (P = 0,05)

Para *T. exiguum* observou-se uma redução no número de ovos parasitados por fêmea da geração F<sub>2</sub>, oriunda do tratamento de suscetibilidade ao lufenuron, e não houve parasitismo no tratamento com óleo de nim. A longevidade foi afetada apenas pelo tratamento com o lufenuron (Tabela 6).

**Tabela 6.** Número de ovos parasitados por fêmea, porcentagem de emergência, e longevidade ( $\pm$ IC), da segunda geração (F<sub>2</sub>) de *Trichogramma exiguum*, em ovos de *Anagasta kuehniella*, provenientes do teste de suscetibilidade.

Tratamentos	Emergência (%)	Nº de ovos parasitados/fêmea	Longevidade (dias)
Testemunha	99,5 $\pm$ 0,43 a	-	2,5 $\pm$ 0,73 a
deltametrina	100,0 $\pm$ 0,00 a	3,0 $\pm$ 0,69 a	1,0 $\pm$ 0,00 b
óleo de nim	-	0,0 $\pm$ 0,00 c	-
lufenuron	100,0 $\pm$ 0,00 a	2,1 $\pm$ 0,28 b	2,4 $\pm$ 0,67 a
extrato pirolenhoso	99,4 $\pm$ 1,06 a	2,3 $\pm$ 0,37 ab	2,4 $\pm$ 0,89 a
C.V. (%)	1,31	57,96	51,62
d.m.s. (5%)	1,0836	0,9094	1,2905

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, Tukey (P = 0,05).

Na geração  $F_2$  de *T. pretiosum*, descendentes dos tratamentos para verificação da suscetibilidade, a porcentagem de emergência não sofreu alteração, no entanto, o número de ovos parasitados por fêmea foi menor para os descendentes dos tratamentos com lufenuron e extrato pirolenhoso. A longevidade foi afetada em todos os tratamentos, sendo aumentada nos descendentes do tratamento com lufenuron, e reduzido nos tratamentos com deltametrina e óleo de nim (Tabela 7).

Os resultados, positivos na ação direta e negativos na ação indireta do lufenuron, sobre os parasitóides, podem estar relacionados ao seu modo de ação, já que o produto atua na cutícula, inibindo a formação de quitina nas formas jovens e não afetando, portanto, a fase adulta, como sugerido por CARVALHO et al., (2003).

**Tabela 7.** Número de ovos parasitados por fêmea, porcentagem de emergência e longevidade ( $\pm$ IC), da segunda geração ( $F_2$ ) de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Anagasta kuehniella*, provenientes do teste de suscetibilidade.

Tratamentos	Nº de ovos parasitados/fêmea	Emergência (%)	Longevidade (dias)
Testemunha	-	99,8 $\pm$ 0,24 a	2,9 $\pm$ 0,62 ab
deltametrina	3,0 $\pm$ 0,85 ab	99,4 $\pm$ 0,72 a	2,1 $\pm$ 0,46 b
óleo de nim	3,5 $\pm$ 0,89 a	100,0 $\pm$ 0,00 a	2,2 $\pm$ 0,8 b
lufenuron	2,2 $\pm$ 0,53 b	99,6 $\pm$ 0,70 a	3,9 $\pm$ 0,49 a
extrato pirolenhoso	2,1 $\pm$ 0,33 b	100,0 $\pm$ 0,00 a	2,6 $\pm$ 0,98 ab
C.V. (%)	57,89	1,05	40,97
d.m.s. (5%)	1,3101	0,9218	1,4270

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, Tukey (P = 0,05).

O contato das fêmeas das duas espécies de *Trichogramma* com os diferentes produtos, não ocasionou mortalidade, num período de 24 h. Dessa forma, provavelmente, a maioria dos tratamentos no teste de seletividade (ação direta) foi repelente aos parasitóides, pois na maioria dos tratamentos em que o número de ovos parasitados foi afetado, não se observaram efeitos negativos sobre a porcentagem de emergência.

Apesar do exposto, quando testados os inseticidas, nos ovos, após o parasitismo pelas fêmeas, a maior parte deles foi prejudicial a alguma das características testadas.



No trabalho, não são apresentados os dados referentes ao número de ovos parasitados por fêmea, nas testemunhas e nas tabelas das gerações  $F_2$ , porque, para a realização do teste com a testemunha da ação indireta dos produtos sobre a espécie *T. exiguum*, muitas repetições da geração  $F_1$  não continham o número de exemplares suficientes para o teste, sendo utilizado para tanto uma fêmea por repetição, caracterizando uma desigualdade para a aplicação das comparações estatísticas. Dessa forma optou-se pela análise apenas entre os tratamentos, excluindo-se a testemunha, após verificar-se que tal procedimento não comprometeria a experimentação.

## CONCLUSÕES

- A linhagem de *T. pretiosum* é menos prejudicada pelo uso de inseticidas ou produtos vegetais, no entanto, sua eficácia de parasitismo é menor que a de *T. exiguum*.
- O óleo de nim e o lufenuron são menos prejudiciais aos parasitóides, quando aplicados nos ovos antes do parasitismo, no entanto, sua toxicidade aumenta quando em contato com os ovos, após o parasitismo.
- O inseticida a base de deltametrina é mais prejudicial para os parasitóides.
- A adaptação da metodologia da IOBC/WPRS, para análise dos efeitos dos produtos nos parasitóides, mostrou-se eficaz para esse tipo de determinação.

## REFERÊNCIAS

CAMPBELL, C. D.; WALGENBACH, J. F.; KENNEDY, G. G. Effect of parasitoids on lepidopterous pests in insecticide-treated and untreated tomatoes in western North Carolina. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 84, n. 6, p. 1662-1667, 1991.

CARVALHO, G. A.; PARRA, J. R. P.; BAPTISTA, J. C. Efeito de produtos fitossanitários utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sobre *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 nas gerações f1 e f2 em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 295-304, 2003.

CARVALHO, G. A.; PARRA, J. R. P.; BAPTISTA, J. C. Seletividade de alguns produtos fitossanitários a duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 583-591, 2001.

CARVALHO, G. A.; REIS, P. R.; MORAES, J. C.; FUINI, L. C.; ROCHA, L. C. D.; GOUSSAIN, M. M. Efeitos de alguns inseticidas utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1160-1166, 2002.

GONÇALVES-GERVÁSIO, R. C. R.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de extratos de meliáceas sobre o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 607-612, 2004.

HASSAN, S. A. Métodos padronizados para testes de seletividade com ênfase em *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (eds) **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 207-233.

HASSAN, S. A., KOLHER; E.; ROST; W. M. Mass production and utilization of *Trichogramma*: 1. Control of the codling moth, *Cydia pomonella* and the summer fruit tortrix moth *Adoxophyes orana* (Lep.: Tortricidae). **Entomophaga**, Paris, v. 33, n. 4, p. 413-420, 1988.

HEWA-KAPUGE, S.; MCDOUGALL, S.; HOFFMANN, A. A. Effects of methoxyfenozide, indoxacarb, and other insecticides on the beneficial egg parasitoid *Trichogramma* nr. *brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory and field conditions. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 96, n. 4, p. 1083-1090, 2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR BIOLOGICAL CONTROL. WEST PALEARCTIC REGIONAL SECTION. IOBC/WPRS. Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms", guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial: short description of test methods. **IOBC/WPRS Bulletin**, Montfavet, v. 11, p. 1-143, 1988.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR BIOLOGICAL CONTROL. WEST PALEARCTIC REGIONAL SECTION. IOBC/WPRS. Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms", guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial: short description of test methods. **IOBC/WPRS Bulletin**, Montfavet, v. 11, p. 1-186, 1992.

LENTEREN, J. C. van. Success in biological control of arthropods by augmentation of natural enemies. In: BELLOWS JR., T. S.; WRATTEN, S. (Ed.), **Biological control. Measures of success**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishing, 2000, p. 77-103.

LYONS, D. B; HELSON, B. V; BOURCHIER, R. S; JONES, G. C; MCFARLANE, J. W. Effects of azadirachtin-based insecticides on the egg parasitoid *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 135, n. 5, p. 685-695, 2003.

MOURA, A. P.; CARVALHO, G. A.; RIGITANO, R. L. O. Toxicidade de inseticidas utilizados na cultura do tomateiro a *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 3, p. 203-210, 2005.

MOURA, A. P.; CARVALHO, G. A.; RIGITANO; R. L. O. Efeito residual de novos inseticidas utilizados na cultura do tomateiro sobre *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879

(Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 231-237, 2004.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. *Trichogramma* no Brasil: viabilidade de uso após vinte anos de pesquisa. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 271-282, 2004.

RAGURAN, S.; SINGH, R. P. Biological effects of neem (*Azadirachta indica*) seed on an egg parasitoid, *Trichogramma chilonis*. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 92, n. 6, p. 1274-1280, 1999.

ROCHA, L. C. D.; CARVALHO, G. A. Adaptação da metodologia padrão da IOBC para estudos de seletividade com *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de laboratório. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 315-320, 2004.

SMITH, S. M. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes and potential of their use. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 41, p. 375-406, 1996.

SUH, C. P. C.; ORR, D. B.; VAN DUYN, J. W. Effect of insecticides on *Trichogramma exiguum* (Trichogrammatidae: Hymenoptera) preimaginal development and adult survival. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, n. 3, p. 577-583, 2000.

WETZEL, C.; DICKLER, E. Side effects of sulphur and a natural pyrethroid on *Trichogramma dendrolimi* Matsumura (Hym., Trichogrammatidae) in apple orchards. In: VOGT, H. Side-effects of pesticides on beneficial organisms: comparison of laboratory, semi-field and field results. **IOBC/WPRS Bulletin**, Montfavet, v. 17, n. 10, p. 123-132, 1994.

## **CAPÍTULO 5 – INTERAÇÃO: BRÁSSICAS – TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS – PARASITÓIDES DE OVOS E INTERFERÊNCIA DE INSETICIDAS QUÍMICOS E PRODUTOS VEGETAIS NESSE COMPLEXO**

### **INTRODUÇÃO**

As práticas culturais do sistema de produção de brássicas (plantios sucessivos e não eliminação dos restos culturais), principalmente para o repolho (CASTELO BRANCO et al., 2003), juntamente com os fatores ambientais que favorecem o rápido crescimento das populações da traça-das-crucíferas (BARRANTES & RODRIGUES, 1996), aumentam o potencial de dano da praga, devido à possibilidade de sua multiplicação contínua (CASTELO BRANCO et al., 2003).

Para reduzir os prejuízos, a opção geral dos produtores de brássicas tem sido a aplicação intensiva de inseticidas; no entanto, tal prática não tem apresentado bons resultados ao longo dos anos, uma vez que aplicações, em até três vezes semanais, não reduziram os danos da traça (CASTELO BRANCO et al., 2001).

Além da prática de controle químico, inúmeras outras são reconhecidamente comprovadas como eficientes no controle de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), dentre elas a utilização de cultivares resistentes que tem assumido relevante papel no manejo da traça-das-crucíferas (LIN et al., 1983; LIN et al., 1984; EIGENBRODE et al., 1990; ULMER et al., 2002); a utilização de plantas inseticidas na forma de extrato ou formulados por serem considerados produtos seletivos, com baixa toxicidade ao homem e eficiência contra várias espécies de insetos-praga (SCHMUTTERER, 1987; SAXENA, 1989; NEVES & NOGUEIRA, 1996); e paralelamente, a alternativa de se utilizar insetos entomófagos, especificamente os parasitóides, torna-se mais real a cada dia, frente ao crescente número de biofábricas que tem surgido e a atual utilização destes insetos, em várias regiões brasileiras (PARRA & ZUCCHI, 2004).

Nos países com intenso cultivo de crucíferas já foram identificados mais de 90 espécies de parasitóides associados a *P. xylostella*, parasitando-a praticamente em todas as fases de desenvolvimento (TALEKAR & SHELTON, 1993), sendo as principais espécies pertencentes aos gêneros *Diadegma*, *Cotesia*, *Apanteles* e *Trichogramma* (YASSEM, 1978; HIRASHIMA et al., 1989; ALLAM, 1990; CORDERO & CAVE, 1992).

Geralmente, os métodos utilizados para o controle da traça-das-crucíferas e para outros insetos-praga, são avaliados isoladamente ou apresentando-se o efeito do método sobre o inimigo natural. Como exemplo, pode-se verificar trabalhos na literatura mundial avaliando-se o efeito de inseticidas naturais: óleo de nim sobre *T. minutum* (LYONS et al., 2003); extratos de meliáceas sobre *T. pretiosum* (GONÇALVES-GERVÁSIO & VENDRAMIM, 2004) e inseticidas químicos sobre *T. pretiosum* (CARVALHO et al., 2001; 2002 e 2003; MOURA et al., 2004 e 2005).

Apesar do conhecimento de várias técnicas de controle de pragas, pouco se sabe sobre a interação entre as mesmas (resistência da planta x inseticidas x inseto-praga x inseto-entomófago), e o impacto de uma tática de controle sobre outra, o que reduz consideravelmente possibilidade da implantação de um manejo integrado de pragas (MIP) na cultura das brássicas.

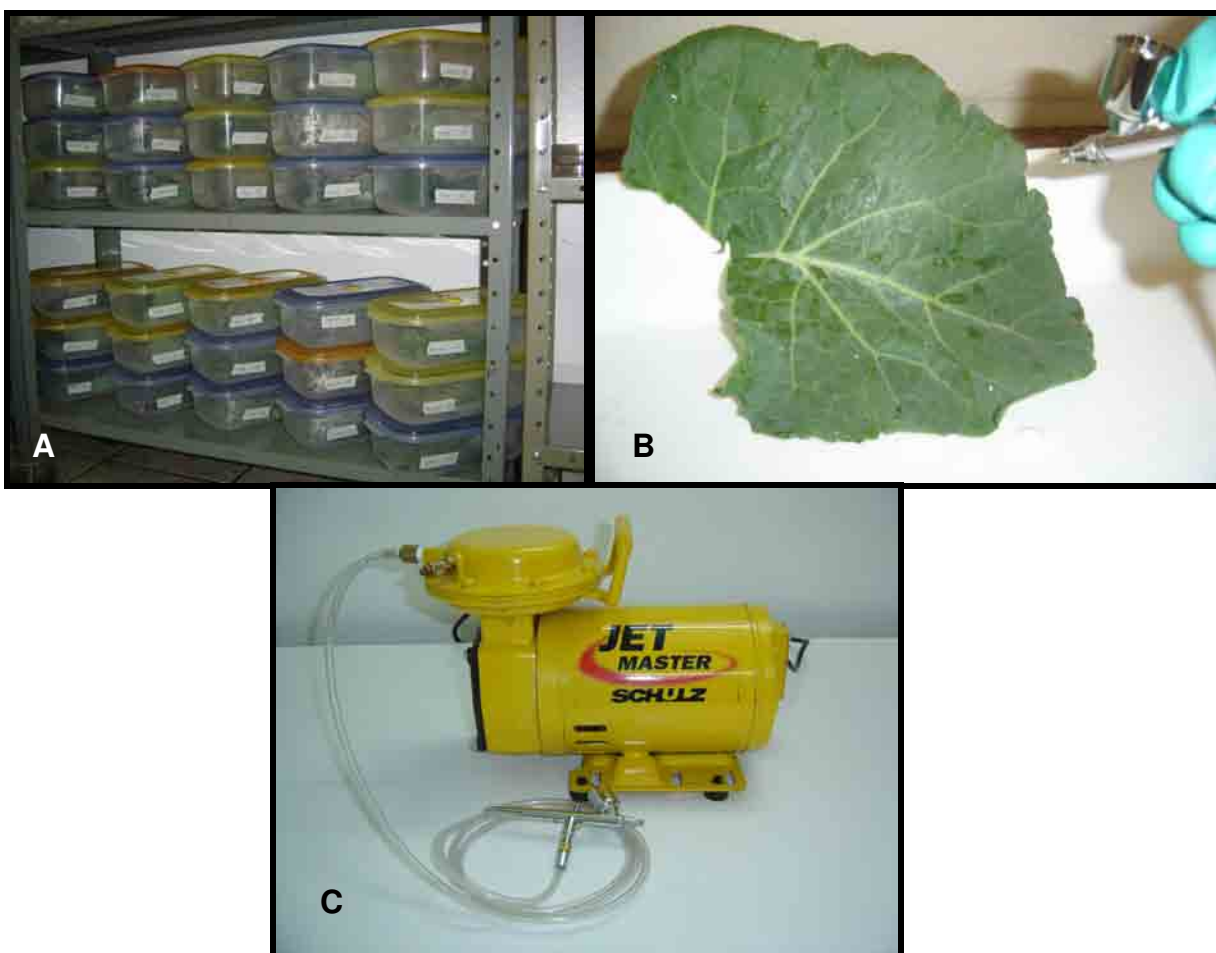
Este trabalho tem como objetivo avaliar a interação tritrófica no complexo das brássicas: hospedeiro-vegetal (brássicas) x praga/hospedeiro-natural (*P. xylostella*) x inseto-entomófago (parasitóide – *T. pretiosum* e *T. exiguum*), aliada ao efeito de inseticidas químicos e produtos vegetais.

## **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, sob temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas.

Foi mantida para a experimentação uma criação de *P. xylostella* contaminada com diferentes produtos (Figura 1A), que segue o esquema de criação descrito no

Capítulo 1: Figuras 1 e 2. Desta forma, folhas das cultivares de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) verde - Chato de Quintal (TOP SEED - Agristar) e híbrido Midori (TOKITA - Agristar); roxo - Roxo Precoce (TOP SEED - Agristar) e Híbrido Roxo - TPC00682 (TOP SEED - Agristar); e para as cultivares de couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*) - Geórgia (TOP SEED - Agristar) e Geórgia híbrido HS20 (HORTICERES) pulverizados até o escorrimento, através de aparelho aerógrafo acoplado a um compressor de fluxo contínuo de ar (Figura 1 B e C), com os inseticidas químicos Match 50CE (lufenuron), na dosagem de 2,52 ml/100L de água e Decis 25CE (deltametrina), na dosagem de 32 ml/100L de água; os produtos vegetais Organic Neem® (óleo de nim), na concentração de 0,16 % e Biopirol (extrato pirolenhoso), na concentração de 3,0 %. A água foi pulverizada como testemunha.



**Figura 1.** A) Criação de *Plutella xylostella* contaminada; B) Pulverização das folhas para criação; C) Compressor de jato contínuo e aparelho aerógrafo (micro-pintura).

As concentrações utilizadas correspondem às concentrações letais médias (CL50) de cada produto, com exceção do Decis, para o qual não foi possível determiná-la.

Para se determinar a interação de efeitos entre as cultivares e os produtos, discos de folhas (9 cm de diâmetro) foram pulverizados com soluções (Figura 2 A), de forma idêntica ao realizado para a criação contaminada (citado anteriormente), no entanto, cada face do disco foi pulverizada com 0,5 ml de solução. Os discos foliares foram mantidos ao ar livre até a secagem e transferidos para placas de Petri, sobre discos de papel filtro levemente umedecidos (Figura 2 B). Sobre os discos foliares colocaram-se 10 lagartas de *P. xylostella* recém-eclodidas, avaliando-se o seu desenvolvimento até a fase pupal. As pupas foram colocadas em placas do tipo ELISA<sup>®</sup>, para serem observadas até a emergência dos adultos. Avaliou-se a viabilidade larval e pupal, além da razão sexual dos adultos emergidos.

Após a obtenção da geração F<sub>2</sub> de *P. xylostella*, na criação em diferentes cultivares de brássicas contaminada com os inseticidas químicos e vegetais, os ovos provenientes dos adultos emergidos desta geração foram expostos ao parasitismo de duas espécies de *Trichogramma*: *T. pretiosum* e *T. exiguum*, sendo os insetos utilizados provenientes da criação estoque do LBCI/UNESP descrita no Capítulo 3: Figura 1. Desta maneira, para avaliação dos efeitos das cultivares e dos produtos, conjuntamente, sobre o terceiro nível trófico, para cada espécie do parasitóide, foram oferecidas cartelas de cartolina azul celeste (0,4 x 2,0 cm), contendo 30 ovos de *P. xylostella* (F<sub>2</sub> - contaminada), colados com goma arábica (35%).

Dez cartelas, em cada tratamento, foram colocadas em tubos tipo Eppendorf<sup>®</sup>, individualmente com uma fêmea de *Trichogramma*, perfazendo um total de 30 tratamentos em interação (6 cultivares x 4 inseticidas + água como testemunha).

O parasitismo foi permitido por 24 h, e posteriormente, as fêmeas foram retiradas dos tubos. Terminado o ciclo do parasitóide, com a emergência dos adultos, foram avaliadas as características biológicas: número de ovos parasitados, porcentagem de



emergência e razão sexual. Essas características foram submetidas a análise de variância (teste F, nas probabilidades indicadas) e confrontadas pelo teste de Tukey ( $P = 0,05$ ).

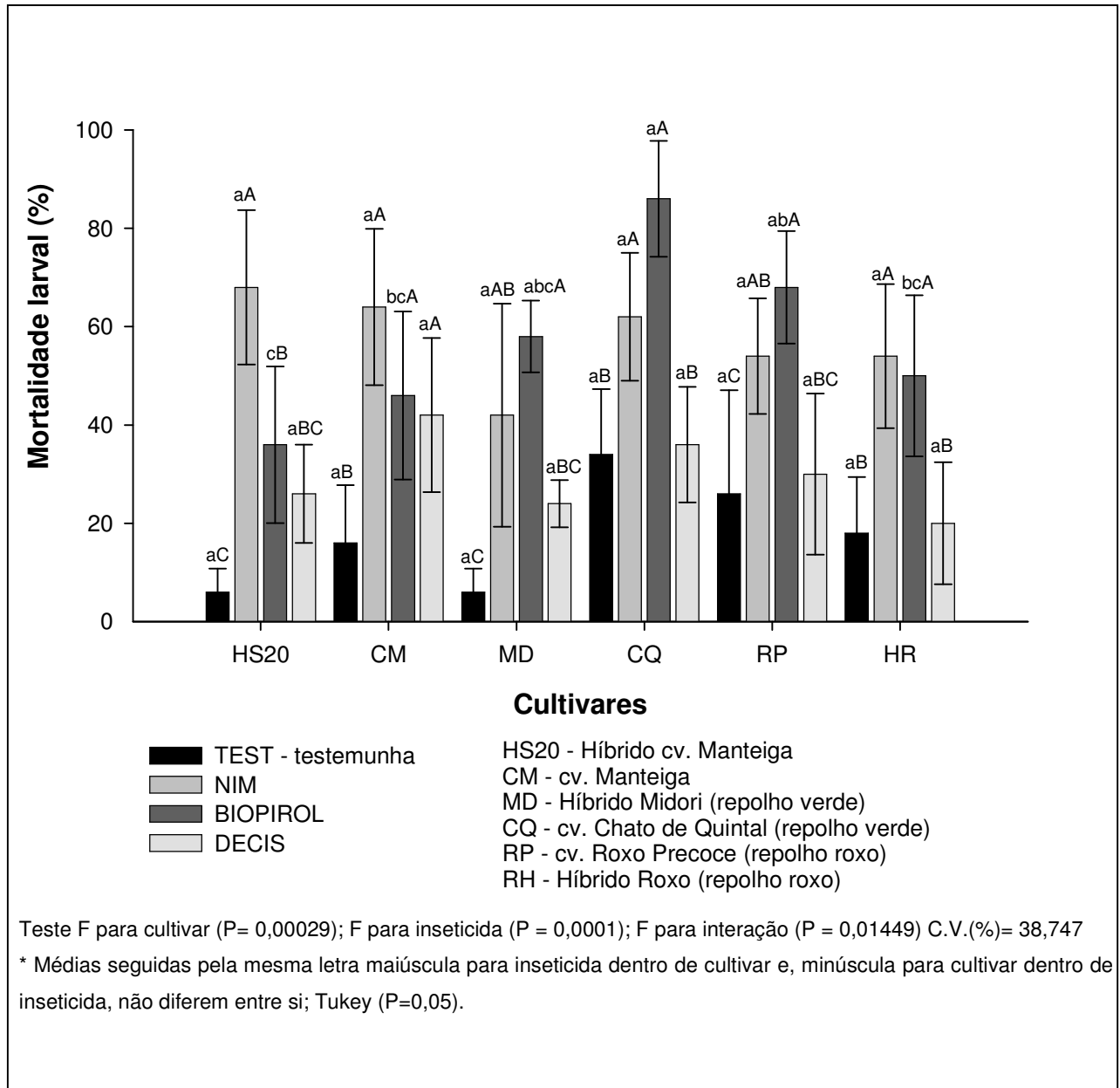


**Figura 2.** A) Pulverização dos discos foliares das cultivares de brássicas; B) Detalhe do experimento para avaliação da interação cultivares x inseticidas; C) Visão geral do experimento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mortalidade larval de *P. xylostella* foi influenciada significativamente tanto pelas cultivares, como pelo inseticida químico e produtos vegetais, além da ação conjunta desses fatores (Figura 3).

O efeito das cultivares sobre a mortalidade larval foi observado apenas dentro do tratamento com Biopiról, sendo que a cultivar Chato de Quintal teve uma ação interativa com o produto, elevando a mortalidade em relação aos demais tratamentos (Figura 3).



**Figura 3.** Mortalidade larval ( $\pm IC$ ) de *Plutella xylostella* alimentada com diferentes cultivares de brássicas contaminadas com inseticida químico e produtos vegetais.

A não verificação do efeito das cultivares está relacionada ao tempo de observação e a fase analisada, uma vez que, comprovadamente os efeitos são mais evidentes quando se avalia um maior número de parâmetros, como observado no capítulo 1 e também, por BARROS & VENDRAMIM (1999). Esse efeito isolado das cultivares não era interesse desta experimentação.

De forma geral, os produtos vegetais foram sempre mais eficientes que o Decis (químico), causando mortalidade de até 86% (Biopiról/Chato de Quintal) e até 68% (Nim/HS20) (Figura 3). Os dados obtidos para o inseticida químico Match não são apresentados devido à mortalidade total ter chegado a 100%, para quase todas as interações testadas, o que inviabilizou a obtenção da segunda geração de *P. xylorella* para avaliação do efeito sobre o parasitóide.

A mortalidade pupal não foi afetada significativamente por nenhum tratamento.

Os excelentes resultados observados para o efeito da interação das cultivares com os produtos testados, tanto químicos como vegetais, sobre as características biológicas da traça-das-crucíferas, demonstram a eficiência de manejo, que pode ser alcançada com a utilização dessas duas técnicas conjuntamente em campos produtores de brássicas.

Nas avaliações para o efeito da interação cultivares x inseticidas x praga, sobre o terceiro nível trófico (*Trichogramma*), observaram-se as características biológicas dos parasitóides: número de ovos parasitados, porcentagem de emergência e razão sexual.

Os efeitos diretos das cultivares sobre *T. exiguum* podem ser observados através dos resultados obtidos com a testemunha (pulverização com água). Desta forma foi possível observar que os híbridos (HS20, Midori e Híbrido Roxo) foram os que mais afetaram o número de ovos parasitados (Tabela 1), sendo o menor valor encontrado para o Híbrido Roxo, apesar desse, não diferir significativamente dos demais híbridos (Tabela 2). Esse resultado demonstra que, em função da cultivar utilizada, pode haver incompatibilidade na interação das técnicas de manejo: resistência e controle biológico com parasitóide.

**Tabela 1.** Número de ovos ( $\pm$ IC) de *Plutella xylostella* alimentada com diferentes genótipos de brássicas contaminadas com inseticidas químicos e produtos vegetais, parasitados por *Trichogramma exiguum*.

Genótipos	Inseticidas químicos e produtos vegetais				
	n	Testemunha	Nim	Biopiról	Decis
HS20	10	8,1 $\pm$ 3,0 bA	14,5 $\pm$ 5,2 aA	15,1 $\pm$ 5,4 aA	7,9 $\pm$ 5,3 abA
Manteiga	10	16,2 $\pm$ 3,7 aA	10,5 $\pm$ 1,8 abA	13,7 $\pm$ 3,4 aA	12,9 $\pm$ 3,5 aA
Midori	10	2,2 $\pm$ 4,1 bB	8,4 $\pm$ 2,4 abAB	13,7 $\pm$ 3,3 aA	15,3 $\pm$ 4,9 aA
Chato de Quintal	10	17,7 $\pm$ 2,0 aA	5,4 $\pm$ 4,7 bB	3,0 $\pm$ 3,0 bB	2,0 $\pm$ 3,5 bB
Roxo Precoce	10	18,4 $\pm$ 6,2 aA	12,8 $\pm$ 5,5 abA	1,2 $\pm$ 0,9 bB	15,7 $\pm$ 3,7 aA
Híbrido Roxo	10	1,7 $\pm$ 1,8 bA	5,9 $\pm$ 4,7 bA	2,5 $\pm$ 3,2 bA	2,5 $\pm$ 2,3 bA
C.V.(%)		66,807			

F para cultivar (P=0,00001); F para inseticida (P=ns); F para interação (P=0,00001).

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si; Tukey (P=0,05)

A interação entre as cultivares e os produtos, tanto químico como vegetais, também influenciou negativamente o parasitismo por *T. exiguum*, sendo observado que, assim como para *P. xylostella* (2<sup>o</sup> nível trófico), o tratamento que mais afetou o parasitóide (3<sup>o</sup> nível) foi o Biopiról/Roxo Precoce, onde o número de ovos parasitados foi mínimo. Dentre os demais tratamentos, as interações Decis/Chato de Quintal, Decis/Híbrido Roxo, Biopiról/Híbrido Roxo, Biopiról/Chato de Quintal, nim/Chato de Quintal e nim/Híbrido Roxo, foram os mais prejudiciais, respectivamente (Tabela 2).

**Tabela 2.** Porcentagem de emergência ( $\pm$ IC) de *Trichogramma exiguum* em ovos de *Plutella xylostella* alimentada com diferentes genótipos de brássicas contaminadas com inseticidas químicos e produtos vegetais.

Genótipos	Inseticidas químicos e produtos vegetais				
	n	Testemunha	Nim	Biopiról	Decis
HS20	10	98,7 $\pm$ 1,7 aA	99,6 $\pm$ 0,7 aA	97,3 $\pm$ 2,5 aA	100,0 $\pm$ 0,0 aA
Manteiga	10	100,0 $\pm$ 0,0 aA	100,0 $\pm$ 0,0 aA	89,9 $\pm$ 5,9 aA	98,3 $\pm$ 2,2 aA
Midori	10	20,0 $\pm$ 26,1 bB	100,0 $\pm$ 0,0 aA	100,0 $\pm$ 0,0 aA	100,0 $\pm$ 0,0 aA
Chato de Quintal	10	93,6 $\pm$ 7,0 aA	48,6 $\pm$ 31,9 bB	38,4 $\pm$ 30,9 bBC	15,0 $\pm$ 20,9 bC
Roxo Precoce	10	100,0 $\pm$ 0,0 aA	100,0 $\pm$ 0,0 aA	50,0 $\pm$ 32,7 bB	100,0 $\pm$ 0,0 aA
Híbrido Roxo	10	30,0 $\pm$ 29,9 bA	45,9 $\pm$ 30,2 bA	26,8 $\pm$ 27,1 bA	50,0 $\pm$ 32,7 bA
C.V.(%)		38,89			

F para cultivar (P=0,00001); F para inseticida (P=0,03580); F para interação (P=0,00001).

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si; Tukey (P=0,05)

Os efeitos dos híbridos sobre a porcentagem de parasitismo que representa o número de adultos de *T. exiguum* emergidos, nos tratamentos testemunha/ cultivares, com exceção para o HS20, foram idênticos aos observados para o número de ovos parasitados. Esses efeitos foram idênticos também, no que se refere às interações entre produtos/cultivares, com destaque para a interação Decis/Chato de Quintal, com apenas 15% de viabilidade de parasitismo (Tabela 3).

Todas as características biológicas avaliadas para *T. exiguum* foram levantadas também para *T. pretiosum*, no entanto, essa linhagem não se mostrou eficiente no parasitismo de *P. xylostella*, com valores, de maneira geral, sempre menores que os observados para a linhagem de *T. exiguum* testada (Tabela 3).

Para *T. pretiosum* não foi possível separar o efeito dos híbridos tão claramente, já que tanto o número de ovos parasitados, como a porcentagem de emergência, foram sempre reduzidas, comprovando a não-preferência dessa linhagem da espécie, por ovos de *P. xylostella* (Tabela 3).

**Tabela 3.** Número de ovos parasitados e porcentagem de emergência ( $\pm$ IC) de *Trichogramma exiguum* e *T. pretiosum*, provenientes do parasitismo de ovos de *Plutella xylostella* alimentada com diferentes genótipos de brássicas contaminadas com inseticidas químicos e produtos vegetais.

Genótipos	Número de ovos parasitados			Porcentagem de emergência	
	n	<i>T. exiguum</i>	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. exiguum</i>	<i>T. pretiosum</i>
HS20	10	8,1 $\pm$ 3,0 bA	3,6 $\pm$ 4,0 aB	98,7 $\pm$ 1,7 aA	60,0 $\pm$ 32,0 bA
Manteiga	10	16,2 $\pm$ 3,7 aA	0,3 $\pm$ 0,6 aB	100,0 $\pm$ 0,0 aA	10,0 $\pm$ 19,6 bcB
Midori	10	2,2 $\pm$ 4,1 bcA	2,2 $\pm$ 2,9 aB	20,0 $\pm$ 26,1 bA	50,0 $\pm$ 32,6 abA
Chato de Quintal	10	17,7 $\pm$ 2,0 aA	1,0 $\pm$ 1,1 aB	93,6 $\pm$ 7,0 aA	30,0 $\pm$ 29,9 abcB
Roxo Precoce	10	18,4 $\pm$ 6,2 aA	1,6 $\pm$ 1,7 aB	100,0 $\pm$ 0,0 aA	40,0 $\pm$ 32,0 abcB
Híbrido Roxo	10	1,7 $\pm$ 1,8 cA	0,0 $\pm$ 0,0 aA	30,0 $\pm$ 29,9 bA	0,0 $\pm$ 0,0 cA
C.V.(%)		38,89			

F para cultivar (P=0,00001); F para inseticida (P=0,03580); F para interação (P=0,00001).

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si; Tukey (P=0,05)

Apesar de se ter avaliado a razão sexual dos insetos emergidos, em todos os tratamentos, esses dados não foram apresentados, em função do baixo valor de parasitismo observado em grande parte dos tratamentos.

## CONCLUSÕES

- De maneira geral, a associação de inseticidas químicos ou produtos vegetais com diferentes cultivares de brássicas torna o manejo mais eficaz, como observado para o produto Biopiról quando aliado à cultivar Chato de Quintal, bem como para esta cultivar com os outros produtos.
- A interação entre cultivares e inseticidas químicos ou produtos vegetais pode ser prejudicial à atuação do parasitóide *Trichogramma*.
- A associação das táticas de manejo: resistência x controle com inseticidas químicos ou produtos vegetais x controle biológico num programa de manejo integrado, deve ser avaliada previamente, para se minimizar o efeito sobre inimigos naturais.

## REFERÊNCIAS

ALLAM, N. M. Diamondback moth and its natural enemies in Jamaica and some other Caribbean Islands In: INTERNATIONAL WORKSHOP OF DIAMONDBACK MOTH AND OTHER CRUCIFERS PESTS, 2., 1990, Taiwan: **Proceedings**. Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center, 1990. p. 233-243.

BARRANTES, A. J. A.; RODRIGUEZ, V. C. L. Abundancia estacional y dano de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) y el cultivo de repollo, durante la época seca en Alfaró Ruiz, Alajuela, Costa Rica. **Manejo Integrado de Plagas**, Chillan, v. 39, p. 17-24, 1996.

BARROS, R.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de cultivares de repolho, utilizadas para criação de *Plutella xylostella* (L.) (Lep.: Plutellidae) no desenvolvimento de

*Trichogramma pretiosum* (Riley) (Hym.: Trichogrammatidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 469-476, 1999.

CARVALHO, G. A.; PARRA, J. R. P.; BAPTISTA, J. C. Efeito de produtos fitossanitários utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sobre *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 nas gerações f1 e f2 em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 295-304, 2003.

CARVALHO, G. A.; PARRA, J. R. P.; BAPTISTA, J. C. Seletividade de alguns produtos fitossanitários a duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 583-591, 2001.

CARVALHO, G. A.; REIS, P. R.; MORAES, J. C.; FUINI, L. C.; ROCHA, L. C. D.; GOUSSAIN, M. M. Efeitos de alguns inseticidas utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, n. 6, v. 26, p. 1160-1166, 2002.

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

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

CORDERO, J.; CAVE, R. D. Natural enemies of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on crucifers in Honduras. **Entomophaga**, Paris, v. 37, n. 3, p. 397-407, 1992.

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

GONÇALVES-GERVÁSIO, R. C. R.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de extratos de meliáceas sobre o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 607-612, 2004.

HIRASHIMA, Y.; ABE, M.; TADAUCHI, O.; KONISHI, K.; MAETO, K. The hymenopterous parasitoids of the diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) In Japan. **Esakia**, Fukuoka, v. 28, p. 63-74, 1989.

LIN, J.; DICKSON, M. H.; ECKENRODE, C. J. Resistance of *Brassica* lines to the diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the field, and inheritance of resistance. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 77, p. 1293-1296, 1984.

LIN, J.; ECKENRODE, C. J.; DICKSON, M. H. Variation in *Brassica oleracea* resistance to diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 76, p. 1423-1427, 1983.

LYONS, D. B.; HELSON, B. V.; BOURCHIER, R. S.; JONES, G. C.; MCFARLANE, J.W. Effects of azadirachtin-based insecticides on the egg parasitoid *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 135, n. 5, p. 685-695, 2003.



MOURA, A. P.; CARVALHO, G. A.; RIGITANO, R. L. O. Toxicidade de inseticidas utilizados na cultura do tomateiro a *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 3, p. 203-210, 2005.

MOURA, A. P.; CARVALHO, G. A.; RIGITANO; R. L. O. Efeito residual de novos inseticidas utilizados na cultura do tomateiro sobre *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 231-237, 2004.

NEVES, B. P.; NOGUEIRA, J. C. M. **Cultivo e utilização do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss.)**. Embrapa - CNPAF – APA, 1996. 32 p. (Circular Técnica, 28).

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. *Trichogramma* no Brasil: viabilidade de uso após vinte anos de pesquisa. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 271-282, 2004.

SAXENA, R. C. Insecticides from Neem. In: ARNASON, J. T., PHILOGENE, B. J. R.; MORAND, P. (Ed.). **Insecticides of plant origin**. Washington: American Chemical Society, 1989. p. 110-129.

SCHMUTTERER, H. Insect growth-disrupting and fecundity-reducing ingredients from the neem and chinaberry trees. In: MORGAN, E. D.; MANDAVA, N. B. **CRC Handbook of Natural Pesticides**: Volume III, Insect Growth Regulators – Part B. Washington: CRC, 1987. p.119-167.

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

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

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

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há muito se preconiza a implantação do Manejo Integrado de Pragas (MIP), referindo-se ao mesmo como uma utilização conjunta de diversas táticas de controle de insetos nocivos. No entanto, poucos resultados relativos à compatibilidade dessas diversas táticas são apresentados, o que reduz significativamente a segurança para utilização do MIP no campo. Desta maneira, o MIP fica reduzido a uma prática de previsão de surtos de praga, para implantação do controle químico, antes que o crescimento populacional da praga atinja o nível de dano econômico.

Essa pesquisa teve por objetivo, relacionar as implicações de diversas táticas de controle de pragas: utilização de plantas resistentes, controle químico, controle por produtos vegetais e controle biológico, separadamente ou em conjunto.

Outro objetivo foi verificar algumas estratégias para implementação do MIP (como primordialmente preconizado), desde a escolha da variedade ou cultivar a ser plantada, até a escolha da tática de controle mais apropriada. Desta forma, foram determinadas essas interações obtendo-se expressivos resultados, que remontam ao papel do MIP como estratégia eficaz para manutenção da biodiversidade, sem resultados tão ofensivos ao ambiente.

Os resultados positivos no controle de *Plutella xylostella*, seja através de produtos químicos, vegetais ou dos parasitóides e a redução populacional alcançada com o emprego de diferentes cultivares de brássicas, além da interação desses métodos só reafirmam o importante papel de pesquisas como essa, na busca de gêneros alimentícios seguros, livres de resíduos danosos ao homem. Haja vista que a praga em questão é estudada por pesquisadores do mundo inteiro, merecendo destaque mundial através de grupos de pesquisa e “workshops” específicos para tratar do avanço em seu controle.

Além do exposto, durante a execução da pesquisa diversas outras perguntas a despeito do assunto surgiram, sendo que algumas vêm sendo pesquisadas,

apresentando dados parciais publicados em congressos e outras na forma de projeto, dependem de fomento, para serem postas em prática.

Desta forma, frente aos resultados obtidos, pode-se afirmar que a integração da cultivar Chato de Quintal com o inseticida lufenuron ou o produto vegetal nim (separadamente ou em rotação) e a espécie *Trichogramma exiguum*, é a melhor opção para o manejo da traça-das-crucíferas em locais com temperaturas mais amenas, devido principalmente a melhor adequação da cultivar nesse tipo de clima. De forma análoga, as mesmas condições para integração das táticas de controle para o manejo devem ser realizadas em locais com temperaturas semelhantes às de Jaboticabal, substituindo-se, no entanto, a cultivar CQ, pela cultivar Midori, que apresentou o melhor desenvolvimento nessa região.