Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Efeito de alguns inseticidas sobre a mariposa *Plutella xylostella* (L., 1758)
(Lepidoptera, Plutellidae) por meio de iscas esterilizantes

Letícia Mika Tiba

**Dissertação apresentada para obtenção do título
de Mestre em Ciências. Área de concentração:
Entomologia**

Piracicaba

2008

Letícia Mika Tiba
Engenheiro Agrônomo

**Efeito de alguns inseticidas sobre a mariposa *Plutella xylostella* (L., 1758)
(Lepidoptera, Plutellidae) por meio de iscas esterilizantes**

Orientador:
Prof. Dr. OCTAVIO NAKANO

**Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Entomologia**

Piracicaba
2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Tiba, Letícia Mika

Efeito de alguns inseticidas sobre a mariposa *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera, Plutellidae) por meio de iscas esterilizantes / Letícia Mika Tiba. - - Piracicaba, 2008.
58 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
Bibliografia.

1. Inseticidas 2. Iscas 3. Reguladores de crescimento 4. Reprodução animal 5. Traças
I. Título

CDD 632.7

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Aos meus amados pais,
Wataro Tiba e
Lilia Shizue Nemoto Tiba
por todo amor, dedicação, apoio e ensinamentos;

Aos meus queridos irmãos,
Silvana Érika Tiba,
Cássio Kim Tiba e
Alex Vitor Kenji Tiba
pelo carinho, amizade e alegria;

E ao meu namorado,
companheiro de todas as horas,
Ricardo Massumoto Masuda
pelo grande incentivo, compreensão e paciência;

Com muito amor e gratidão,

Dedico e Ofereço

AGRADECIMENTOS

A autora expressa seus agradecimentos a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

A Deus, por ter me guiado e sempre estado comigo;

Ao Prof. Dr. Octavio Nakano, pela orientação, confiança, apoio e amizade durante a graduação e mestrado;

Ao Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP pela oportunidade de realizar o curso de mestrado;

Aos professores do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP pelos ensinamentos transmitidos;

Às minhas amigas Fabiana Cristina Bortolazzo Romano, Catia Sumie Sazaki e Katherine Girón Perez pelo auxílio nos trabalhos e estudos e pela amizade em todos os momentos de dificuldade;

À Elza Massumoto Masuda e ao Prof. Dr. Fernando Luis Cònsoli pelo auxílio e correções do abstract;

À Prof. Marinéia de Lara Haddad e ao estatístico Eduardo Hiromasa Taniguchi pelo auxílio nas análises estatísticas;

Aos pesquisadores Dra. Rose Gomes Monnerat e Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Jr. pelo fornecimento de insetos para a criação;

Ao Prof. Dr. Gilberto Casadei de Baptista pelo empréstimo de material utilizado nos ensaios;

Às bibliotecárias Eliana M. Garcia, Sílvia M. Zinsly e Kátia M. de A. Ferraz, pelo auxílio nas normas para a elaboração da presente dissertação;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de estudos;

Aos amigos André Capelari Lahóz, Andressa Jorge Tavares de Oliveira, Carlos Eduardo Ito, Greice Erler, Guilherme Takao, Jamile Icassatti Saud, João Fernando Bernardini, Alexandre Luis Jordão, Luiz Henrique da Silva Fagundes Marques, Manuela Hiromi de Holanda Dodo e Oscar Bendeck pelo apoio e amizade;

Aos amigos do “Esquadrão Veneno” pelos anos de convívio, momentos de alegria e descontração e auxílios prestados;

Aos funcionários do Departamento de Entomologia pela amizade e auxílio nos trabalhos;

Aos colegas do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola pela colaboração e companheirismo;

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Biologia de <i>P. xylostella</i>	12
2.1.2 Ovos	12
2.1.3 Lagarta	12
2.1.4 Pupa	13
2.1.5 Adulto	13
2.2 Comportamento	14
2.3 Distribuição geográfica e hospedeiros	14
2.4 Dano	15
2.5 Métodos de controle	16
2.5.1 Controle biológico	16
2.5.2 Controle cultural	17
2.5.3 Cultivares resistentes	17
2.5.4 Controle químico	18
2.6 Químioesterilização de insetos	19
2.6.1 Produtos químioesterilizantes	21
2.6.1.1 Inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento de insetos (RCI's)	22
2.6.1.1.1 Inibidores da síntese de quitina	23
2.6.1.1.1.1 Benzoilfeniluréias	23
2.6.1.1.2 Substâncias que alteram a ação de hormônios reguladores de crescimento	25
2.6.1.1.2.1 Juvenóides	26
2.6.1.1.2.2 Agonistas de ecdisteróides	27
2.6.1.2 Avermectinas	28
3 MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1 Criação de <i>P. xylostella</i> em laboratório	30
3.2 Escolha dos químioesterilizantes	31

3.3 Testes de quimioesterilização	32
3.3.1 Determinação das dosagens para esterilização dos adultos	32
3.3.2 Determinação do efeito esterilizante	34
3.3.2.1 Para casais	34
3.3.2.2 Para machos e fêmeas separadamente	34
3.4 Análise dos resultados	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 Determinação das dosagens para esterilização dos adultos	36
4.2 Determinação do efeito esterilizante	42
4.2.1 Para casais	42
4.2.2 Para machos e fêmeas separadamente	46
5 CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS	50

RESUMO

Efeito de alguns inseticidas sobre a mariposa *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera, Plutellidae) por meio de iscas esterilizantes.

A mariposa *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera, Plutellidae), conhecida popularmente como traça das crucíferas, é uma importante praga da cultura das brássicas no Brasil e em diversos países. Seu controle normalmente é realizado com aplicações frequentes de inseticidas convencionais, porém esse controle tem se mostrado ineficiente, além dos problemas ambientais, econômicos e de resistência de insetos que pode causar. A quimioesterilização apresenta-se como uma alternativa para o manejo desta praga, utilizando inseticidas modernos, mais seletivos aos inimigos naturais e de menor impacto ambiental. O objetivo deste trabalho foi estudar o emprego de alguns inseticidas com propriedades esterilizantes sobre a fase adulta de *Plutella xylostella* determinando as dosagens adequadas que atuaram sobre sua reprodução. Os produtos foram fornecidos às mariposas em forma de iscas que consistiram em: solução do produto + melão 10%. Os inseticidas utilizados e suas respectivas dosagens foram abamectina (0,0025 g i.a./L calda), diflubenzurom (0,005 g i.a./L calda), lufenurom (0,005 g i.a./L calda) e piriproxifem (0,01 g i.a./L calda), além da testemunha. Apenas o tratamento com abamectina afetou a fecundidade de *Plutella xylostella*, apresentando $10,23 \pm 4,41$ ovos em média, enquanto na testemunha obteve-se $64,54 \pm 15,11$ ovos, porém a fertilidade foi afetada por todos os produtos. A viabilidade média dos ovos dos tratamentos com abamectina, diflubenzurom, lufenurom e piriproxifem foi, respectivamente 3,35%; 46,69%; 9,31% e 12,47%; todos diferiram estatisticamente da testemunha que apresentou viabilidade de 83,89%. A longevidade dos insetos tratados com os produtos não diferiu dos não tratados, com exceção dos indivíduos tratados com abamectina que apresentaram uma redução no tempo de vida. Quando os produtos testados foram oferecidos isoladamente para machos e fêmeas, a ação esterilizante apenas pode ser observada em fêmeas desta espécie, os machos não apresentaram nenhuma diferença com relação à testemunha quando alimentados com as iscas esterilizantes.

Palavras-chave: Traça das crucíferas; Quimioesterilização; Reguladores de crescimento de insetos; Avermectina; Reprodução

ABSTRACT

Insecticide effects on the diamondback moth *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera, Plutellidae) by using sterilizing baits.

Plutella xylostella (L., 1758) (Lepidoptera, Plutellidae), commonly known as diamondback moth, is an important pest of Brassicaceae in Brazil and several other countries. Its control is usually done with frequent applications of conventional insecticides. However, this approach is sometimes ineffective, besides some drawbacks such as environmental contamination, the high cost of application and the development of insecticides resistance. Chemosterilization using modern insecticides presents an alternative for this pest management. The aim of this study was to evaluate a range of insecticides with sterilizing properties on the adult reproduction of *Plutella xylostella*. Pesticides were provided to moths in baits, diluted in 10% molasses water solution. The insecticides used and respective doses were: abamectin (0.0025 g a.i./L), diflubenzuron (0.005 g a.i./L), lufenuron (0.005 g a.i./L) and pyriproxyfen (0.01 g a.i./L). A 10% molasses solution was used as a control treatment. Only abamectin affected the fecundity of *Plutella xylostella*, with a reduction from 64.54 ± 15.11 eggs/moth obtained in the control treatment to 10.23 ± 4.41 eggs/moth, when adults were fed this pesticide. However, fertility was affected by all pesticides. Egg viability when adults were feed abamectin (3.35%), diflubenzuron (46.69%), lufenuron (9.31%) and pyriproxyfen (12.47%) were reduced when compared to the control (83.89%). Only adults that were abamectin fed had their longevity reduced as compared to all other treatments. When the tested pesticides were offered isolated to males or females, their sterilizing activity was observed only when females had access to treated baits.

Keywords: Diamondback moth; Chemosterilization; Insect growth regulators; Avermectin; Reproduction

1 INTRODUÇÃO

A traça das crucíferas, *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera, Plutellidae) é uma praga comum em plantas da família Brassicaceae, tendo como representantes de importância econômica o repolho, couve, couve-flor, brócolis, etc.

A espécie destaca-se como uma das pragas de maior expressão econômica no cultivo de repolho, no Brasil e em várias outras regiões do mundo (CASTELO BRANCO et al., 1996; TALEKAR; SHELTON, 1993), podendo ocasionar prejuízos de até 100% nas cabeças, classificadas como inadequadas para o comércio (BARROS et al., 1993; BEZERRIL; CARNEIRO, 1992; CHEN et al., 1986; OOI; KELDERMAN, 1979).

A praga causa danos severos nas plantas, principalmente em épocas secas do ano, podendo ocasionar perdas totais nos campos de produção (CASTELO BRANCO; VILLAS BOAS, 1997). O dano é agravado porque ela ataca principalmente a folhagem, exatamente o que se retira para consumo e comercialização.

São necessárias novas tecnologias para o controle desta praga, pois o manejo convencional, com aplicações intensas de agrotóxicos, resulta em custos elevados, além de mostrar-se ineficiente em muitos casos.

O número de aplicações por ciclo da cultura pode chegar a 15/20, independente da presença da praga no campo, demonstrando a preocupação do agricultor em relação a esta praga (CARBALLO, 1992; GUAN-SOON, 1990; SAMPSON, 1992 apud VILLAS BOAS et al., 2004).

A utilização de defensivos em larga escala também apresenta prejuízos ao ambiente e ao homem devido aos resíduos que apresentam, destacadamente em hortaliças, resistência de pragas aos produtos utilizados, problemas toxicológicos e desequilíbrio ecológico.

Segundo Castelo Branco e Medeiros (2001 apud VILLAS BOAS et al., 2004), diferentes ingredientes ativos, isolados ou em mistura, são utilizados nas lavouras, com possíveis efeitos adversos sobre a população natural de parasitóides, além de acelerar a seleção de populações resistentes aos produtos empregados (CASTELO BRANCO, 1997; GATEHOUSE, 2001 apud VILLAS BOAS et al., 2004).

De acordo com Campos et al. (1997); Zilahi-Balogh et al. (1995 apud MICHEREFF, 2000), o uso indiscriminado de inseticidas sem a prévia estimativa dos danos da *P. xylostella* nos cultivos tem aumentado os custos de produção, eliminado os inimigos naturais e selecionado

populações da praga com resistência a diversos inseticidas pertencentes a vários grupos de ingredientes ativos.

Com a tecnificação da agricultura e devido aos inconvenientes do método convencional de controle, novos métodos vêm sendo estudados. Segundo Salgado (1979), vários métodos podem ser adequadamente integrados para o controle de pragas, como o uso de feromônios, emprego de parasitóides e predadores, plantas resistentes às pragas, técnicas de macho estéril e quimioesterilização.

Em adição à mortalidade, os tratamentos de pragas com certos inseticidas podem causar supressão populacional através da redução de acasalamento, fecundidade e eclosão de larvas (BARIOLA, 1984).

No estudo de novos métodos de controle de pragas, a quimioesterilização apresenta grandes possibilidades de eficiência e uma alternativa promissora para o manejo desta praga, utilizando inseticidas modernos e mais seletivos, diminuindo o impacto ambiental.

O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito esterilizante de alguns inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento de insetos e avermectinas em diferentes dosagens sobre adultos de *P. xylostella* por ingestão na forma de iscas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Biologia de *P. xylostella*

Monnerat (1995) relata que o ciclo de vida varia de 15 a 35 dias dependendo da temperatura.

Na temperatura de 15,56°C, o ciclo de vida de ovo a adulto foi em média 27 dias, sendo 6 dias de incubação dos ovos, 14 dias de período larval e 7 dias de período pupal, nesta temperatura poderia haver 14 gerações no ano. Já a 26,67°C o ciclo de vida foi de 11 dias, em média, com 2 dias de incubação dos ovos, 6 dias de desenvolvimento larval e 3 dias de período pupal, nesta temperatura poderia haver 30 gerações no ano (HO, 1965).

2.1.2 Ovos

Os ovos são alaranjados, pequenos, elípticos, aplanados, com relevos ondulados. São depositados na parte inferior das folhas, isolados ou em grupos de 2 ou 3, e o período de incubação é de 3 a 4 dias (MONNERAT, 1995; CASTELO BRANCO; VILLAS BOAS, 1997; GALLO et al., 2002).

Segundo Ho (1965) os ovos podem ser depositados isolados ou em grupos de 2 a 8, na parte superior ou inferior das folhas; são freqüentemente depositados nos sulcos ao longo das nervuras, sobre hastes jovens ou em pecíolos, e o período de incubação é de 2 a 8 dias.

Pouco antes da eclosão, o ovo escurece e as lagartas podem ser vistas sob o córion. Menos de 2% dos ovos são inférteis (HARCOURT, 1957).

2.1.3 Lagarta

A lagarta é inicialmente esbranquiçada, mas adquire pouco depois coloração verde-clara com a cabeça parda, e sobre o corpo notam-se pequenos pêlos escuros e esparsos. Apresenta quatro instares larvais, sendo que no quarto inicia a confecção do casulo (MONNERAT, 1995). Atingem o máximo de desenvolvimento com 8 a 10 mm de comprimento após 9 a 10 dias da

eclosão das lagartas (CASTELO BRANCO; VILLAS BOAS, 1997; GALLO et al., 2002; MONNERAT, 1995).

A cabeça das lagartas de primeiro e segundo ínstaes possui coloração preta, distinta do marrom-esverdeado da cabeça das lagartas de terceiro e quarto ínstaes. O período larval varia de 6 a 30 dias (MAU; KESSING, 2007) e a 28°C de 7 a 11 dias (MEDEIROS et al., 2003).

2.1.4 Pupa

A pupa fica dentro de um tênue casulo de seda branca (MONNERAT, 1995) e se fixa na face inferior das folhas ou em outras áreas protegidas da planta. O período pupal apresenta em média, segundo Gallo et al. (2002); Mau e Kessing (2007), 8 dias, e de acordo com Medeiros et al. (2003) a 28°C varia entre 3 a 5 dias.

2.1.5 Adulto

A mariposa é um microlepidóptero de coloração parda, o adulto apresenta cerca de 10 mm de comprimento, e apresenta estampado no dorso, quando as asas estão fechadas, um desenho prismático branco que lembra um diamante esculpido (SILVA JUNIOR, 1987).

Cada fêmea pode ovipositar, em média, 160 ovos durante seu ciclo de vida (MONNERAT, 1995).

Os adultos apresentam comportamento noturno, machos e fêmeas são do mesmo tamanho e a razão sexual é 1:1. Fêmeas vivem de 7 a 47 dias, média 16,2; e machos de 3 a 58 dias, média 12,1. O número de ovos colocados por fêmea pode variar de 18 a 356, sendo a média de 159. A oviposição começa normalmente no dia da emergência com duração aproximada de 10 dias, o pico ocorrendo na primeira noite de oviposição exceto quando a temperatura ao pôr-do-sol estiver abaixo de 18,89°C. O número de ovos por fêmea é influenciado pelo fotoperíodo, temperatura e idade ou condição da alimentação da lagarta (HARCOURT, 1957).

2.2 Comportamento

As lagartas se contorcem e recuam rapidamente quando perturbadas e podem cair da folha ficando penduradas temporariamente por um fio de seda, assim que a perturbação passa, elas voltam a subir pelo fio para a folha (MAU; KESSING, 2007).

Segundo Mau e Kessing (2007), as lagartas são suscetíveis ao afogamento, sendo os primeiros ínstaes os mais vulneráveis. Uma média de 56% de mortalidade causada pela chuva foi relatada por Harcourt (1957).

O acasalamento começa no dia da emergência ao entardecer enquanto as mariposas estão descansando sobre as plantas, dura cerca de 1 hora, e quando o casal é perturbado durante este período, a fêmea arrasta o macho para uma localização mais escondida na planta. Os ovos são colocados após o crepúsculo, com picos cerca de duas horas mais tarde; poucos ovos são colocados após a meia-noite (MAU; KESSING, 2007).

As mariposas apresentam hábito noturno com atividade de vôo das 19 às 7 horas (1 hora após o pôr-do-sol e 1 hora antes do nascer do sol) (DANTHANARAYANA, 1984 apud MAU; KESSING, 2007). Goodwin e Danthanarayana (1984) relataram que fêmeas e machos apresentaram picos de atividade de vôo respectivamente cerca de 2 e 4 horas após o pôr-do-sol.

Os adultos são inativos durante o dia, se perturbados voam irregularmente e alimentam-se das flores de brássicas pouco antes do anoitecer. Eles dispersam-se em vôos de curta distância, porém são facilmente transportados pelo vento para grandes distâncias e raramente voam a mais de 5 metros do solo. Estudos no Canadá sobre comportamento de vôo demonstraram que as fêmeas voam mais durante as duas primeiras horas da noite, sendo esta proporção invertida com o avanço da noite. As fêmeas são menos ativas e raramente voam a temperaturas abaixo de 12,78°C (HARCOURT, 1957).

2.3 Distribuição geográfica e hospedeiros

A origem da *P. xylostella* é provavelmente a região do Mediterrâneo, centro de origem das brássicas. Atualmente, esta praga está disseminada em todos os continentes acompanhando a disseminação das culturas (FILGUEIRA, 1987; MONNERAT, 1995).

É encontrada em grande parte da América do Norte, sul da América do Sul, sul da África, Europa, Índia, Sudeste Asiático, Nova Zelândia e partes da Austrália (HARDY, 1938 apud MAU; KESSING, 2007).

No Brasil o primeiro registro ocorreu na Bahia (BONDAR, 1928); na América do Norte foi relatada pela primeira vez em Illinois em 1854 e no oeste do Canadá em 1885 (HARCOURT, 1962 apud MAU; KESSING, 2007).

Atualmente, sua ocorrência no Brasil é observada durante o ano todo e em praticamente todos os campos de cultivo de brássicas (CASTELO BRANCO; GUIMARÃES, 1990; LOGES et al., 1996; MELO et al., 1994; SIQUEIRA, 1981). Esta praga também está presente em todo o Estados Unidos e em todas as províncias do Canadá. No Havaí, ela foi primeiramente relatada em 1892, e encontra-se presente em todas as ilhas (MAU; KESSING, 2007).

As plantas hospedeiras são todas as da família Brassicaceae, tanto as cultivadas como as selvagens. Algumas plantas daninhas, mostarda e rabanete são importantes hospedeiras alternativas para a espécie (MAU; KESSING, 2007).

2.4 Dano

Assim que eclodem, as lagartas penetram no interior das folhas onde ficam durante 2 ou 3 dias alimentando-se do parênquima. Em seguida abandonam a galeria e passam a alimentar-se da epiderme inferior da folha. Com isso, inutilizam as folhas para o consumo e comercialização (CASTELO BRANCO; VILLAS BOAS, 1997; GALLO et al., 2002; MONNERAT, 1995).

As lagartas comem a folha, exceto as nervuras; em alguns casos alimentam-se somente da epiderme inferior criando um efeito de transparência. No último ínstar a lagarta é mais voraz, causando mais prejuízos que os três primeiros estádios (MAU; KESSING, 2007).

Em repolhos jovens, estádios precoces das lagartas migram para o centro da planta onde estão as folhas mais novas e causam grandes lesões pela alimentação. O último ínstar larval é normalmente encontrado próximo das folhas novas, mas pode ser encontrado em folhas mais velhas. Os danos causados pelas lagartas pela alimentação é muitas vezes grave, e na maioria das áreas, produtos de qualidade não podem ser cultivados a menos que haja o controle da praga (MAU; KESSING, 2007).

As lagartas não se alimentam apenas das folhas, podem também se alimentarem de outras partes da planta. Em brócolos e couve-flor podem se alimentar das inflorescências e em couve-de-bruxelas dos rebentos. Se as lagartas se alimentarem das folhas novas antes da formação da cabeça do repolho, este pode apresentar sérias deformações e a não formação da cabeça (MAU; KESSING, 2007).

2.5 Métodos de controle

O difícil controle desta praga é devido grande parte à resistência genética aos inseticidas. O controle apenas biológico ou químico não é o suficiente, logo uma combinação dessas e outras táticas são necessárias (MAU; KESSING, 2007).

Além disso, a cerosidade das folhas impede a boa aderência dos inseticidas ao tecido foliar (NAKANO¹ - informação pessoal).

2.5.1 Controle biológico

O agroecossistema das brássicas apresenta um amplo complexo de inimigos naturais, dentre eles fungos entomopatogênicos (RIETHMACHER et al., 1992; PELL et al., 1993 apud SANTOS JR., 2006) e, himenópteros parasitóides (TALEKAR; HU 1996, KFIR 1997, MAHMOOD et al., 2004).

Os parasitóides e predadores de *P. xylostella* ocorrem naturalmente e podem reduzir a população na geração subsequente, desempenhando um papel importante no controle biológico da traça das crucíferas. Mais de 90 parasitóides de *P. xylostella* são conhecidos em diferentes partes do mundo, muitos dos quais ocorrem constantemente junto à praga. Altos níveis de parasitismo têm sido reportados para manter baixos os níveis da traça das crucíferas em muitas partes do mundo (WATERHOUSE, 1987). Em culturas utilizadas como alimento, onde danos aos produtos hortícolas devem ser mínimos, o controle químico não deve eliminar o controle biológico (HARCOURT, 1963 apud MAU; KESSING, 2007).

No Havaí vários parasitóides foram liberados para contribuir no controle dessa praga. *Cotesia plutellae*, um himenóptero nativo da Europa, que ataca as três primeiras fases larvais de

¹ NAKANO, O. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP.

P. xylostella, foi disseminada após uma reintrodução em 1980. Em condições climáticas mais frias, *Diadegma insulare* é disseminada e é um importante fator de controle. Outros parasitóides que foram liberados e podem ser citados são: *Brachymeria boranensis* (1953), *Diadromus collaris* (1983), *Tetrastichus nr. sokolowskii* (1953), e *Trichogramma chilonis* (1984) (Waterhouse, 1987). Outros parasitóides que foram criados para esta praga no Havaí são: *Pristomerus hawaiiensis* Perkins e *Chelonus blackburni* Cameron (JOHNSON et al., 1988).

No Brasil, muitos parasitóides são encontrados juntamente com a traça das crucíferas nos campos de produção, sendo comuns *Diadegma* sp., *Apanteles* sp. e *Cotesia plutellae* (MONNERAT et al., 2000).

2.5.2 Controle cultural

Do ponto de vista econômico, a fase larval é a única responsável pelos danos, e uma mortalidade precoce desta fase é mais importante que um controle após as lagartas estarem estabelecidas (HARCOURT, 1957). Lagartas, principalmente as jovens, são muito sensíveis ao afogamento. Durante os períodos de chuvas e alta umidade, quando existem gotículas de água, mais da metade das três primeiras fases larvais morrem por afogamento (WATERHOUSE, 1987). A irrigação apresenta eficaz controle de *P. xylostella*; em Oahu (Havaí) durante os períodos normais de vento, os aspersores são ligados aproximadamente às 9 horas, o controle é alcançado em 4 a 6 semanas após o início do programa. Porém quando a circulação de ar é pobre, as doenças tornam-se um problema (MAU; KESSING, 2007).

Os restos culturais devem ser removidos imediatamente após a colheita das culturas para ajudar a evitar a permanência da traça e posteriores migrações para plantas jovens em áreas adjacentes (FLINT, 1985 apud MAU; KESSING, 2007).

2.5.3 Cultivares resistentes

A utilização de cultivares resistentes, como medida auxiliar no controle de *P. xylostella*, tem sido freqüente (DICKSON; ECKENRODE, 1980; LIN et al., 1983; PIMENTEL, 1961; STONER, 1990).

Segundo Eigenbrode e Shelton (1990) variedades resistentes cerosas são eficazes apenas contra lagartas de primeiro ínstar, o que sugere que o mecanismo de resistência reside na rejeição do alimento por estas lagartas, resultando numa grande movimentação e pouca alimentação. Este comportamento pode levar a um aumento na taxa de lagartas mortas por falta de alimentação e desidratação.

A utilização de cultivares altamente resistentes, com intensiva pressão de seleção, pode favorecer o aparecimento de biótipos, o que poderia ser atenuado com o uso de cultivares com resistência moderada, aliado à participação efetiva de inimigos naturais (SHEPARD; DAHLMAN, 1988).

A resistência de plantas à *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 (EIGENBRODE et al., 1990, 1991; SPENCER, 1996; SPENCER et al., 1999; ULMER et al., 2002 apud THULER, 2007).

2.5.4 Controle químico

O controle químico, por sua eficácia e facilidade de execução, é considerado o principal método de controle da praga (VILLAS BOAS et al., 1990; FRANÇA et al., 1985).

No Brasil, observou-se que o número de aplicações pode variar de um a quatro por semana, geralmente sem sucesso (CASTELO BRANCO et al., 2001 apud VILLAS BOAS et al., 2004).

Diversos inseticidas como os organofosforados, carbamatos e piretróides são usados contra a traça das crucíferas (KRISHNAIAH; MAHON, 1983; MOHAMAD; ISMAIL, 1988 apud MONNERAT et al., 2000), entretanto, o uso contínuo desses produtos tem selecionado populações resistentes, obrigando os produtores a utilizarem cada vez doses mais elevadas (OOI, 1986 apud MONNERAT et al., 2000).

Segundo Nakano², recentemente, produtores de repolho da Chapada Diamantina (BA), relataram que este cultivo foi abandonado naquela região devido à impossibilidade do controle desta praga (informação pessoal).

² NAKANO, O. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP.

Atualmente, no Brasil, as culturas do brócolos, couve, couve-flor, repolho e canola possuem produtos registrados para o controle dessa praga (ANDREI, 2005).

2.6 Químioesterilização de insetos

A esterilização de insetos pode ser obtida através da radiação, utilizada na técnica do macho estéril, manipulação genética, que consiste na liberação de strains mutantes ou pela químioesterilização, utilizando substâncias químicas para a indução da esterilidade (BORKOVEC, 1976; MASÍS-CHACÓN, 1988). A terminologia dessas técnicas é imprecisa e varia de acordo com preferências pessoais, porém, uma característica que elas possuem em comum é a interferência na reprodução do inseto, levando à redução ou extinção da população (ROMANO, 2007).

A esterilização química aplicada na forma de iscas difere da técnica do macho estéril, pois visa esterilizar os indivíduos no campo, sem a necessidade da multiplicação da praga em laboratório. Esse método pode ser integrado com métodos químicos, biológicos e culturais no contexto do manejo integrado de pragas (SAZAKI, 2006).

De acordo com Knipling (1959), a químioesterilização é um método de controle eficiente e racional porque interrompe a reprodução de populações naturais de pragas com efeitos imediatos, pois os indivíduos estéreis da população tratada tornam-se agentes biológicos capazes de anular o potencial reprodutivo de outros membros da população que não receberam tratamento.

Segundo Borkovec (1976) os químioesterilizantes são compostos que interferem no potencial reprodutivo dos organismos que se reproduzem sexualmente.

Estes produtos possuem algumas vantagens sobre os inseticidas convencionais, como: a) os organismos esterilizados são capazes de suprimir a reprodução da restante população fértil; b) os indivíduos esterilizados que sobrevivem em várias gerações subsequentes poderão continuar o processo de supressão da reprodução; c) os indivíduos esterilizados são capazes de se misturar com o restante da população e competir em cópulas com os indivíduos normais; d) a população de uma praga sujeita à químioesterilização será mantida em alta densidade servindo de alimento aos pássaros e outros predadores e sem dano às culturas quando comparada com uma população tratada com inseticida. A desvantagem sobre os inseticidas convencionais é a demora da

supressão da praga alvo, pois a esterilização só atua sobre a geração descendente dos insetos tratados (GOUCK; LA BRECQUE, 1964; KNIPLING, 1959; LA BRECQUE et al., 1962; LA CHANCE et al., 1968; MASON et al., 1968, apud ROMANO, 2007).

Os quimioesterilizantes podem ser incluídos nas fontes de alimento dos insetos, pulverizados nos lugares onde se desenvolvem ou sobre seu próprio corpo, estudos iniciais devem sempre ser realizados em laboratório, com objetivo de adequar a dose ótima ao estágio de desenvolvimento do inseto, determinar a duração do período de esterilização, estudar possíveis efeitos sobre a competitividade de acasalamento e longevidade, além de observar efeitos sobre os processos reprodutivos e fisiológicos (MASÍS-CHACÓN, 1988).

Knipling (1959) declara que os quimioesterilizantes, além de serem utilizados para esterilizar insetos em condições de laboratório para posterior liberação no campo, podem ser aplicados diretamente nas plantas, no campo, atuando sobre os insetos que porventura se alimentarem delas. Segundo La Brecque e Keller (1965); Masís-Chacón (1988), a quimioesterilização é um instrumento excepcional para se obter a indução da esterilidade em uma população natural.

Masís-Chacón (1988) estudou o efeito dos produtos abamectina, diflubenzurom e clorfluazurom sobre a broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). As pupas foram embebidas durante 5 minutos em soluções desses inseticidas nas dosagens pré-estabelecidas. Clorfluazurom a 2,7% foi o único tratamento em que a fecundidade foi nula. Com relação à porcentagem de larvas não eclodidas, os maiores valores foram apresentados pelos produtos diflubenzurom e clorfluazurom. Somente a abamectina a $2,5 \times 10^{-5}\%$ provocou 100% de esterilidade. O número médio de espermátóforos encontrados nas fêmeas não tratadas foi superior ao dos tratamentos contendo as maiores concentrações das substâncias esterilizantes. Pode-se sugerir a ocorrência de inibição na capacidade de cópula dos machos tratados provocada provavelmente por alterações morfológicas, as quais dificultariam a chegada dos espermátóforos até a bolsa copuladora da fêmea, ou ainda podem ter ocorrido alterações no processo de multiplicação das células do espermátóforo, o que impediria a sua formação.

Nakano e Romano (2002) desenvolveram um experimento que constou da adição de inseticida à isca, da qual as moscas-das-frutas se alimentaram, em sub dosagens, com o objetivo de reduzir a postura de ovos e a eclosão das larvas de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). Os produtos utilizados foram lufenurom, triflumurom, azadiractina, tebufenozide e testemunha.

Os resultados mostraram que lufenurom a 10 ppm e azadiractina a 30 ppm foram 100% eficientes em relação à não oviposição até 6 dias após o pico de oviposição; triflumurom a 10 ppm obteve bons índices de eficiência, superando os 80% em todas as avaliações realizadas. Tebufenozide a 10 ppm não mostrou índices satisfatórios de eficiência, não devendo ser recomendado para a esterilização da mosca-das-frutas.

Segundo Romano (2002), a viabilidade dos ovos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) foi afetada quando fêmeas tratadas via ingestão através de iscas tóxicas acasalaram com machos não tratados. Os tratamentos utilizados foram metoxifenozeide; lufenurom e abamectina nas doses de 0,45; 0,75 e 0,45 mL p.c./L água respectivamente. O tratamento com lufenurom permitiu grande número de postura, porém apresentou a menor viabilidade dos ovos, apresentando média de 0,29%. Metoxifenozeide mostrou uma porcentagem de viabilidade de ovos de 47,59% e abamectina, de 12,07%, quando comparados com 98,54% na testemunha.

Sazaki (2006) verificou que adultos de *D. saccharalis* tratados com iscas contendo piriproxifem 1,8 e 2,0 g i.a./L e lufenurom 2,0 g i.a./L apresentaram eficiência na esterilização de 96,4%, 79% e 78,8% respectivamente.

2.6.1 Produtos quimioesterilizantes

Segundo Meyer (2003), são conhecidos cerca de 400 substâncias químicas que causam esterilidade reprodutiva em insetos. Alguns desses compostos inibem o desenvolvimento ovariano ou induzem alterações na estrutura química dos ácidos nucleicos, DNA e RNA. Essas mutações interferem na divisão celular ou impedem o desenvolvimento embrionário normal.

Os quimioesterilizantes mais recomendados até a década de 70 em pesquisas de laboratório eram agentes alquilantes (apholate, tepa, metepa, uredepa) e alguns nitrofuranos, mas seu uso na prática foi impossibilitado, pois se comprovou tratar de substâncias fortemente mutagênicas, carcinogênicas e produtoras de esterilidade sexual em mamíferos (LA BRECQUE; KELLER, 1965).

Atualmente os inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento e as avermectinas apresentam amplo potencial quimioesterilizante, de acordo com inúmeros autores, como Bariola (1984); Masís-Chacón (1988); Oliveira (2004); Perez (1983); Romano (2002); Romano (2007); Sazaki (2006).

2.6.1.1 Inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento de insetos (RCI's)

De acordo com Guedes (1999), os reguladores de crescimento de insetos são classificados principalmente em: inibidores da síntese de quitina ou inibidores de formação de cutícula e substâncias que alteram a ação de hormônios reguladores de crescimento. Os inibidores de formação de cutícula são as uréias substituídas, a buprofezina, a nikkomicina, o DU 1911, o MON-0585 e a ciromazina. O segundo grupo compreende os juvenóides (JHA), os anti-jjuvenóides e os ecdisteróides.

Os inseticidas reguladores de crescimento de insetos são normalmente empregados na fase de desenvolvimento larval dos insetos porque interferem com o processo de ecdise que ocorre na passagem entre estádios e entre o último estágio larval e a fase de pupa em lepidópteros, hemípteros-auchenorrhyncha e dípteros. Ao serem ingeridos pelas larvas, estes produtos alteram o sistema hormonal, que inibe a formação e a deposição da quitina antes ou durante o período de muda (BORROR; DELONG, 1969).

Além de impedir a emergência de adultos, os inseticidas reguladores de crescimento de insetos podem exercer controle através de efeitos subletais (SAZAKI, 2006).

A maioria dos RCI's não possuem ação de choque, não têm amplo espectro de ação e agem principalmente por ingestão, apesar de que em certas espécies de insetos podem agir também por contato. A lenta ação inicial dos produtos é compensada pelo prolongado período de proteção que em geral conferem às plantas, devido ao excelente efeito residual. Por serem específicos para algumas ordens, favorecem a preservação de parasitóides, predadores e fungos entomopatogênicos, sendo, portanto, recomendados para programas de manejo integrado de pragas (FRANÇA; BRANCO, 1996).

2.6.1.1.1 Inibidores da síntese de quitina

2.6.1.1.1.1 Benzoilfeniluréias

Benzoilfeniluréias (clorfluazurom, diflubenzurom, flufenoxurom, lufenurom, novalurom, teflubenzurom, triflumurom, etc) são os principais representantes dos inseticidas do grupo dos inibidores da síntese de quitina (OMOTO, 2000).

Segundo Retnakaram et al. (1985 apud SAZAKI, 2006) essas substâncias provavelmente inibem a formação da quitina sintetase a partir do seu zimógeno, pela interferência em alguma protease responsável pela ativação da enzima.

De acordo com Andrei (2005), o diflubenzurom interfere na deposição de quitina, após a ingestão as larvas têm dificuldades na ecdise. A cutícula mal formada do novo ínstar não suporta a pressão interna durante a ecdise e/ou não consegue dar suficiente suporte aos músculos envolvidos. Isso resulta numa incapacidade em liberar a exúvia e finalmente conduz à morte das larvas.

Em aplicações tópicas de diflubenzurom em mosca do estábulo, Wright e Spates (1976) observaram que quando ambos os sexos foram tratados com solução do produto a 0,1%, a eclosão das larvas foi menor que 0,1%. Além disso, machos tratados com essa solução a 1% transferiram o efeito esterilizante às fêmeas no momento da cópula.

A administração oral de triflumurom a 0,05% durante os cinco primeiros dias após a emergência dos adultos de *Musca autumnalis* (Diptera: Muscidae) causou 100% de esterilização quando fêmeas tratadas foram acasaladas com machos da mesma idade não tratados. Resultados similares foram obtidos quando fêmeas tratadas foram acasaladas com machos tratados. O efeito esterilizante do produto em machos tratados não foi significativo, o que foi provado pela baixa inibição da eclosão de larvas quando machos tratados foram acasalados com fêmeas não tratadas (BROCE; GONZAGA, 1987).

Van Laecke et al. (1989) observaram que a adição de 100 ppm de clorfluazurom na solução de mel a 10% da qual mariposas de *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) se alimentaram causou apenas 16% de porcentagem de eclosão de larvas. O efeito da administração de clorfluazurom durante o estágio adulto ainda foi observado na geração F₁, onde apenas 0,16% dos ovos colocados desenvolveram-se até o 5º ínstar larval.

Adultos de *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) alimentados com solução de mel a 10% contendo 3; 1,5 ou 0,75 ppm de clorfluazurom apresentaram reduzida longevidade, sendo os machos mais susceptíveis que as fêmeas. A viabilidade dos ovos colocados por mariposas tratadas foi de 24,8; 22,2 e 16,6% nas diferentes concentrações, respectivamente (HEGAZY, 1991).

O tratamento tópico de larvas de 1º instar de *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) com diflubenzurom a 0,0147 µg/larva resultou em 100% de esterilidade quando machos tratados foram acasalados com fêmeas tratadas (PRASAD et al., 1992).

O tratamento de adultos de *Ephestia cautella* (Lepidoptera: Pyralidae) com lufenurom nas dosagens de 25, 50, 75 e 100 ppm causou decréscimo na longevidade de adultos, no número de ovos colocados por fêmea e na sua viabilidade (AL-JBOORY et al., 1998).

Ávila e Nakano (1999) alimentaram adultos de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) com folhas de feijão tratadas com lufenurom, durante 13 dias após o acasalamento. Foi observada uma redução no número de ovos por fêmea (177,5 e 375,4) e redução da viabilidade embrionária (19,8 e 68,7%) nos tratamentos com lufenurom em relação à testemunha. Aparentemente o produto ingerido pela fêmea foi transferido transovarianamente para o embrião, afetando seu desenvolvimento e impedindo a eclosão das larvas.

Lyra et al. (1999) testaram o efeito de flufenoxuron sobre a atividade copuladora do macho de *S. littoralis*, tratando lagartas de 3º instar com o produto, tanto por ingestão como por contato, e verificaram que os machos provenientes de larvas tratadas com flufenoxuron não tiveram sua capacidade copuladora alterada, podendo competir sexualmente com os machos normais.

Em um experimento com *C. capitata*, Giner et al. (1999) observaram que lufenurom a 1ppm causou supressão total de oviposição em fêmeas tratadas durante três horas. O mesmo foi observado em fêmeas que copularam com machos tratados com lufenurom a 5 ppm. A esterilidade de machos tratados continuou por 25 dias após o tratamento. Triflumurom também causou total supressão de oviposição em fêmeas tratadas durante três dias.

O tratamento de lagartas de *P. xylostella* de segundo, terceiro e quarto ínstares com lufenurom causou a redução da fecundidade dos adultos, que foi de 10,2 ovos por fêmea no tratamento, comparado a 135,8 ovos por fêmea na testemunha, e de seu período de oviposição, que foi de 3,2 dias em comparação a 7,8 dias na testemunha (JOSAN; SINGH, 2000).

Perveen (2000) observou que lagartas de quinto ínstar de *S. litura* que foram tratadas com doses subletais (1,0 ng/larva e 3,75 ng/larva) de clorfluazurom apresentaram redução na fertilidade e na viabilidade dos ovos. Quando somente fêmeas foram tratadas, a fertilidade foi reduzida para 49-58%; quando somente machos foram tratados, a redução na fertilidade foi de 65-81% e quando ambos os sexos foram tratados, foi de 68-83%. A viabilidade foi de 22-26% quando somente fêmeas foram tratadas, 44-66% quando somente machos foram tratados e 45-72% quando se tratou ambos os sexos.

De acordo com Lopis et al. (2004) lufenurom apresentou efeito esterilizante sobre moscas-frutas, reduzindo em 80,4% e 77,6% a população de *C. capitata* em experimentos de campo através de iscas com emulsão de lufenurom e com armadilhas delta contendo gel protéico com lufenurom, respectivamente.

Segundo Sáenz-de-Cabezón et al. (2006) houve um decréscimo na fecundidade e fertilidade de *Lobesia botrana* quando tratada com lufenurom, o total de ovos por fêmea foi de $72,2 \pm 10,3$ na concentração de 10 ppm, significativamente bem menor que na testemunha que apresentou $145,8 \pm 11,0$. A porcentagem de eclosão foi de $17,7 \pm 5,7\%$ e $89,2 \pm 2,5\%$ no tratamento e testemunha respectivamente. Ainda segundo este mesmo autor, o lufenuron afeta drasticamente a reprodução desta praga, produzindo uma esterilidade de 90,2% e reduzindo a eclosão de lagartas em 18%.

Romano (2007) observou que mariposas de *S. frugiperda* tratadas com lufenurom (0,75 mL p.c./L) e clorfluazurom (2,0 mL p.c./L) apresentaram baixa viabilidade de ovos, sendo nos dois tratamentos de apenas 0,24%.

2.6.1.1.2 Substâncias que alteram a ação de hormônios reguladores de crescimento

O crescimento e desenvolvimento dos insetos é marcado por períodos de muda, regulados pelo ecdisteróide 20-hidroxiecdisônio (20E ou hormônio da ecdise) e o hormônio juvenil (HJ). Três compostos com atividade semelhante foram isolados de insetos e foram nomeados como HJ1, HJ2 e HJ3; estes diferem na atividade fisiológica e concentração na hemolinfa durante o ciclo de vida do inseto. O HJ1 e HJ2 foram identificados principalmente em larvas e ninfas, sugerindo que são hormônios morfogenéticos, enquanto o HJ3 é gonadotrópico (KORT; GRANGER, 1981).

O HJ está presente no estágio larval ou ninfal, embora não em quantidades constantes. A concentração do HJ é mais alta no início de um ínstar e baixa no final. No último ínstar larval ocorre a queda abrupta do nível de HJ na circulação, permitindo que a metamorfose ocorra. Em algumas espécies há um pico de concentração de HJ pouco antes da pupação. Nos adultos, a concentração aumenta novamente, dependendo do estágio fisiológico ou do estágio do ciclo reprodutivo (BROWN, 1994; DHADIALLA et al., 1998; GRENIER; GRENIER, 1993; HELLER et al., 1992 apud SAZAKI, 2006).

No estágio adulto, tanto o HJ como o 20E estão envolvidos na regulação da maturação reprodutiva. Qualquer interferência na homeostase de um ou mais desses hormônios com fontes exógenas ou com análogos sintéticos pode resultar na interferência dos processos fisiológicos de crescimento, desenvolvimento e reprodução (DHADIALLA; CARLSON; LE, 1998; GRENIER; GRENIER, 1993 apud SAZAKI, 2006).

A espermatogênese é um processo sequencial de diferenciação e divisão celular. A taxa dessas divisões e de todos os processos podem ser acelerados pelo ecdisônio, mas somente na relativa ausência do HJ. O HJ está relacionado ao desenvolvimento dos testículos, agindo no complexo sequencial de maturação das gônadas e células germinativas (DUMSER, 1980).

2.6.1.1.2.1 Juvenóides

Os juvenóides (metoprene, fenoxicarb, piriproxifem, etc) são os inseticidas aromáticos não terpenóides, eles mimetizam a ação do hormônio juvenil suprimindo a metamorfose e prolongando o período larval ou ninfal (DHADIALLA; CARLSON; LE, 1998; OMOTO, 2000). Esses inseticidas são tóxicos para um amplo espectro de insetos durante os estágios reprodutivo, embrionário e último ínstar larval. Pouco é conhecido sobre as características moleculares das proteínas receptoras pelas quais o hormônio juvenil ou seus análogos manifestem sua atividade, mas as evidências disponíveis sugerem que esses compostos podem exercer atividade através de diferentes ligações entre células e proteínas (DHADIALLA; CARLSON; LE, 1998). Essas substâncias também apresentam efeitos sobre a embriogênese (efeito ovicida) e reprodução (efeito esterilizante) (RETNAKARAN et al., 1985 apud OMOTO, 2000).

As substâncias que são agonistas dos hormônios juvenis dos insetos provocam nos mesmos, alterações no seu desenvolvimento, sendo que essas alterações normalmente são

seguidas por morte ou má formação dos indivíduos, e ainda, em muitos casos, o desenvolvimento embrionário é afetado (MASÍS-CHACÓN, 1988).

O fenoxicarbe aplicado sobre massas de ovos de 1 dia de *S. frugiperda* nas dosagens de 0,50; 100 e 200 g i.a./ha, ocasionou uma eclosão de larvas de 86,95; 30,5; 10,8 e 17,4%, respectivamente (GARDNER, 1991).

Os efeitos de piriproxifem na reprodução de *S. litura* foram analisados por Hatakoshi (1992). A aplicação tópica de 0,3 ng em pupas fêmeas reduziu a oviposição. O número total de ovos colocados por fêmea na testemunha foi de 1480 e a longevidade das mesmas foi de $7,5 \pm 1,9$ dias, enquanto que uma fêmea tratada com piriproxifem colocou 475 ovos e sua longevidade média foi de $4,1 \pm 2,9$ dias.

Estudando o efeito de fenoxicarb e metoprene sobre o desenvolvimento do sistema reprodutor interno e de células germinativas em larvas de 5^o ínstar de *S. littoralis*, Aldebis et al. (1994) observaram um atraso na fusão testicular; em pré-pupas procedentes de larvas tratadas com fenoxicarb, aparecem alterações no desenvolvimento das células germinativas que conduzem à má formação de espermatozóides.

De acordo com Oliveira (2004), pupas de machos de *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) podem ser esterilizadas por imersão durante 3 minutos pelo produto piriproxifem na dosagem de 2 mL p.c./L água, sendo viável a liberação para o controle desta praga em casa de vegetação. Este mesmo autor testou a eficiência de piriproxifem (2mL p.c./L de água) aplicado na forma de isca tóxica com 5% de melaço, em casa-de-vegetação, obtendo 80,66% menos lagartas em relação à testemunha.

Oouchi (2005) relatou que aplicação tópica de 100 ppm de piriproxifem sobre ovos de 0-1 dias de *P. xylostella* reduziu a eclosão de lagartas em 90%. O contato das mariposas com uma superfície de alumínio contaminada com 0,04 mg do produto por cm² em solução de acetona e óleo de canola reduziu a viabilidade dos ovos produzidos em até 90%.

2.6.1.1.2.2 Agonistas de ecdisteróides

Os produtos agonistas de ecdisteróides (tebufenozide e metoxifenozone) pertencem ao grupo das diacilhidrazinas, exibem sua atividade inseticida através da interação com os receptores

de proteínas de ecdisteróides. Esses compostos aceleram o processo de ecdise, mas seu exato modo de ação ainda é desconhecido (DHADIALLA; CARLSON; LE, 1998)

Trisyono e Chippendale (1997) observaram que metoxifenoazida e tebufenoazida tiveram ação ovicida sobre *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae). A maioria dos ovos tratados com 100 e 200 ppm dos produtos morreram sem que se pudesse observar desenvolvimento embrionário. Em ovos tratados com 1 e 10 ppm, foi possível visualizar a cápsula cefálica das lagartas, mas a maioria destas não eclodiu.

Tebufenozida apresentou ação transovariana em adultos de *S. frugiperda*, provocando redução significativa no número de ovos e na porcentagem de ovos viáveis quando comparadas com a testemunha (MORAIS, 2001).

2.6.1.2 Avermectinas

Os produtos do grupo das avermectinas são substâncias agonistas do neurotransmissor ácido γ -aminobutírico (GABA), aumentando a permeabilidade da membrana da célula nervosa para o íon Cl acarretando na inibição do potencial pós-sináptico, bloqueio na transmissão do estímulo nervoso, imobilização e paralisia do inseto (OMOTO, 2000).

Esta substância é produzida por um fungo do solo chamado *Streptomyces avermitilis* (LOFGREN; WILLIAMS, 1982) e o seu sítio de ação ainda não é exatamente conhecido, porém sabe-se que estes inseticidas interferem tanto nos canais de Cl que são mediados pelo GABA como aqueles que não são controlados por este neurotransmissor (OMOTO, 2000).

O efeito esterilizante de avermectin β_{1a} foi observado por Lofgren e Williams (1982) em rainhas de *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) através do fornecimento de iscas de óleo de soja contendo uma concentração de 0,0025% do produto. O produto causou completa esterilidade ou redução no número e tamanho dos ovos colocados.

Perez (1983) observou que o produto avermectin, em dosagens entre 31 e 37 ppm colocado na dieta, causou esterilidade irreversível aos adultos de *C. capitata* com inibição total da postura. Observou ainda que machos alimentados com avermectin na dieta, ao acasalar com fêmeas não tratadas, foram capazes de causar esterilidade às mesmas, inibindo completamente a postura.

Bariola (1984) observou os efeitos de avermectin B₁ aplicado topicamente em adultos de *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae). O produto, nas dosagens de 0,015 e 0,035 µg, inibiu o acasalamento durante 72 horas quando machos foram tratados. Quando apenas as fêmeas foram tratadas, a porcentagem de acasalamento até 72 horas após o tratamento foi de 7%. A oviposição e a viabilidade dos ovos também foram reduzidas tanto quando fêmeas tratadas foram acasaladas com machos não tratados como quando machos tratados foram acasalados com fêmeas não tratadas.

Observando os efeitos de avermectin B₁ incluído na dieta de adultos de *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae), Beach e Todd (1985) constataram que na testemunha, a viabilidade dos ovos foi de 85,4% e no tratamento com 7,2 mg/L do produto, a viabilidade foi nula. No campo, plantas de algodão foram colocadas em gaiolas e pulverizadas com avermectin a 0,16 Kg i.a./ha. Vinte e quatro horas após o tratamento, mariposas foram colocadas em contato com estas plantas. Obteve-se uma média de oviposição de 5,9 ovos/planta quando comparados a 31,9 ovos/planta, na testemunha.

Tiritan et al. (1993) observaram que a imersão de pupas de *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera, Gelechiidae) durante 5 minutos em solução de abamectina a $2,5 \times 10^{-5}$ provocou a esterilização dos adultos, diminuição do número de ovos colocados e redução da longevidade dos adultos.

Em experimento realizado com *D. saccharalis*, Nakano e Poletto (1998), observaram após a imersão de pupas dessa espécie em solução inseticida de abamectina $2,5 \times 10^{-5}\%$ durante 3 minutos, 100% de esterilidade dos adultos.

Romano (2007) observou que mariposas de *S. frugiperda* tratadas com abamectina (0,45 mL p.c./L) apresentaram baixa viabilidade de ovos (5,9%) e redução na produção de ovos ($303,63 \pm 47,01$) se comparadas com a testemunha ($1080 \pm 92,07$).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Defensivos Agrícolas do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, no período de março de 2006 a fevereiro de 2008.

Os ensaios foram realizados em temperatura e umidade relativa ambiente e fotofase de 12 horas.

3.1 Criação de *P. xylostella* em laboratório

Para iniciar a criação de *P. xylostella* em laboratório foram fornecidas pupas da criação-estoque mantida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Recursos Genéticos e Biotecnologia (Embrapa – Cenargen). Pela ocorrência da contaminação da população por um vírus granulose, identificado pelo professor Sérgio Batista Alves, esta foi descartada e uma nova população foi adquirida da criação-estoque da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista. Para que não houvesse influência nos resultados pelas populações serem diferentes, os ensaios realizados com a população anterior foram repetidos para a nova população.

As lagartas foram criadas em bandejas, sendo fornecidas folhas de couve diariamente. Ao atingir o estágio de pupa, estas foram retiradas das folhas e colocadas em placa de Petri. Para a manutenção da criação foram separadas aproximadamente 20% das pupas e o restante destinadas aos experimentos.

As pupas utilizadas nos experimentos foram isoladas, cada uma em um tubo de ensaio de 1 cm de altura e 7,5 cm de diâmetro e fechadas com filme plástico (Figura 1), isto foi realizado para que não ocorresse a mistura entre machos e fêmeas por ocasião da emergência, prejudicando os experimentos, pois a separação dos sexos nesta espécie é mais facilmente realizada em adultos. Assim que emergiam, os adultos eram sexados e os experimentos montados com casais do dia.

Figura 1 – Tubos de ensaio com pupas de *P. xylostella* isoladas

As pupas destinadas à criação foram colocadas em uma gaiola de voil de 14 cm de diâmetro e 19 cm de altura, após a emergência dos adultos colocou-se no interior da gaiola uma folha de couve com o pecíolo embebido em água onde foram feitas as posturas e também um pequeno tubo de vidro contendo solução de melaço a 10% e um pedaço de algodão que fornecia, por capilaridade, o alimento às mariposas. A solução de melaço foi trocada a cada dois dias para que não ocorresse fermentação e a folha, trocada diariamente até o cessamento das posturas.

O alimento oferecido às lagartas foi obtido plantando-se couve manteiga, *Brassica oleracea* L. var. *acephala* “Manteiga”, em vasos em casa de vegetação na área do referido Departamento. As plantas não receberam qualquer tipo de tratamento químico para garantir um alimento sem resíduo de defensivos. As folhas, antes de serem oferecidas às lagartas, foram lavadas com hipoclorito de sódio a 2% e enxaguadas com água destilada.

A criação foi mantida em temperatura e umidade relativa ambiente e 12 horas de fotofase.

3.2 Escolha dos quimioesterilizantes

Para esta etapa do experimento, foram escolhidos produtos reconhecidos como causadores de distúrbios reprodutivos em insetos com base em trabalhos já realizados (OLIVEIRA, 2004; ROMANO, 2002, 2007; SAZAKI, 2006). Foram testados os produtos abamectina (Vertimec 18 CE), diflubenzurom (Dimilin), lufenurom (Match CE) e piriproxifem (Cordial 100 CE); a descrição dos produtos está na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição dos produtos segundo Compêndio de Defensivos Agrícolas (ANDREI, 2005)

Ingrediente ativo (i.a.)	Marca comercial	Tipo de formulação	Concentração do i.a.	Grupo químico	Classificação toxicológica	Periculosidade ambiental
Abamectina	Vertimec 18 CE	concentrado emulsionável	18 g/L	Avermectina	III – medianamente tóxico	II – produto muito perigoso
Diflubenzurom	Dimilin	pó molhável	250 g/Kg	Benzoiluréia	IV – pouco tóxico	III – produto perigoso
Lufenurom	Match CE	concentrado emulsionável	50 g/L	Aciluréia	IV – pouco tóxico	II – produto muito perigoso
Piriproxifem	Cordial 100	concentrado emulsionável	100 g/L	Éter piridiloxipropílico	I – extremamente tóxico	II – produto muito tóxico

Foram escolhidos produtos de diversos grupos químicos visando alternar seu uso caso todos sejam viáveis.

3.3 Testes de quimioesterilização

3.3.1 Determinação das dosagens para esterilização dos adultos

Para a determinação da dosagem, foi colocado um casal por gaiola, constituída por uma placa de vidro de 10 cm de diâmetro e 5 cm de altura e fechada com filme plástico (Figura 2).

Figura 2 – Gaiolas de vidro montadas para ensaios com solução alimentar e disco de folha de couve para oviposição

No interior de cada gaiola foi colocada a isca esterilizante que consistiu em um pedaço de algodão embebido na solução inseticida em dosagem pré-estabelecida + melaço a 10% + 0,25% de nipagin (anticontaminante) dentro de tampinha de garrafa tipo “PET”, para a testemunha utilizou-se apenas solução de melaço a 10%, e um disco de folha de couve medindo 6 cm de diâmetro sobre disco de papel filtro e este sobre esponja, embebida com água destilada, e todos dentro de uma placa de Petri de mesmo formato e tamanho para a oviposição (Figura 3) (BARROS, 1998).

Figura 3 - Disco de folha de couve, disco de papel filtro, esponja e placa de Petri – metodologia para oviposição de *P. xylostella* (BARROS, 1998)

As dosagens utilizadas foram baseadas nas recomendações do Compêndio de Defensivos Agrícolas (ANDREI, 2005), devendo estas, serem subdosagens.

Diariamente retirou-se a postura que foi colocada em placa de Petri com papel filtro umedecido para a avaliação da viabilidade dos ovos. Esse procedimento continuou até a morte das mariposas ou o cessamento da oviposição.

O delineamento experimental foi totalmente casualizado, com 6 tratamentos e 15 repetições.

Foram tomadas como dosagens adequadas aquelas que não mataram as mariposas, mas que provocaram esterilização nas mesmas, no número de ovos colocados e/ou na sua viabilidade.

Foram avaliados a longevidade dos indivíduos, o número de ovos colocados e a viabilidade destes ovos.

3.3.2 Determinação do efeito esterilizante

3.3.2.1 Para casais

Para este ensaio, utilizou-se a mesma metodologia da determinação das dosagens para esterilização dos adultos, tanto para a alimentação das mariposas como para a oviposição, também foi utilizado um casal por gaiola, sendo esta a gaiola de vidro citada na ensaio anterior.

As dosagens utilizadas foram aquelas estabelecidas nos testes anteriores, de determinação das dosagens adequadas para esterilização dos adultos, sendo a menor dosagem de cada produto que apresentou a melhor eficiência em relação à redução na viabilidade dos ovos.

O delineamento adotado foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 15 repetições.

Apenas produtos que apresentaram boa eficiência, baseada na baixa viabilidade dos ovos, foram utilizados na etapa dos testes de efeito esterilizante em machos e fêmeas separadamente.

Foram avaliados a longevidade dos indivíduos, o número de ovos colocados e a viabilidade destes ovos.

3.3.2.2 Para machos e fêmeas separadamente

Neste ensaio, foram colocadas em gaiolas de voil, citadas no item 3.1. - Criação de *P. xylostella* em laboratório - aproximadamente 20 mariposas fêmeas juntamente com a isca esterilizante para cada tratamento (Figura 4). Após dois dias, período no qual as mariposas já se alimentaram, foram montados os casais colocando-se uma fêmea tratada com um macho não tratado em gaiola de vidro, mencionado no item 3.3.1. – Determinação das dosagens para esterilização dos adultos - e a partir daí alimentadas apenas com solução de melaço a 10%, a fim de determinar, após o acasalamento, se houve efeito esterilizante quando apenas fêmeas são tratadas. Concomitantemente, o mesmo ensaio foi realizado com machos tratados que foram colocados para acasalar com fêmeas não tratadas a fim de determinar o efeito esterilizante provocado nos machos.

Figura 4 – Gaiolas de voil para alimentação de machos e fêmeas separadamente

A metodologia para a oviposição é a mesma mencionada na determinação das dosagens adequadas para esterilização dos adultos.

Os produtos e dosagens utilizados foram apenas aqueles que apresentaram boa eficiência em relação à redução na viabilidade dos ovos no ensaio da determinação do efeito esterilizante em casais.

O delineamento adotado foi inteiramente casualizado com 7 tratamentos e 15 repetições.

Foram avaliados o número de ovos colocados e a viabilidade destes ovos, a longevidade dos indivíduos não foi avaliada, pois os resultados já foram observados nos ensaios anteriores.

3.4 Análise dos resultados

Os dados foram submetidos ao teste F de significância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Para o número de ovos e longevidade dos indivíduos foi utilizada a transformação de $\sqrt{(x+k)}$, sendo “k” respectivamente 6 e 2. Para a viabilidade dos ovos utilizou-se $\arcsen \sqrt{(x/k)}$, sendo $k=100$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Determinação das dosagens para esterilização dos adultos

Na Tabela 2 estão disponibilizados os produtos utilizados, ingrediente ativo, marca comercial e as dosagens testadas para cada produto.

Tabela 2 – Ingrediente ativo e marca comercial dos produtos e dosagens utilizados para a determinação das dosagens para esterilização dos adultos de *P. xylostella*

Produto (i.a.)	Marca comercial	Dosagens (g i.a./L calda*)
Abamectina	Vertimec 18 EC	0,0025
		0,005
		0,0075
		0,010
		0,0125
Diflubenzurom	Dimilin	0,005
		0,010
		0,015
		0,025
		0,050
Lufenurom	Match CE	0,075
		0,005
		0,010
		0,015
		0,020
Piriproxifem	Cordial 100	0,030
		0,005
		0,010
		0,020
		0,030
		0,050

* Calda: solução de melão 10%

As dosagens selecionadas para os produtos abamectina, diflubenzurom, lufenurom e piriproxifem foram respectivamente 0,0025; 0,005; 0,005 e 0,010 g i.a./L, estas dosagens foram

as menores que não mataram as mariposas e que apresentaram efeito esterilizante sobre os adultos de *P. xylostella*, no número de ovos e/ou na viabilidade dos mesmos como demonstrado nas Tabelas 3 a 6 e Gráficos 1 a 4.

A abamectina mostrou-se eficiente nas dosagens mais baixas de 0,0025 e 0,005 g i.a./L, tanto na fecundidade como na fertilidade de *P. xylostella* e apresentou efeito de repelência à mariposa a partir da dosagem de 0,0075 g i.a./L, como verificado na Tabela 3 e Gráfico 1. A longevidade das fêmeas não foi afetada pelo produto, porém nos machos ocorreu uma diminuição a partir da dosagem de 0,005 g i.a./L (Tabela 3).

Tabela 3 - Número médio de ovos e longevidade média de machos e fêmeas por tratamento quando casais foram submetidos as diferentes dosagens de abamectina. Piracicaba, SP, agosto de 2007

Tratamento (g i.a./L)	Número médio de ovos	Longevidade média (dias)	
		Fêmeas	Machos
Testemunha	122,13 ± 14,95 a	6,38 ± 1,10 a	10 ± 2,07 a
Abamectina 0,0025	0 ± 0,00 d	5 ± 1,75 a	6,38 ± 0,96 ab
Abamectina 0,0050	0,38 ± 0,37 cd	4,25 ± 1,36 a	2,88 ± 0,73 b
Abamectina 0,0075	8,63 ± 3,38 bc	5,75 ± 1,75 a	4,75 ± 1,77 b
Abamectina 0,010	16,25 ± 4,46 b	4,38 ± 1,44 a	4,36 ± 1,10 b
Abamectina 0,0125	18,50 ± 4,13 b	4,25 ± 1,13 a	4,5 ± 1,20 b
Coeficiente de variação (CV)	17,056%	20,604%	18,502%

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância

Gráfico 1 - Viabilidade média dos ovos por tratamento quando casais foram submetidos a diferentes dosagens de abamectina. Piracicaba, SP, agosto de 2007

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância

O número médio de ovos e a longevidade média, tanto dos machos como das fêmeas, nos diferentes tratamentos de diflubenzurom, não diferiram estatisticamente da testemunha (Tabela 4), porém a viabilidade dos ovos de adultos tratados com diflubenzurom foi afetada nas dosagens de 0,005; 0,010 e 0,025 g i.a./L e na dosagem de 0,075 g i.a./L o produto apresentou efeito repelente (Gráfico 2).

Tabela 4 - Número médio de ovos e longevidade média de machos e fêmeas por tratamento quando casais foram submetidos as diferentes dosagens de diflubenzurom. Piracicaba, SP, setembro de 2007

Tratamento (g i.a./L)	Número médio de ovos	Longevidade média (dias)	
		Fêmeas	Machos
Testemunha	72,88 ± 2,77 a	5,25 ± 0,52 ab	10,38 ± 2,09 a
Diflubenzurom 0,005	71,50 ± 9,70 a	5,5 ± 1,56 ab	8,63 ± 2,03 a
Diflubenzurom 0,010	76,38 ± 20,34 a	7,63 ± 1,36 ab	8,75 ± 1,90 a
Diflubenzurom 0,025	72,75 ± 11,70 a	4 ± 0,00 b	5,25 ± 0,74 a
Diflubenzurom 0,050	70,75 ± 6,94 a	4 ± 0,00 b	5,5 ± 1,04 a
Diflubenzurom 0,075	74 ± 11,32 a	5,13 ± 0,73 ab	6 ± 1,16 a
Coeficiente de variação (CV)	15,270%	12,210%	17,562%

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância

Gráfico 2 - Viabilidade média dos ovos por tratamento quando casais foram submetidos as diferentes dosagens de diflubenzurom. Piracicaba, SP, setembro de 2007

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância

A fertilidade dos casais tratados com lufenurom foi afetada a partir da dosagem de 0,005 g i.a./L (Gráfico 3), mas este produto não afetou a fecundidade e a longevidade dos adultos de *P. xylostella* (Tabela 5).

Tabela 5 - Número médio de ovos e longevidade média de machos e fêmeas por tratamento quando casais foram submetidos as diferentes dosagens de lufenurom. Piracicaba, SP, outubro de 2007

Tratamento (g i.a./L)	Número médio de ovos	Longevidade média (dias)	
		Fêmeas	Machos
Testemunha	108,88 ± 14,84 ab	9,25 ± 2,22 a	10 ± 0,65 a
Lufenurom 0,005	135,13 ± 12,86 a	7,75 ± 0,58 a	13,25 ± 1,06 a
Lufenurom 0,010	108 ± 19,68 ab	8,25 ± 1,58 a	11,38 ± 1,56 a
Lufenurom 0,015	89,38 ± 23,01 ab	8,38 ± 1,98 a	11,5 ± 1,39 a
Lufenurom 0,020	84,50 ± 18,10 ab	9,88 ± 2,01 a	13 ± 1,04 a
Lufenurom 0,030	72,13 ± 19,14 ab	9 ± 1,89 a	10,13 ± 2,60 a
Coeficiente de variação (CV)	18,973%	3,234%	12,020%

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância

Gráfico 3 - Viabilidade média dos ovos por tratamento quando casais foram submetidos as diferentes dosagens de lufenurom. Piracicaba, SP, outubro de 2007

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância

A utilização de piriproxifem afetou a fertilidade dos adultos a partir da dosagem de 0,010 g i.a./L, mas não mostrou diferenças estatisticamente significativas para a fecundidade e a longevidade dos adultos.

Tabela 6 - Número médio de ovos e longevidade média de machos e fêmeas por tratamento quando casais foram submetidos as diferentes dosagens de piriproxifem. Piracicaba, SP, novembro de 2007

Tratamento (g i.a./L)	Número médio de ovos	Longevidade média (dias)	
		Fêmeas	Machos
Testemunha	140,63 ± 23,29 ab	6 ± 0,76 a	9,5 ± 1,60 a
Piriproxifem 0,005	145,50 ± 19,52 ab	8,13 ± 1,29 a	10,75 ± 1,41 a
Piriproxifem 0,010	119,63 ± 27,17 ab	6,75 ± 1,22 a	11,5 ± 1,20 a
Piriproxifem 0,020	124,13 ± 10,27 ab	8,13 ± 0,78 a	10,75 ± 0,95 a
Piriproxifem 0,030	80,75 ± 15,33 b	7,5 ± 0,53 a	8,88 ± 1,24 a
Piriproxifem 0,050	85,13 ± 21,77 b	7,25 ± 1,09 a	11,88 ± 1,32 a
Coeficiente de variação (CV)		10,871%	10,779%

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância

Gráfico 4 - Viabilidade média dos ovos por tratamento quando casais foram submetidos as diferentes dosagens de piriproxifem. Piracicaba, SP, novembro de 2007

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância

4.2 Determinação do efeito esterilizante

4.2.1 Para casais

As dosagens seleccionadas no ensaio anterior estão apresentadas no Quadro 1, apenas foram seleccionados produtos que afetaram a reprodução de *P. xylostella*.

Produto (i.a.)	Dosagens (g i.a./L calda)
Abamectina	0,0025
Diflubenzurom	0,0050
Lufenurom	0,0050
Piriproxifem	0,010

Quadro 1 – Produtos e dosagens utilizados para a determinação do efeito esterilizante em casais de *P. xylostella*

O número médio de ovos colocados por *P. xylostella* variou de $10,23 \pm 4,41$ (casais tratados com abamectina) a $85,23 \pm 23,95$ (casais tratados com lufenurom). Estatisticamente, os tratamentos com diflubenzurom, lufenurom e piriproxifem não diferiram da testemunha, apenas abamectina apresentou diferença (Tabela 7).

Com relação à viabilidade dos ovos, todos os tratamentos foram afetados. O tratamento com abamectina obteve a menor viabilidade dos ovos (3,35%), porém não diferiu estatisticamente do tratamento com lufenurom (9,31%). O tratamento lufenurom foi intermediário aos tratamentos abamectina e piriproxifem, que diferiram entre si, mas lufenurom não diferiu estatisticamente destes dois tratamentos. Diflubenzurom diferiu da testemunha, entretanto, apresentou viabilidade dos ovos de 46,69%, considerada alta, sendo assim descartado para o ensaio de esterilização de machos e fêmeas separadamente.

A número de ovos da testemunha ($64,54 \pm 15,11$) foi relativamente baixo se comparado com o encontrado por Harcourt (1957) que verificou que o número de ovos colocados por fêmea pode variar de 18 a 356, sendo a média de 159 ovos.

Os casais tratados com lufenurom apresentaram maior número de ovos ($85,23 \pm 23,95$) discordando de Josan e Singh (2000), que observaram que lagartas de *P. xylostella* de segundo,

terceiro e quarto instares tratadas com lufenurom apresentaram número reduzido de ovos (10,2 ovos por fêmea) se comparado com a testemunha (135,8 ovos por fêmea), porém concordam com Romano (2007) que tratou adultos de *S. frugiperda* com iscas esterilizantes de lufenurom e encontrou um grande número de ovos.

Apesar do grande número de ovos, quando casais foram tratados com lufenurom, a viabilidade dos ovos foi baixa. Os ovos provenientes deste tratamento foram fecundados, pois verificou-se a formação da cápsula cefálica nos ovos não eclodidos. A formação do embrião confirma que ocorreu cópula e a fecundação do óvulo, mas o embrião não completou seu desenvolvimento e não foi capaz de romper o córion do ovo. Na esterilização física, a indução da mutação letal dominante nas células reprodutivas dos insetos não impede o embrião de se desenvolver até a maturidade. A morte embrionária geralmente ocorre no início da divisão celular, conseqüentemente, os ovos fecundados não originam lagartas (VAN DER VLOEDT; KLASSEN, 2005).

A formação do embrião também foi observada através do córion de ovos de *D. speciosa* tratados com lufenurom a 0,033%, apenas 19,8% dos ovos produzidos foram viáveis (ÁVILA; NAKANO, 1999) e ovos de *S. frugiperda* tratadas com 0,75 mL p.c./L água, sendo 0,24% dos ovos viáveis (ROMANO, 2007).

Al-Jboory et al. (1998) trataram adultos de *Ephestia cautella* (Lepidoptera: Pyralidae) com lufenuron nas dosagens de 25, 50, 75 e 100 ppm causando decréscimo na longevidade de adultos, no número de ovos colocados por fêmea e na sua viabilidade.

Os resultados de fertilidade e fecundidade obtidos com abamectina (Tabela 7 e Gráfico 5) concordam com Tiritan et al. (1993) que observaram que a imersão de pupas de *P. operculella* durante 5 minutos em solução de abamectin a $2,5 \times 10^{-5}$ provocou a esterilização dos adultos, diminuição do número de ovos colocados e redução da longevidade dos adultos. Neste trabalho, fêmeas tratadas com abamectina também apresentaram redução da longevidade (Tabela 8).

Romano (2007) também observou efeito na reprodução de adultos de *S. frugiperda* quando tratados com abamectina (0,45 mL p.c./L) apresentaram baixa viabilidade de ovos (5,9%) e redução na produção de ovos ($303,63 \pm 47,01$) se comparadas com a testemunha ($1080 \pm 92,07$).

Em experimento realizado com *D. saccharalis*, Nakano e Poletto (1998), observaram após a imersão de pupas dessa espécie em solução inseticida de abamectina $2,5 \times 10^{-5}\%$ durante 3 minutos, 100% de esterilidade dos adultos.

No campo, plantas de algodão foram colocadas em gaiolas e pulverizadas com avermectina a 0,16 Kg i.a./ha. Vinte e quatro horas após o tratamento, mariposas foram colocadas em contato com estas plantas. Obteve-se uma média de oviposição de 5,9 ovos/planta quando comparados a 31,9 ovos/planta, na testemunha (BEACH; TODD, 1985).

O tratamento tópico de larvas de 1^o ínstar de *S. litura* com diflubenzurom a 0,0147 µg/larva resultou em 100% de esterilidade quando machos tratados foram acasalados com fêmeas tratadas (PRASAD et al., 1992) discordando dos resultados obtidos, pois diflubenzurom não apresentou efeito sobre a fecundidade e a viabilidade dos ovos foi intermediária, diferindo da testemunha, mas também dos tratamentos mais eficientes (Tabela 7 e Gráfico 5).

Sazaki (2006) também obteve média eficiência na redução da viabilidade de ovos de *D. saccharalis* utilizando iscas esterilizantes de 3,75; 5,0 e 7,5 g i.a./L de diflubenzurom. A viabilidade dos ovos foi respectivamente 48,3; 61,0 e 42,4%.

Oouchi (2005) relatou que aplicação tópica de 100 ppm de piriproxifem sobre ovos de 0-1 dia de *P. xylostella* reduziu a eclosão de lagartas em 90%. O contato das mariposas com uma superfície de alumínio contaminada com 0,04 mg do produto por cm² em solução de acetona e óleo de canola reduziu a viabilidade dos ovos produzidos em até 90%. No presente trabalho, piriproxifem também apresentou uma redução de aproximadamente 90% na viabilidade dos ovos (Gráfico 5).

Sazaki (2006) também observou efeito esterilizante de piriproxifem, em mariposas da broca-da-cana, nas dosagens de 1,8 e 2,0 g i.a./L com eficiência de esterilização de 96,4% e 79% respectivamente.

A vitelogênese, desenvolvimento dos oócitos e outros processos fisiológicos e bioquímicos são dependentes do nível de hormônio juvenil na hemolinfa (WYATT; DAVEY, 1996 apud DHADIALLA; CARLSON; LE, 1998). O efeito de qualquer hormônio é determinado por três fatores: concentração do hormônio circulante, interação entre o hormônio e os receptores celulares e regulação (KORT; GRANGER, 1981).

A redução na viabilidade dos ovos em função da ingestão de inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento de insetos pode ser explicada em função do desbalanceamento dos níveis hormonais, através da aplicação de seus análogos (SAZAKI, 2006).

Tabela 7 - Número médio de ovos por tratamento quando casais foram submetidos aos diferentes tratamentos. Piracicaba, SP, dezembro de 2007

Tratamento	Número médio de ovos
Testemunha	64,54 ± 15,11 a
Abamectina	10,23 ± 4,41 b
Diflubenzurom	44 ± 9,07 a
Lufeniurom	85,23 ± 23,95 a
Piriproxifem	66,23 ± 21,10 a
Coefficiente de variação (CV)	30,372%

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância

Gráfico 5 - Viabilidade média dos ovos por tratamento quando casais foram submetidos aos diferentes tratamentos. Piracicaba, SP, dezembro de 2007

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância

Tabela 8 - Longevidade média de machos e fêmeas por tratamento quando casais foram submetidos aos diferentes tratamentos. Piracicaba, SP, dezembro de 2007

Tratamento	Longevidade média (dias)	
	Fêmeas	Machos
Testemunha	8,54 ± 1,17 a	8,23 ± 0,96 a
Abamectina	5,92 ± 0,88 b	7,46 ± 0,88 a
Diflubenzurom	7,77 ± 1,37 ab	8,46 ± 1,22 a
Lufenurum	9,77 ± 1,66 a	9,69 ± 1,25 a
Piriproxifem	7,54 ± 0,93 ab	9,15 ± 1,32 a
Coeficiente de variação (CV)	12,342%	11,014%

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância

4.2.2 Para machos e fêmeas separadamente

Os produtos selecionados no ensaio para determinação do efeito esterilizante para casais, e suas respectivas dosagens, estão disponibilizados no Quadro 2. Foram selecionados produtos que afetaram consideravelmente a viabilidade dos ovos de *P. xylostella*.

Produto (i.a.)	Dosagens (g i.a./L calda)
Abamectina	0,0025
Lufenurum	0,0050
Piriproxifem	0,010

Quadro 2 - Produtos e dosagens utilizados para a determinação do efeito esterilizante em machos e fêmeas de *P. xylostella* separadamente

Apenas dois tratamentos apresentaram diferença estatística com relação à testemunha. Esses tratamentos foram fêmeas tratadas com abamectina, sendo responsáveis pelo menor número de ovos colocados ($7,25 \pm 3,90$) e fêmeas tratadas com piriproxifem ($45 \pm 14,00$).

A ação esterilizante foi observada apenas em fêmeas desta espécie. Nos casais onde os machos foram tratados, não houve nenhuma diferença com relação à testemunha, tanto na fertilidade como na fecundidade.

Os casais constituídos de fêmeas tratadas obtiveram baixa viabilidade dos ovos em todos os tratamentos, não apresentando diferenças estatísticas entre eles, abamectina (2,84%), lufeniurom (13,25%) e piriproxifem (10,01%), quando comparados com a testemunha (73,81%).

Bariola (1984) observou que adultos de *P. gossypiella* tratados topicamente com avermectin B₁, nas dosagens de 0,0015 e 0,0035 µg tiveram a oviposição e a viabilidade dos ovos reduzidas tanto quando fêmeas tratadas foram acasaladas com machos não tratados como quando machos tratados foram acasalados com fêmeas não tratadas. Esses resultados discordam dos obtidos neste trabalho porque tanto o número de ovos como a viabilidade destes só foram reduzidos quando fêmeas tratadas foram acasaladas com machos não tratados (Tabela 9 e Gráfico 6).

Tabela 9 - Número médio de ovos por tratamento quando machos e fêmeas foram submetidos aos diferentes tratamentos separadamente. Piracicaba, SP, janeiro de 2008

Tratamento	Número médio de ovos
Testemunha	108,38 ± 22,31 a
Abamectina *	7,25 ± 3,90 c
Abamectina **	71,25 ± 18,25 ab
Lufeniurom *	72,13 ± 13,98 ab
Lufeniurom **	58,13 ± 12,39 ab
Piriproxifem *	45 ± 14,00 b
Piriproxifem **	68,75 ± 16,01 ab
Coeficiente de variação (CV)	23, 475%

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância

* Fêmeas tratadas com o respectivo produto por dois dias

** Machos tratados com o respectivo produto por dois dias

Gráfico 6 – Viabilidade média dos ovos por tratamento quando machos e fêmeas casais foram submetidos aos diferentes tratamentos separadamente. Piracicaba, SP, janeiro de 2008

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância

5 CONCLUSÕES

A longevidade dos insetos tratados com os produtos não foi afetada, com exceção de fêmeas tratadas com abamectina que apresentaram uma redução neste tempo.

Apenas o tratamento abamectina reduziu a produção de ovos em relação à testemunha.

Os tratamentos abamectina, lufenurom e piriproxifem reduziram consideravelmente a viabilidade dos ovos, sendo de 3,35; 9,31 e 12,47% respectivamente.

A ação esterilizante foi observada apenas em fêmeas de *P. xylostella*.

REFERÊNCIAS

- ALDEBIS, H.K.; VARGAS OSUNA, E.; SANTIAGO ÁLVAREZ, C. Efectos del fenoxicarb y del metopreno sobre el desarrollo del sistema reproductor interno del macho de *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae). **Investigación Agropecuária: Protección Vegetal**, Madrid, v. 9, n. 2, p. 281-287, 1994.
- AL-JBOORY, I.J.; AZIZ, F.M.; ZOIEN, Q.K. Effect of insect inhibitor lufenuron (Match) on *Ephestia cautella* (Walk.) (Pyralidae: Lepidoptera) under laboratory conditions. **Arab Journal of Plant Protection**, Bayrut, v. 16, n. 2, p.8 1-85, 1998.
- ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**: guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola. São Paulo: Andrei, 2005. 1141 p.
- ÁVILA, C.; NAKANO, O. Efeito do regulador de crescimento lufenuron na reprodução de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 293-299, jun. 1999.
- BARIOLA, L.A. Pink bollworms (Lepidoptera: Gelechiidae): effects of low concentrations of selected insecticides on mating and fecundity in the laboratory. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 77, n. 5, p. 1278-1282, Oct. 1984.
- 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 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- BARROS, R.; ALBERTO JUNIOR, I.B.; OLIVEIRA, A.J.; SOUZA, A.C.F.; LOPES, V. Controle químico da traça as crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), em repolho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 22, n. 3, p. 436-169, 1993.
- BEACH, R.M.; TODD, J.W. Toxicity of Avermectin to larva and adult soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) and influence on larva feeding and adult fertility and fecundity. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 78, n. 5, p. 1125-1128, Oct. 1985.
- BEZERRIL, E.F.; CARNEIRO, J.S. Manejo integrado da traça do repolho, *Plutella xylostella* (L.) no Planalto do Ibiapaba-Ceará. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 49, 1992.

BONDAR, G. Uma séria praga do repolho na Bahia *Plutella maculipennis* Curtis. **Chácaras e Quintais**, São Paulo, v. 38, n. 6, p. 602, 1928.

BORKOVEC, A.B. Control and management of insect populations by chemosterilants. **Environmental Health Perspectives**, Research Triangle Park, v. 14, n. 2, p. 103-107, 1976.

BORROR, D.J.; DELONG, D.M. **Estudo dos insetos**. São Paulo: EDUSP, 1969. 653 p.

BROCE, A.B.; GONZAGA, V.G. Effects of substituted benzoylphenols and triflumuron on the reproduction of the face fly (Diptera: Muscidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 80, n. 1, p. 37-43, Feb. 1987.

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.; VILLAS BOAS, G.L. **Traça-das-crucíferas *Plutella xylostella*: artrópodes de importância econômica**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1997. (Comunicado Técnico da Embrapa Hortaliças).

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

CHEN, C.; CHANG, S.; CHENG, L.; HOU, R.F. Deterrent effect of the chinaberry extract on oviposition of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 120, p. 165-169, 1996.

DHADIALLA, T.S.; CARLSON, G.R.; LE, D.P. New insecticidas with ecdysteroidal and juvenile hormona activity. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 43, p. 545-569, 1998.

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

DUMSER, J.B. The regulation of spermatogenesis in insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 25, p. 341-369, 1980.

EIGENBRODE, D.E.; SHELTON, A.M. Behavior of neonate diamondback moth larvae (Lepidoptera: Plutellidae) on glossy-lesfed resistant *Brassica oleracea* L. **Environmental Entomology**, College Park, v. 19, n. 4, p. 1086-1090, 1990.

FILGUEIRA, F.A.R. **ABC da olericultura**: guia da pequena lavoura. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987.

FRANÇA, F.H.; CASTELO BRANCO, M. Controle de pragas de hortaliças com produtos reguladores de crescimento de insetos. In: SIMPÓSIO ESTADUAL SOBRE O USO DE AGROTÓXICOS EM HORTALIÇAS, 14., 1996, Tianguá. **Anais ...** Brasília: EMBRAPA, CNPH, 1996. p. 4-8.

FRANÇA, F.H.; CORDEIRO, C.M.T.; GIORDANO, L.B.; RESENDE, A.M. Controle da traça das crucíferas em repolho, 1984. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 3, n. 2, p. 47-53, 1985.

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

GARDNER, W.A. Ovicidal properties of fenoxycarb against the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 74, p. 257-261, June 1991.

GINER, V.C.; BALAGUER, A.G.; PUERTA, C.M.; MILLO, J.P.; YUFERA, E.P. Insect growth regulators as chemosterilants for *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 92, n. 2, p. 303-308, 1999.

GOODWIN, S.; DANTHANARAYANA, W. Flight activity of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). **Journal of the Australian Entomological Society**, Brisbane, v. 23, p. 235-240, 1984.

GUEDES, R.N.C. Mecanismo de ação de inseticidas. In: OMOTO, C.; GUEDES, R.N.C. (Ed.). **Resistência de pragas a pesticidas**: princípios e práticas. Uberlândia, 1999. cap. 2, p. 6-12.

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

HATAKOSHI, M. An inhibitory mechanism over oviposition in the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* by juvenile hormone analogue pyriproxyfen. **Journal of Insect Physiology**, London, v. 38, n. 10, p. 793-801, Oct. 1992.

HEGAZY, G. Effect of sublethal concentrations of the insect growth inhibitor chlorfluazuron on the cotton leafworm *Spodoptera littoralis* (Boisd.). **Annals of Agricultural Science**, Cairo, v. 36, n. 2, p. 693-702, 1991.

HO, T.H. The life-history and control of diamond-back moth in Malaya. **Bulletin Division. of Agriculture Malaysia**, n. 118, 26 p. 1965.

JOHNSON, M.W.; MITCHELL, W.C.; ROBIN, M.R. CUSHING, N.L.; RETHWISCH, M.D. Parasitization of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), in Hawaii. **Proceedings of the Hawaiian Entomological Society**, Honolulu, v. 28, p. 197-203, 1988.

JOSAN, A.; SINGH, G. Sublethal effects of lufenuron on the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus). **Insect Science and its Application**, Elmsford, v. 20, n. 4, p. 303-308, Oct./Dec. 2000.

KFIR, R. Parasitoids of *Plutella xylostella* (Lep.: Plutellidae) in South Africa: An annotated list. **Entomophaga**, Paris, v. 42, p. 517-523, 1997.

KNIPLING, E.F. Sterile-male methods of population control. **Science**, Washington, v. 30, p. 902-904, 1959.

KORT, C.A.D. de; GRANGER, N.A. Regulation of the juvenile hormone titer. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 26, p. 1-28, 1981.

LA BRECQUE, G.C.; KELLER, J.C. Proposed approach to the study of radiation sterilization and chemical sterilization. In: LA BRECQUE, G.C.; KELLER, J.C. **Advances in insect population control by the sterile male technique**. Vienna: IAEA, 1965. p. 57-60.

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

LOFGREN, C.S.; WILLIAMS, D.F. Avermectin β_{1a} : highly potent inhibitor of reproduction by queens of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 75, n. 5, p. 798-803, Oct. 1982.

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 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1996.

LOPIS, V.N.; CABANES, J.S.; AYALA, I.; GINER, V.C.; YÚFERA, E.P. Efficacy of lufenuron as chemosterilant against *Ceratitis capitata* in field trials. **Pest Management Science**, Sussex, v. 60, n. 9, p. 914-920, 2004.

LYRA, J.R.M.; FERRAZ, J.M.G.; SILVA, A.P.P.da. Efecto del flufenoxuron sobre la actividad copuladora del macho de *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 331-334, mar. 1999.

MAHMOOD, A.R.; LIU, S.S.; SHI, Z.H.; SONG, X.H.; ZALUCKI, M.P. Lack of intraspecific biological variation between two geographical populations of *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae), a gregarious larval-pupal parasitoid of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 94, p. 169-177, 2004.

MASÍS-CHACÓN, C.E. **Efeitos de três substâncias quimioesterilizantes sobre a broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera-Pyralidae).** 1988. 104 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

MAU, R. F. L.; KESSING, J. L. M. *Plutella xylostella* (Linnaeus). Disponível em: <<http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/plutella.htm>>. Acesso em: 25 set. 2006.

MEDEIROS, P.T.; DIAS, J.M.C.S.; MONNERAT, R.G.; SOUZA, N.R. **Instalação e manutenção de criação massal da traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*).** Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. (Circular Técnica, 29). Disponível em: <<http://www.cenargen.embrapa.br/publica/trabalhos/ct029.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2006.

MELLO, 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.

MEYER, J.R. **Pest control tactics**. North Carolina State University, Department of Entomology, 2003. Disponível em: <<http://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/text19/semiochem.html>>. Acesso em: 12 mar. 2006.

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. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 1919-1926, out. 2000.

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

MONNERAT, R.G.; BORDAT, D.; CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F.H. Efeito do *Bacillus thuringiensis* Berliner e inseticidas químicos sobre a traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) e seus parasitóides. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 723-729, 2000.

MORAIS, F.M.de; PRATISSOLI, D.; VIEIRA, S.M.J.; VIANA, M.C.; PEREIRA, F.F. Ação transovariana de tebufenozide em adultos de *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) e o seu efeito sobre *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae). In: SIMPOSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7., 2001, Poços de Caldas. **Resumos ...** Poços de Caldas: UFLA, SEB, 2001. p. 229.

NAKANO, O.; POLETTTO, C.F. Possibilidades de liberação de populações estéreis de *Diatraea saccharalis* através da quimioesterilização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. **Resumos ...** Rio de Janeiro: SEB, 1998. p. 161.

NAKANO, O.; ROMANO, F.C.B. Uso de reguladores de crescimento na esterilização da mosca-das-frutas *Ceratitis Capitata* (Wiedemann) (Diptera - Tephritidae). **Laranja**, Cordeirópolis, v. 23, n. 1, p. 115-125, 2002.

OLIVEIRA, G.G.F.B.de. **Esterilização química da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrich, 1971) (Lepidoptera: Gelechiidae)**. 2004. 46 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

OMOTO, C. Modo de ação de inseticidas e resistência de insetos a inseticidas. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D. da; CASTIGLIONI, E. **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM, CCR, DFS, 2000. cap. 2, p. 31-50.

OOI, P.A.C.; KELDERMAN, A. The biology of three common pests of cabbages in Cameron Highlands, Malaysia. **Malaysian Agricultural Journal**, Kuala Lumpur, v. 52, p. 85-101, 1979.

OOUCHI, H. Insecticidal properties of a juvenoid, pyriproxyfen, on all life stages of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera, Yponomeutidae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 40, n. 1, p. 145-149, 2005.

PEREZ, C. A. **Efeito de produtos químicos esterilizantes sobre *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae), seus simbioses e o predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**. 1983. 149 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1983.

PERVEEN, F. Sublethal effects of chlorfluazuron on reproductivity and viability of *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera, Noctuidae). **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 124, n. 5/6, p. 223-231, 2000.

PIMENTEL, D. An evaluation of insect resistance in broccoli, brussels sprouts, cabbage, collards, and kale. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 54, p. 156-158, 1961.

PRASAD, S.; SRIVASTAVA, B.B.L.; SINGH, R.B.; SINGH, D.R. Effect of diflubenzuron on biotic potential of *Spodoptera litura* Fabr. **Bioved**, Allahabad, v. 3, n. 1, p. 87-90, 1992.

ROMANO, F.C.B. **Esterilização da mariposa *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) através do uso de isca com diferentes inseticidas**. 2002. 61 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

_____. **Ação de alguns inseticidas com propriedades esterilizantes sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e seu predador *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae)**. 2007. 73 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SÁENZ-DE-CABEZÓN, F.J.; PÉREZ-MORENO, I.; ZALOM, F.G.; MARCO, V. Effects of lufenuron on *Lobesia botrana* (Lepidoptera, Tortricidae) egg, larval, and adult stages. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 99, n. 2, p. 427-431, Apr. 2006.

SALGADO, L.O. **Efeito biológico do oxicleto de cobre sobre *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) em dieta artificial.** 1979. 116 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.

SANTOS JR., H.J.G. dos; MARQUES, E.J.; BARROS, R.; GONDIM JR., M.G.C. Interação de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e o parasitóide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae) sobre larvas da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 2, mar./abr. 2006.

SAZAKI, C.S.S. **Esterilização química da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera, Crambidae) através de isca com melaço e inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento de insetos.** 2006. 52 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SHEPARD, M.; DAHLMAN, D.L. Plant-induced stresses as factors in natural enemy efficacy. In: HEINRICHS, E.A. (Ed.). **Plant stress-insect interactions**. New York: John Wiley, 1988. p. 363-380.

SILVA JUNIOR, A.A. **Repolho:** fitopatologia, fitotecnia, tecnologia alimentar e mercadologia. Florianópolis: EMPASC, 1987. 295 p.

STONER, K.A. Glossy leaf wax and plant resistance to insects in *Brassica oleracea* under natural infestation. **Environmental entomology**, College Park, v. 19, p. 730-739, 1990.

TALEKAR, N.S.; HU, W.J. Characteristics of parasitism of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) by *Oomyzus sokolowskii* (Hym., Eulophidae). **Entomophaga**, Paris, v. 41, p. 45-52, 1996.

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

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

TIRITAN, O.; TREVISAN, L.R.P.; PAPA, G.; NAKANO, O. Efeito esterilizante do Abamectin sobre a traça – *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14., 1993, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: SEB, 1993. p. 531.

TRISYONO, A.; CHIPPENDALE, G.M. Effect of the nonsteroidal ecdysone agonists, methoxifenozone and tebufenozone, on the European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 90, n. 6, p. 1486-1492, Dec. 1997.

VAN DER VLOEDT, A.M.; KLASSEN, W. The development and application of the sterile insect technique in the eradication of the sugarcane moth borer, *Diatraea saccharalis* (F.) in Barbados, West Indies. **Proceedings of the Entomological Society of Ontario**, Toronto, v. 101, p. 111-113, 1970.

VAN LAECKE, K.; DEGHEELE, D.; AUDA, M. Effect of a sublethal dose of chitin synthesis inhibitors on *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Parasitica**, Bruxelles, v. 45, n. 4, p. 90-98, 1989.

VILLAS BOAS, G.L.; CASTELO BRANCO, M.; GUIMARÃES, A.L. Controle químico da traça das crucíferas em repolho do Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 8, n. 2, p. 10-11, 1990.

VILLAS BOAS, G.L.; CASTELO BRANCO, M.; MEDEIROS, M.A. de; MONNERAT, R.G.; FRANÇA, F.H. Inseticida para controle de traça-das-crucíferas e impactos sobre a população de parasitóides. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 696-699, dez. 2004.

WATERHOUSE, D.F. *Plutella xylostella* (Linneus) Lepidoptera: Yponomeutidae, diamondback cabbage moth. In: WATERHOUSE, D.F.; NORRIS, K.R. (Ed.). **Biological control: pacific prospects**. Melbourne: Inkata Press, 1987. chap. 22, p. 177-191.

WRIGHT, J.E.; SPATES, G.E. Reproductive inhibition activity of the insect growth regulator TH 6040 against the stable fly and house fly: effects on hatchability. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 69, n. 3, p. 365-368, June 1976.