

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

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

Catia Sumie Shimatai Sasaki

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

Piracicaba

2006

Catia Sumie Shimatai Sasaki

Engenheiro Agrônomo

**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**

Orientador:

Prof. Dr. **OCTAVIO NAKANO**

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

Piracicaba

2006

Aos meus amados pais,

Antonio Massayoshi Sazaki e

*Kayoko Shimatai Sazaki, pelo apoio, incentivo, ensinamentos,
dedicação e amor;*

Ao meu querido irmão,

Mauricio Teruo Shimatai Sazaki, pelo carinho e amizade;

E a todos os meus familiares e amigos;

DEDICO e AGRADEÇO

Ao meu amor, companheiro e amigo,

Marcelo Akira Saito

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, pela vocação concedida;

Ao prof. Octavio Nakano, pela orientação durante a graduação e o mestrado.

A minha amiga Fabiana Cristina Bortolazzo Romano, pelo auxílio constante em todos os trabalhos e estudos, pelo companheirismo, apoio, conselhos e exemplo a ser seguido.

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

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

À Neide Graciano Zério e ao Técnico Agrícola Augusto César Pinheiro Florim pelo auxílio nos trabalhos e a todos os funcionários do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP;

À Nancy Kazumi Taniguchi, Manuela Hiromi de Holanda Dodo, Katherine Girón Pérez, Letícia Mika Tiba, Greice Erler, Jamile Icassatti Saud, Camila Schorr Reinert, Carlos Eduardo Ito, Carlos Alexandre Kiryu, João Fernando Bernardini, Oscar Bendeck e Gabriel Almeida Duarte pela amizade e apoio.

Ao Eng. Agrônomo, Marcelo Akira Saito, pelos conselhos, paciência e apoio durante minha formação acadêmica e profissional;

Ao Prof. Celso Omoto e Luis Henrique da Silva Fagundes Marques pelas correções do abstract.

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

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão da bolsa de estudos;

Aos amigos do “Esquadrão Veneno”, pelo companheirismo e momentos alegres e divertidos propiciados;

Aos colegas do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP, pela cooperação.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Biologia	11
2.2 Dano econômico.....	13
2.3 Controle	14
Monitoramento	14
Controle Cultural	14
Controle Biológico	15
Controle Químico	17
2.4 Desenvolvimento da Técnica do Inseto Estéril	17
Esterilização Física.....	20
Esterilização Química.....	21
2.5 Inseticidas reguladores de crescimento - IRC	23
2.6 Esterilização de <i>Diatraea saccharalis</i>	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
Escolha das doses	29
Tratamento de adultos	30
Análise dos resultados	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5 CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS	44

RESUMO

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

A broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) é uma das pragas mais prejudiciais aos canaviais brasileiros. Atualmente, o controle biológico aplicado é o método mais utilizado para o controle das lagartas. Entretanto, em certos talhões, o parasitóide *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) não tem controlado eficientemente a praga, sendo registrada intensidade de infestação superior a 25%. Nesse contexto, a aplicação da Técnica do Inseto Estéril seria uma ferramenta adicional a ser empregada no Manejo Integrado de Pragas, pois é compatível com outros métodos de controle. A interferência na homeostase dos hormônios envolvidos no processo de ecdise com fontes exógenas de hormônio ou análogos sintéticos (agonistas ou antagonistas) pode resultar na interrupção do processo reprodutivo ou desenvolvimento anormal do embrião dos insetos. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento de insetos sobre a reprodução de *D. saccharalis*, fornecidos na forma de isca com atrativo alimentar em condições de laboratório. Foram testados os seguintes inseticidas: clorfluazurom (1,0 e 1,5 g i.a./L), diflubenzurom (3,75; 5,0 e 7,5 g i.a./L), flufenoxurom (1,0 g i.a./L), lufenurom (0,75; 1,0 e 2,0 g i.a./L), novalurom (0,5 e 1,0 g i.a./L) piriproxifem (1,0; 1,5; 1,8 e 2,0 g i.a./L) e teflubenzurom (1,5; 3,0 e 6,0 g i.a./L), fornecidos a mariposas com um dia de idade em algodão embebido com uma solução de melaço a 10%. Todos os tratamentos, com exceção da menor dosagem de lufenurom (0,75 g i.a./L) reduziram a produção de ovos em relação à testemunha. Flufenoxurom (1,00 g i.a./L) e clorfluazurom (1,50 g i.a./L) reduziram a longevidade de ambos os sexos tratados por ingestão; enquanto, lufenurom (2,0 g i.a./L), novalurom (1,0 g i.a./L) e teflubenzurom (3,0 g i.a./L) reduziram a sobrevivência apenas dos machos. Os tratamentos mais eficientes na esterilização foram piriproxifem (1,8 g i.a./L e 2,0 g i.a./L) e lufenurom (2,0 g i.a./L), apresentando eficiências superiores ou próximas a 80%.

Palavras-chave: *Diatraea*, cana-de-açúcar, reguladores de crescimento, esterilização, isca.

ABSTRACT

CHEMOSTERILIZATION OF THE SUGARCANE BORER *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) WITH SUGAR SOLUTION BAIT AND INSECTICIDES OF INSECT GROWTH REGULATORS GROUP

The sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) is an important pest in Brazilian sugarcane crops. Currently, biological control is the most frequently used method for controlling *D. saccharalis*. However, in several locations, the parasitoid *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) has not been effective for controlling this pest, and it has been recorded infestation intensity above 25%. In this context, the Sterile Insect Technique could be an additional control method in Integrated Pest Management, because it is compatible with other control methods. The use of insecticides that interferes in hormone homeostasis involved in the ecdyso's process with exogenous hormone sources or synthetic analogues (agonists or antagonists) can result in the interruption of the reproductive process or abnormal development of the insect's embryo. Then, the objective of this study was to evaluate the insecticides that regulates the insect growth on the *D. saccharalis* reproduction. The insecticides tested were: chlorfluazuron (1,0 and 1,5 g a.i./L), diflubenzuron (3,75; 5,0 and 7,5 g a.i./L), flufenoxuron (1,0 g a.i./L), lufenuron (0,75; 1,0 and 2,0 g a.i./L), novaluron (0,5 and 1,0 g a.i./L) pyriproxyfen (1,0; 1,5; 1,8 and 2,0 g a.i./L) and teflubenzuron (1,5; 3,0 and 6,0 g a.i./L). Each insecticide was provided to 1-day moths on soaked cotton with a sugar solution at 10% as a bait. All treatments, except to of the lowest concentration of lufenuron (0,75 g a.i./L) decreased the egg production in relation to the control. Flufenoxuron (1,00 g g a.i./L) and chlorfluazuron (1,50 g a.i./L) decreased the lifespan of both sexes treated by ingestion. Lufenuron (2,0 g a.i./L), novaluron (1,0 g a.i./L) and teflubenzuron (3,0 g a.i./L) decreased the male's lifespan. The most effective treatments for sterilization were pyriproxyfen (1,8 g a.i./L and 2,0 g a.i./L) and lufenuron (2,0 g a.i./L), witch showed efficiencies greater or close to 80%.

Keywords: *Diatraea*, sugarcane, growth regulators, sterilization, bait.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) apresentou importância histórica na formação do Brasil porque foi a primeira espécie botânica de expressão econômica introduzida e cultivada há quatro séculos no litoral do Nordeste. Pela produção do álcool etílico, essa gramínea disseminou-se por quase todos os estados brasileiros, estabelecendo-se nas mais diversas condições edafo-climáticas, com exceção do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, devido ao risco de incidência de geadas. (PORTAL UNICA, 2006).

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, seguido pela Índia e China. Na média, 55% da cana brasileira é destinada para a produção de álcool e 45%, açúcar. Planta-se cana no Centro-Sul e no Norte-Nordeste, o que permite dois períodos de safra. A safra brasileira no ano agrícola 2005/06 (maio a abril) superou as previsões feitas em 2005, devendo atingir 423 milhões de toneladas em 5.495 mil hectares. A região Sudeste é responsável por 68% da cana-de-açúcar colhida no Brasil, sendo o Estado de São Paulo o principal produtor, com 60% da produção brasileira (FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO, 2006).

A manutenção dos preços do petróleo em níveis recordistas está contribuindo para aumentar a rentabilidade do setor sucroalcooleiro. Estima-se que nos próximos 10 anos a produção de cana-de-açúcar deverá crescer 48%, atingindo 557 milhões de toneladas na safra 2013/14, sendo direcionada principalmente para a produção de álcool. Esse crescimento é consequência da boa rentabilidade do setor nos últimos anos, o que estimula a expansão dos canaviais das usinas existentes e a implantação de novas unidades, principalmente nos estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais (NEHMI FILHO, 2005).

Diatraea saccharalis é a principal praga da cana-de-açúcar, sendo originária provavelmente da América Central e do Sul (GALLO et al., 2002). O primeiro relato de ocorrência dessa praga no Brasil foi em 1841 em canaviais de Santa Catarina (GAGLIUMI, 1973 apud SGRILLO, 1979).

Além da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* ataca outras gramíneas, como o arroz, aveia, cevada, milheto, milho, sorgo, trigo e várias espécies de capins (SILVA et al., 1968; BRASIL, 2006). Nas últimas safras, tem causado sérios prejuízos em milharais em várias regiões do Brasil (DOW AGROSCIENCE¹ - informação verbal).

¹ DOW AGROSCIENCE. 2006.

O controle químico é utilizado, mas com eficiência limitada, devido à dificuldade de atingir a lagarta depois que ela penetra o colmo. Atualmente, o manejo é realizado principalmente através do controle biológico, com a criação massal e liberação do parasitóide *Cotesia flavipes*. Entretanto, em alguns talhões os inimigos naturais não têm conseguido manter a população da broca-da-cana sob controle, tendo sido registrados casos de intensidade de infestação superior a 25 % (COSAN²– informação verbal).

Nesse contexto, a esterilização química dos adultos de *D. saccharalis* seria uma ferramenta adicional e compatível ao manejo integrado dessa praga. Podendo ser empregada diretamente no campo, fornecendo à população existente a isca contendo o esterilizante químico, reduzindo o número de descendentes.

O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito de doses subletais de alguns inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento de insetos, fornecidos através de iscas (atrativo alimentar), sobre a reprodução e longevidade de adultos da broca da cana-de-açúcar *D. saccharalis*.

² 2 COSAN. 2005, 2006.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Atualmente, o nome científico válido para broca da cana-de-açúcar é *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). Trabalhos antigos sobre essa praga podem ser encontrados sob as seguintes sinonímias: *Chilo obliteratellus*, *Crambus leucaniellus*, *Crambus lineosellus*, *Crambus sacchari*, *Diatraea continens*, *Diatraea crambidoides*, *Diatraea pedidocla*, *Diatraea saccharalis va grenadensis*, *Diatraea sacchari*, *Diatraea sacchari f. brasiliensis*, *Phalaena saccharalis*, *Diatraea obliteratella*, *Diatraea obliteratellus*, *Diatraea incomparella* (CAB INTERNATIONAL, 2005).

2.1 Biologia

O adulto da broca-da-cana é uma mariposa com cerca de 25mm de envergadura, as asas anteriores apresentam coloração amarelo-palha, com alguns desenhos pardacentos e as asas posteriores são esbranquiçadas (GALLO et al., 2002).

Walker (1965) estudou o comportamento de cópula de *D. saccharalis* em laboratório e verificou que a fêmea inicia a atração sexual após o pôr do sol. Tanto o macho como a fêmea pode acasalar mais de uma vez durante a vida, mas apenas uma vez por noite. O horário de maior atividade de cópula ocorreu entre as 21:00 e 22:00 horas e a postura foi feita antes do amanhecer.

As fêmeas ovipositam tanto na face inferior como na superior do limbo foliar e, ocasionalmente, na bainha das folhas. A postura é feita em massas, com disposição imbricada, onde um ovo de formato oval e achatado cobre 2/3 ou a metade do que vem logo a seguir (LIMA FILHO; LIMA, 2001). Em condições naturais, Caminha Filho (1935) fez referência a grupos de 20 a 40 ovos por massa, Lima Filho e Lima (2001) relatam uma média de 12 ovos por massa, com variação de 2 a 37 ovos e Hayward (1943) de 10 a 20 e, raramente, 50 ovos por massa.

A coloração inicial dos ovos é amarelo-pálida; com o desenvolvimento embrionário vão adquirindo tonalidade rósea até chegar ao marrom-escuro, quando é possível visualizar as cápsulas cefálicas. A duração dessa fase varia, principalmente, em função da temperatura, sendo nas condições brasileiras de uma a duas semanas (BOTELHO; MACEDO, 2002).

Após a eclosão, a lagarta dirige-se para a região do cartucho da planta à procura de abrigo e alimenta-se através da raspagem da folha ou da casca do entrenó em formação, permanecendo ali por uma a duas semanas, sofrendo uma ou duas ecdises, quando inicia a perfuração do colmo. O orifício de entrada da broca geralmente localiza-se próximo à base do entrenó, porção mais mole, perfurando a galeria no sentido ascendente na região do palmito da planta. Ocasionalmente, as lagartas podem construir galerias circulares, no sentido transversal, enfraquecendo o colmo e tornando-o mais suscetível à quebra ou ao acamamento (BOTELHO; MACEDO, 2002).

Durante o período larval, o inseto sofre de cinco a seis ecdises. Ao atingirem o completo desenvolvimento larval, em média aos 40 dias, medem de 22 a 25 mm de comprimento, com coloração amarelo-pálida e cabeça marrom, possuem três pares de pernas torácicas, quatro pares de falsas pernas abdominais e um par de falsas pernas anais. Antes de se transformarem em pupas, as lagartas abrem um orifício para o exterior no colmo da cana, fechando-o com fios de seda e serragem. As pupas medem cerca de 1,7 cm de comprimento e 0,4 cm de largura. Inicialmente, possuem coloração marrom clara, mas com o desenvolvimento vão adquirindo coloração mais escura; esse estágio dura de 9 a 14 dias. O adulto emerge pelo orifício anteriormente feito pela lagarta. O ciclo biológico completo leva de 53 a 60 dias (GALLO et al., 2002).

Através de modelos matemáticos, Sgrillo (1979) concluiu que são necessários 954 graus-dias para que essa praga complete uma geração, sugerindo a existência de 3,8 gerações ao ano na região de Piracicaba, variando em função das condições climáticas.

Os adultos possuem de hábito noturno e apresentam comportamento fototrópico positivo, por isso as armadilhas luminosas tornaram-se bastante utilizadas em estudos populacionais. Gallo et al. (1969) realizaram coleta de insetos em Ribeirão Preto-SP, verificando que o pico populacional de *D. saccharalis* ocorreu em outubro-novembro e um pico secundário em abril, não sendo coletados adultos entre junho e agosto. Silveira Neto (1972) estudou a flutuação de várias espécies de Lepidoptera com armadilhas luminosas em diversos locais do Estado de São Paulo, encontrando adultos de *D. saccharalis* de agosto a abril, com pico em setembro.

As fêmeas da broca da cana-de-açúcar começam a emitir o feromônio sexual logo após a emergência, sendo mais atrativas durante os três primeiros dias da fase adulta, decrescendo posteriormente com a idade e interrompendo a atração dos machos após serem copuladas; depositando cerca de 300 ovos (PEREZ; LONG, 1964).

Perez e Long (1964) dissecaram 137 fêmeas de *D. saccharalis* criadas em laboratório e acasaladas em gaiolas para estudar a frequência de cópula; dessas, 68% copularam uma única vez, 15% duas vezes, 1% três vezes e 16% não copularam. Em experimentos de campo, capturando fêmeas, 93% copularam uma única vez, 2% duas vezes e 5% não copularam. Resultados distintos foram encontrados por Campos Guevara (1976) que analisou o número de espermátóforos de fêmeas coletadas no campo e obteve os seguintes números: 54,1% copularam uma única vez, 21,2% duas vezes, 5,8% três vezes, 2,5% quatro vezes e 16,2% não copularam.

De acordo com Walker e Alemañy (1965) apud Botelho (1985) a longevidade dos adultos machos em condições de laboratório varia de 1 a 8 dias, sendo em média de 3,5 dias e das fêmeas de 1 a 11 dias, com média de 5,2 dias.

2.2 Dano econômico

Os danos provocados por *D. saccharalis* podem ser classificados em diretos e indiretos. Os danos diretos são decorrentes da alimentação da lagarta, que abrem galerias no colmo, ocasionando perda de peso da planta, enraizamento aéreo, brotações laterais e morte das gemas. Quando a lagarta faz galerias transversais, a cana fica mais suscetível ao acamamento pelo vento. Em plantas novas, o ataque da broca provoca o secamento dos ponteiros, sintoma conhecido como “coração morto”. Os danos indiretos são provocados por fungos oportunistas, principalmente *Colletotrichum falcatum* e *Fusarium moniliforme*, que penetram através dos orifícios e galerias feitas pela broca, provocando a inversão da sacarose e o sintoma conhecido como podridão vermelha (GALLO et al., 2002).

A inversão da sacarose diminui a pureza do caldo e os microorganismos contaminantes competem com as leveduras no processo de fermentação alcoólica, reduzindo o rendimento industrial do processamento da cana.

Box (1947) apud Contreras Durán (1980) indica que além da penetração dos microorganismos oportunistas, há também a ação secundária de coleobrocas como *Metamasius hemipterus*, *Xyleborus* spp. e *Sphenophorus* spp., que contribuem para aumentar o dano.

Os prejuízos provocados pela broca-da-cana variam em função de vários fatores, principalmente em função da estação do ano, variedade e estágio fenológico da cultura atacada.

No Brasil, um dos métodos de quantificação de dano é através da determinação da intensidade de infestação. É determinada através da amostragem de colmos que são abertos longitudinalmente e feita a contagem do número total de internódios broqueados. A cada 1% de intensidade de infestação (I) da praga, ocorrem prejuízos de 0,25% de açúcar, 0,20% de álcool e 0,77% de peso, sendo que os prejuízos são ainda maiores em cana planta (dados da Copersucar citados por GALLO et al., 2002). Lopes et al. (1983) estimaram que ocorre uma perda média de 62 litros de álcool por hectare a cada 1% de internódios brocados.

2.3 Controle

Monitoramento

Para o monitoramento podem ser utilizadas armadilhas luminosas, pois a mariposa da broca-da-cana apresenta comportamento fototrópico positivo, mostrando preferência pela luz verde (MENDES et al., 1976; LYRA NETTO; LIRA, 1990).

Também podem ser utilizadas armadilhas com feromônio sexual, emitido por fêmeas virgens com até 48 horas de idade colocadas em pequenas gaiolas sobre bandejas com água e detergente (LIMA FILHO; RISCADO, 1988; BOTELHO et al., 1993).

Controle Cultural

O controle cultural é baseado no uso de variedades resistentes ou tolerantes ao ataque de *D. saccharalis*, corte da cana, moagem rápida, e eliminação das plantas hospedeiras nas proximidades do canavial, principalmente milho e milheto, após a colheita (GALLO et al., 2002).

A queimada da cana, ao contrário do que se acreditava inicialmente, auxilia no controle da broca-da-cana, reduzindo em mais de 95% sua população, enquanto uma parcela significativa de parasitóides e, principalmente, predadores sobrevivem durante esses eventos (DEGASPARI et al., 1983).

Entretanto, devido aos problemas ambientais, a proibição prevista na legislação deve levar à substituição da cana queimada pela colheita mecanizada de cana crua. Com o fim das

queimadas ocorrerá um incremento na camada de matéria orgânica sobre o solo devido à palhada remanescente ao final da colheita. Dessa forma, a população da broca deverá aumentar durante o primeiro ano, mas posteriormente a população deverá voltar a decrescer em função do restabelecimento dos inimigos naturais (MACEDO; ARAÚJO, 2000).

Controle Biológico

Em condições naturais, a broca-da-cana é atacada por diversos inimigos naturais:

- Patógenos: *Bacillus thuringiensis kurstaki*, *Bacillus thuringiensis thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Beauveria brongniartii*, *Fusarium oxysporum*, *Granulosis virus*, *Metarhizium anisopliae*, *Nucleopolyhedrosis virus*, *Serratia marcescens*;

- Parasitóides: *Agathis* sp. nr. *sacchari*, *Alabagrus stigma*, *Apanteles angaleti*, *Apanteles diatraeae*, *Archytas marmoratus*, *Ascogaster quadridentatus*, *Bracon brevicornis*, *Chelonus annulipes*, *Cotesia chilonis*, *Cotesia diatraeae*, *Cotesia flavipes*, *Cotesia sesamiae*, *Digonogastra grenadensis*, *Exeristes roborator*, *Goniozus indicus*, *Iphiaulax rimac*, *Iphiaulax tucamensis*, *Ipobracon granadensis*, *Itopectis naranyae*, *Jaynesleskia jaynesi*, *Lixophaga diatraeae*, *Lixophaga sphenophori*, *Lydella striatalis*, *Lydella thompsoni*, *Macrocentrus grandii*, *Macrocentrus prolificus*, *Metagonistylum minense*, *Microchelonus heliopae*, *Myobiopsis diadema*, *Myosoma chinensis*, *Orgilus gelechiaevorus*, *Palpozenillia diatraeae*, *Parallorhogas pyralophagus*, *Parasierola nigrifemur*, *Paratheresia claripalpis*, *Pediobius furvus*, *Pycnobracon mutator*, *Rhaconotus roslinensis*, *Rhygoplitis aciculatus*, *Steinernema glaseri*, *Sturmiopsis parasitica*, *Telenomus alecto*, *Trichogramma atopovirilia*, *Trichogramma brasiliense*, *Trichogramma chilonis*, *Trichogramma chiloetraeae*, *Trichogramma dissimilis*, *Trichogramma distinctum*, *Trichogramma exiguum*, *Trichogramma fasciatum*, *Trichogramma fuentesi*, *Trichogramma galloi*, *Trichogramma jalmirezi*, *Trichogramma japonicum*, *Trichogramma minutum*, *Trichogramma oatmani*, *Trichogramma pretiosum*, *Trichogramma retorridum*, *Trichogramma semifumatum*, *Trichogrammatoidea eldana*, *Xanthopimpla stemmator*;

- Predadores: *Doru lineare*, *Ectatomma quadridens*, *Labidura riparia*, *Montina confusa*, *Pheidole megacephala*, *Phorastes femoratus*, *Polybia sericea*, *Psecas zonatus*, *Solenopsis interrupta*, *Tytthus mundulus* (CAB INTERNATIONAL, 2005).

O primeiro parasitóide utilizado no controle biológico aplicado à broca foi a mosca cubana *Lixophaga diatraea* (Diptera: Tachinidae) introduzida nos Estados Unidos em 1915; em 1950 foi introduzida no Brasil no estado de São Paulo e em 1973 levada aos canaviais da região nordeste (PLANALSUCAR, 1973).

Em 1932, dois outros parasitóides da broca-da-cana foram descobertos na região Amazônica: *Paratheresia claripalpis* e *Metagonistylum minense* (SGRILLO, 1979).

Atualmente o controle biológico através do parasitóide larval *Cotesia flavipes* é o método mais utilizado para o manejo da broca-da-cana em nosso país. No Brasil, as primeiras liberações massais de *C. flavipes* ocorreram em 1977 no estado de São Paulo, aumentando gradativamente, até em 1994 atingir 360.000 hectares de cana-de-açúcar. Inicialmente, o parasitismo médio dessa espécie era de 0,14% em 1979, nos últimos cinco anos essa taxa situa-se entre 30 a 40% (BOTELHO; MACEDO, 2002).

Outro inimigo natural promissor para programas de MIP (Manejo Integrado de Pragas) é o microhimenóptero *Trichogramma galloi* que ataca ovos de lepidópteros. O parasitóide vem sendo produzido em larga escala em laboratórios de vários países, inclusive no Brasil, e suas liberações têm mostrado que é um eficiente agente regulador da população da praga (BOTELHO et al., 1995).

As formigas predadoras contribuem para o controle natural de ovos e lagartas pequenas de *D. saccharalis*. Um levantamento da fauna de formigas predadoras foi realizado em lavouras de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo e as principais espécies encontradas foram: *Solenopsis saevissima*, *Dorymyrmex* sp., *Pheidole* sp., *Crematogaster* sp., *Pheidole* sp. (ROSSI; FOWLER, 2004).

A broca-da-cana é altamente sensível ao ataque de *Metarhizium anisopliae*. No Nordeste, sua ocorrência é comum, causando até 10% de mortalidade natural da broca no campo (COUTINHO, 2006). Os fungos *Nomuraea rileyi*, *Beauveria bassiana* e *Paecilomyces fumosoroseus* também são patogênicos a *D. saccharalis*.

Controle Químico

O nível de controle para broca-da-cana ocorre quando a intensidade de infestação for igual ou superior a 3%, ou quando houver 3% de lagartas pequenas na região da primeira folha junto ao “palmito” da cana, antes de penetrarem no colmo (GALLO et al., 2002).

Os inseticidas registrados para o controle de *D. saccharalis* na cultura da cana no Brasil são o carbofurano e o fipronil (BRASIL, 2006). De acordo com Novaretti et al. (1999), a aplicação do fipronil 800 WG (40 g p.c./ha) é eficiente no controle da broca-da-cana.

A eficiência do controle químico é influenciada pela dificuldade de se atingir a lagarta e pelos casos de resistência aos pesticidas. Os relatos na literatura de populações de *D. saccharalis* resistentes a inseticidas são ao azinfós-metil, carbofurano, endossulfan, endrim, monocrotofós e tebufenozide em Louisiana e no Texas, nos Estados Unidos (PESTICIDE RESISTANCE, 2006; REAY-JONES et al., 2005).

2.4 Desenvolvimento da Técnica do Inseto Estéril

A idéia de que populações de insetos de importância econômica poderiam ser controladas, manejadas ou erradicadas através da manipulação genética foi concebida no final da década de 1930 pelo entomologista americano Dr. Edward F. Knipling, enquanto trabalhava com o problema provocado por *Cochliomyia hominivorax* em gado nos Estados Unidos. Em 1937, Knipling observou a extrema agressividade sexual dos machos de *C. hominivorax*, assim como a recusa das fêmeas em acasalar mais de uma vez durante a vida. Ele concluiu que se a esterilidade sexual pudesse ser induzida nos machos e se desenvolvessem meios para criar, esterilizar e liberar um vasto número de moscas, a população dessa praga poderia ser reduzida a números insignificantes (KNIPLING, 1955; BUSHLAND; LINDQUIST; KNIPLING, 1955; KNIPLING, 1988).

A Técnica do Inseto Estéril (TIE) pode ser aplicada somente em espécies que se reproduzem de forma sexuada. Para o sucesso dessa técnica, é necessário que os machos esterilizados sejam agressivos e concorram com os machos nativos na procura e cópula das fêmeas selvagens. Os adultos devem alimentar-se para se contaminarem, pois os inseticidas

reguladores de crescimento possuem pouco efeito por contato. O método só deve ser utilizado quando a biologia, ecologia e comportamento das espécies-alvo forem conhecidas (VAN DER VLOEDT; KLASSEN, 2005).

A esterilidade sexual pode ser induzida através de meios químicos ou físicos: agentes alquilantes, anti-metabólitos, raio-X, raios gama e nêutrons (VAN DER VLOEDT; KLASSEN, 2005).

Diversas pragas foram erradicadas ou controladas através da TIE com sucesso em vários países do mundo; alguns exemplos constam na Tabela 1.

Tabela 1 - Exemplos da utilização prática da Técnica do Inseto Estéril para erradicação ou controle de pragas em vários países do mundo

Praga	Ordem/Família	País
<i>Anastrepha ludens</i>	Diptera: Tephritidae	EUA (Texas), México
<i>Anastrepha suspensa</i>	Diptera: Tephritidae	EUA
<i>Anthonomus grandis</i>	Coleoptera: Curculionidae	EUA (região sudeste)
<i>Bactrocera cucurbitae</i>	Diptera: Tephritidae	Japão, Taiwan
<i>Bactrocera dorsalis</i>	Diptera: Tephritidae	Rota, Havaí
<i>Ceratitis capitata</i>	Diptera: Tephritidae	Itália, Peru, México, EUA, Israel, Guatemala, Havaí
<i>Cochliomyia hominivorax</i>	Diptera: Calliphoridae	EUA, México, Líbia, Porto Rico, Guatemala, Curaçao, Belize, Ilhas Virgens
<i>Cydia pomonella</i>	Lepidoptera: Tortricidae	Canadá, EUA
<i>Delia antiqua</i>	Diptera: Anthomyiidae	Holanda
<i>Glossina</i> spp.	Diptera: Glossinidae	Tanzânia, Zimbábue, Nigéria
<i>Haematobia irritans</i>	Diptera: Muscidae	EUA (Texas - experimental)
<i>Helicoverpa zea</i>	Lepidoptera: Noctuidae	EUA (St. Croix)
<i>Rhagoletis cingulata</i>	Diptera: Tephritidae	Suíça
<i>Lucilia sericata</i>	Diptera: Calliphoridae	Austrália
<i>Lymantria dispar</i>	Lepidoptera: Lymantriidae	EUA (região nordeste), Canadá
<i>Manduca sexta</i>	Lepidoptera: Sphingidae	EUA (St. Croix)
Mosquitos (vários)	Diptera	EUA (Flórida), Leste da África, Venezuela
<i>Pectinophora gossypiella</i>	Lepidoptera: Gelechiidae	EUA (Califórnia)
<i>Stomoxys calcitrans</i>	Diptera: Muscidae	EUA (St. Croix, Ilhas Virgens-experimental)

Fonte: Bartlett e Staten (1996); Van der Vloedt e Klassen (2005).

Esterilização Física

Um dos pioneiros no uso da radiação ionizante como método de controle de insetos foi Runner (1916) apud Arthur et al. (2002), que obteve resultados animadores quando utilizou o raio-X para controlar uma importante praga do fumo: *Lasioderma serricorne*. Posteriormente, Muller (1928) apud Van der Vloedt e Klassen (2005) utilizou uma máquina de raio-X de dentista para induzir mutações nos genes e cromossomos de *Drosophila melanogaster*.

A esterilidade sexual pode ser induzida pela exposição das pupas aos raios gama, danificando os cromossomos no esperma. Quando os ovos das fêmeas selvagens são fertilizados com o esperma de machos irradiados, a divisão celular é interrompida e o embrião morre. Se um número suficiente de machos estéreis é liberado na natureza por algumas gerações, o sucesso reprodutivo da população selvagem pode ser progressivamente reduzido e até mesmo extinto (VAN DER VLOEDT; KLASSEN, 2005).

Os radioisótopos mais utilizados são o Césio-137 e o Cobalto-60; a dosagem da radiação não deve provocar efeitos adversos na longevidade dos machos, comportamento, busca e acasalamento (VAN DER VLOEDT; KLASSEN, 2005).

Walker e Quintana-Munez (1968) obtiveram 99,99% de machos estéreis de *D. saccharalis* expostos a 30 krad de radiação gama, sem alteração no comportamento dos adultos.

Diversas espécies de Lepidoptera têm sido expostas à radiação ionizante para a indução de esterilidade: *Diatraea saccharalis*, *Galleria mellonella*, *Sitotroga cerealella*, *Pectinophora gossypiella*, *Spodoptera exigua*, *Trichoplusia ni*, *Heliothis zea*, *Heliothis virescens*, *Laspereyresia pomonella*, *Ephestia cautella*, *Plodia interpunctella*, *Anagasta kuhniella*, *Paramyelois transitella* e *Pieris brassicae* (NORTH, 1975; WALKER; QUINTANA-MUNEZ, 1968; COGBURN; TILTON; BURKHOLDER, 1966; GRAHAM et al., 1972, PROSHOLD; BARTELL, 1970). Em 1977, os governos dos Estados Unidos, México e Guatemala iniciaram um programa cooperativo conhecido como Programa Moscamed para erradicar a mosca do mediterrâneo através da TIE do México e manter uma barreira na Guatemala para impedir a disseminação dessa praga, suprimir as populações e reduzir o risco de introdução nos EUA. O México está livre dessa praga desde 1982, com exceção da parte sul do estado de Chiapas contíguo à Guatemala, onde foram registrados alguns casos da praga (APHIS-USDA, 2002).

Em Juazeiro, na Bahia, foi construída uma biofábrica financiada pelo Governo Federal do Brasil, com aliança estratégica da Embrapa, Secretaria da Agricultura da Bahia e de outros estados do Nordeste, Universidade de São Paulo, Agência Internacional de Energia Atômica das Nações Unidas e Departamento de Agricultura dos Estados Unidos para a produção massal de machos estéreis de *Ceratitis capitata* e *Cydia pomonella*. O primeiro lote de machos estéreis da mosca-das-frutas do mediterrâneo foi liberado em dezembro de 2005, contando com 650 mil indivíduos estéreis, no pólo de fruticultura de Livramento de Nossa Senhora-BA (MOSCAMED BRASIL, 2006).

Programas de erradicação de *C. capitata* através da técnica do inseto estéril também vêm sendo utilizados na Austrália, Chile, Costa Rica, Argentina, Peru, Portugal, Israel, Jordânia, Japão e África do Sul; e da mosca tse-tsé *Glossina* spp. na África: na ilha de Zanzibar, Etiópia, Quênia, e Tanzânia (GOVERNMENT OF SOUTH AUSTRALIA, 2005; NEW AGRICULTURIST, 2006).

Esterilização Química

Knipling (1959) define a quimioesterilização como um método de controle mais eficiente e racional, pois interrompe a reprodução de populações naturais da praga, com efeitos imediatos, uma vez que 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.

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

O uso de substâncias químicas mutagênicas para esterilizar insetos foi proposto por Knipling em 1979. Quimioesterilizantes são compostos que interferem no potencial reprodutivo de organismos que se reproduzem sexuadamente. No contexto da TIE, o principal entrave é o desenvolvimento de compostos e métodos de aplicação que não resultem na introdução de resíduos perigosos ao meio ambiente (BORKOVEC, 1976; LA BRECQUE; SMITH, 1968).

De acordo com Meyer (2003) são conhecidas cerca de 400 substâncias químicas que causam esterilidade reprodutiva nos insetos. Alguns desses compostos inibem o desenvolvimento

ovariano ou induzem alterações na estrutura química dos ácidos nucleicos, DNA e RNA. Essas mudanças (mutações) interferem na divisão celular ou impedem o desenvolvimento embrionário normal. Os quimioesterilizantes podem ser aplicados diretamente sobre os insetos ou incorporados ao alimento, que pode servir como isca. Alguns exemplos de quimioesterilizantes são: agentes alquilantes (tepa, metepa, afolato), antimetabólitos (fluoruracila, aminopterina); organotinas, antibióticos (porfiriomicina, cicloheximida), alcalóides (monocrotalina, colchicina), triazinas e outros (tiouréia).

Crystal (1964) esterilizou adultos de *Cochliomyia hominivorax* através da aplicação tópica e oral dos agentes alquilantes: tretamina e tiotepa. Entretanto, não obteve o sucesso esperado, pois o vigor sexual dos machos tratados com esses compostos foi reduzido, considerando que eles não competiram satisfatoriamente com os machos não tratados.

Bertram (1963) obteve bons resultados cruzando fêmeas de *Anopheles gambiae* var. *melas* tratadas com tiotepa com machos não tratados e dos 6.913 ovos resultantes, apenas 0,8% foram viáveis; enquanto que no casal testemunha, dos 6.368 ovos, 68,7% foram viáveis.

A partir de estudos detalhados com *Aedes aegypti*, Bertram (1964) observou que a infertilidade genética do esperma de machos tratados foi transferida durante a cópula para as fêmeas não tratadas; e as fêmeas tratadas com tiotepa tiveram seus ovariolos destruídos, comprometendo o processo de oogênese. Esse mesmo autor relata o efeito esterilizante de tepa, metepa, tiotepa e afolato em adultos de *Musca* sp., *A. aegypti* e *Stomoxys* sp.

Adultos de *Aedes aegypti*, *Aedes togoi*, *Anopheles gambiae* var. *melas*, *Anopheles gambiae gambiae* e *Culex pipiens molestus* expostos por um período de 3 horas à tiotepa produziram ovos inférteis (BERTRAM, 1964).

De acordo com La Brecque e Keller (1965) apud Romano (2002), até a década de 70, os esterilizantes químicos mais utilizados em pesquisas laboratoriais para controle de insetos eram agente alquilantes e nitrofuranos. Entretanto, devido aos efeitos mutagênicos, carcinogênicos e indutores de esterilidade sexual em mamíferos, sua aplicação prática foi considerada inviável.

De acordo com Bariola (1984), mariposas tratadas com sub-dosagens de certos inseticidas apresentam menor taxa de acasalamento, menor número de ovos e menor eclosão de lagartas, auxiliando na supressão populacional de pragas. Piretróides sintéticos, como a ciflutrina, fenpropatrina, fenvalerato, flucitrinato e permetrina em sub-dosagens provocaram redução de acasalamento de *Pectinophora gossypiella* durante as primeiras 24 horas após o tratamento, além

da redução do número de ovos colocados. A avermectina suprimiu completamente o acasalamento e a oviposição.

2.5 Inseticidas reguladores de crescimento - IRC

Os inseticidas reguladores de crescimento de insetos fazem parte de uma nova geração de compostos que vêm sendo utilizados na agricultura, apresentando um modo de ação diferente dos inseticidas convencionais, atuando sobre processos fisiológicos dos insetos, caracterizando-se como produtos seletivos e de baixa toxicidade a mamíferos (VELLOSO et al., 1999).

O crescimento e o desenvolvimento dos insetos é marcado por períodos de muda, regulados pelo ecdisteróide 20-hidroxiectdisônio (20E ou hormônio da ecdise ou ecdisterônio) e o hormônio juvenil (HJ). Três compostos com atividade semelhante foram isolados de insetos e por conveniência foram designados como HJ1, HJ2 e HJ3; esses 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 tende a ser alta no começo 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 ocorre um pico na concentração do HJ pouco antes da pupação. Nos adultos, a concentração do HJ aumenta novamente, dependendo do estágio fisiológico ou do estágio do ciclo reprodutivo (BROWN, 1994; HELLER et al., 1992 apud DHADIALLA, CARLSON; LE, 1998; GRENIER; GRENIER, 1993).

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 (agonistas ou antagonistas) pode resultar na interferência dos processos fisiológicos de crescimento, desenvolvimento e reprodução (DHADIALLA, CARLSON; LE, 1998; KORT; GRANGER 1981).

A espermatogênese é um processo seqüencial 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 seqüencial de maturação das gônadas e células germinativas (DUMSER, 1980).

Benzoilfeniluréias (diflubenzurom, flufenoxurom, lufenurom, novalurom, teflubenzurom e triflumuro) são inibidores da síntese de quitina. Retnakaram et al. (1985) citam que esses compostos inibem a formação da quitina sintetase a partir do seu zimógeno, pela interferência na protease responsável pela ativação da enzima.

Diacilhidrazinas (metoxifenoazide e tebufenoazide) são agonistas não-esteróides do hormônio da ecdise e exibem sua atividade inseticida através da interação com os receptores de proteínas de ecdisteróides. Esses compostos aceleram o processo de ecdise, entretanto, seu exato modo de ação ainda é desconhecido (DHADIALLA, CARLSON; LE, 1998).

Inseticidas aromáticos não-terpenoidais (fenoxicarbe e piriproxifem) mimetizam a ação do hormônio juvenil, suprimindo a metamorfose e prolongando o período larval ou ninfal. Esses inseticidas são tóxicos para um amplo espectro de insetos durante os estágios reprodutivo, embrionário e último ínstar larval. Embora pouco seja conhecido sobre as características moleculares das proteínas receptoras pelas quais o hormônio juvenil ou seus análogos manifestem sua atividade, as evidências disponíveis sugerem que esses compostos podem exercer atividade através de diferentes ligações entre células e proteínas (DHADIALLA, CARLSON; LE, 1998).

De forma geral, os IRC não apresentam ação de choque, não têm amplo espectro de ação e agem principalmente por ingestão. Uma das vantagens dos IRC é a seletividade aos organismos não-alvo, tornando seu uso compatível no MIP. Além disso, o específico modo de ação sobre os insetos, faz com que esse grupo de inseticidas seja considerado seguro aos mamíferos (BAYOUMI et al., 2003).

Além do efeito larvicida, os inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento de insetos podem provocar a redução na produção de ovos em várias espécies de Lepidoptera, Coleoptera e Diptera (DHADIALLA, CARLSON; LE, 1998). O tebufenoazide apresentou efeito ovicida em *Ostrinia nubilalis* (TRISYONO; CHIPPENDALE, 1997) e também provocou interrupção no processo normal da espermatogênese em algumas espécies de Lepidoptera (CARPENTER; CHANDLER, 1994; FRIEDLANDER; BROWN, 1995; GIEBULTOWICZ et al., 1993 apud DHADIALLA, CARLSON; LE, 1998).

Efeitos negativos dos análogos de hormônio juvenil foram constatados sobre a capacidade reprodutiva de *Blatella germanica*, *Trialeurodes vaporariorum* e *Solenopsis invicta* (DHADIALLA, CARLSON; LE, 1998).

A aplicação de fenoxicarbe no quinto instar de *Blatella germanica* não só induz deformações morfológicas, mas também esterilidade sexual nos adultos. A esterilidade parece ser transferida de machos tratados para fêmeas não tratadas, indicando efeito sobre o esperma (KING; BENNETT, 1990).

O tratamento de fêmeas adultas de *Solenopsis invicta* com fenoxicarbe suprimiu o crescimento do epitélio folicular e das células mãe, inibindo a deposição do vitelo dentro dos óvulos (GLANCY; BANKS, 1988). De acordo com Grenier e Grenier (1993) fenoxicarbe interfere na diferenciação de castas em insetos sociais, levando ao desbalanceamento entre as castas nas colônias. Piriproxifem fornecido na forma de isca formulada com óleo de manteiga de amendoim reduziu a produção de ovos da rainha de formigas *Monomorium pharaonis*, reduzindo o número de indivíduos da colônia até sua completa extinção (VAIL; WILLIAMS, 1995).

Quando adultos das pragas de grãos armazenados, como *Rhizopertha dominica*, *Sitophilus oryzae*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Tribolium castaneum*, foram expostos a grãos de trigo tratados com flufenoxurom, teflubenzurom e triflumuro, não produziram geração F1 (ELEK; LONGSTAFF, 1994).

Schroeder e Sutton (1978) observaram menor viabilidade de ovos de *Diaprepes abbreviatus* provenientes de adultos mantidos em contato com folhas de citros pulverizadas com diflubenzurom.

Alguns inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento de insetos foram oferecidos misturados a uma solução de melão a 10%, a adultos de *Spodoptera frugiperda*, provocando redução no número e viabilidade dos ovos. Methoxifenoazide (0,10 mL/L), teflubenzurom (0,06 mL/L), diflubenzurom (0,06 mL/L), lufenuro (0,04 mL/L) e testemunha apresentaram 103, 217, 212, 586 e 645 ovos em média; e desses 16,8; 31,7; 58,5; 2,3 e 94,8% foram viáveis, respectivamente (ROMANO, 2002).

Diflubenzurom reduziu em 83,5% a viabilidade dos ovos da primeira postura de fêmeas de *Anthonomus grandis* expostas a resíduos desse composto nas folhas de algodoeiro quando comparada à testemunha (GODOY, 2006).

Piriproxifem aplicado em pupas recém-formadas de *Spodoptera litura* provocou a inibição da oviposição, devido à falta da liberação do fator estimulante para oviposição que estava presente na hemolinfa de fêmeas copuladas e não tratadas, demonstrando que doses subletais de análogos do hormônio juvenil podem interromper ou prejudicar um ou mais processos de desenvolvimento da praga alvo (HATAKOSHI, 1992).

A aplicação tópica de 0,10 e 0,20 µg de piriproxifem em pupas recém-formadas de *Tenebrio molitor* provocou o decréscimo na concentração de ecdisteróides e aumento na concentração de proteínas na hemolinfa (ARIBI et al., 2006).

Além do uso agrícola, o inseticida piriproxifem vem sendo utilizado comercialmente no combate às pulgas em animais domésticos. Meola et al. (2000) alimentaram adultos da pulga do gato, *Ctenocephalides felis*, com sangue bovino tratado com piriproxifem através de um sistema de membrana de parafilme. Piriproxifem em concentrações até 100 ppm não apresentou efeito tóxico às pulgas adultas alimentadas por um período de 10 dias, mas os ovos produzidos por essas fêmeas foram 100% estéreis. Esses resultados indicam que embora o piriproxifem seja relativamente não-tóxico aos adultos, quantidade suficiente do produto é absorvido através das paredes do intestino para causar atividade oviesterilizante.

Palma, Meola e Meola (1993) observaram que *C. felis* expostas ao piriproxifem produziram ovos desprovidos de núcleo, onde nenhum blastoderma foi formado. Os ovos provenientes das pulgas tratadas com metoprene não apresentaram alterações morfológicas, permanecendo túrgidos durante a embriogênese; entretanto, as larvas que eclodiram morreram poucas horas após o nascimento. Exames histológicos dos ovos revelaram que a maioria deles continha embriões segmentados que aparentemente morreram durante a blastoquinense.

2.6 Esterilização de *Diatraea saccharalis*

Alguns autores dão bastante ênfase à monogamia, como sendo um pré-requisito necessário para aplicação da TIE. Essa característica evidentemente simplifica, mas certamente não invalida o método contra insetos poligâmicos. Van Whervin e Wilde (1970) indicam alguns critérios necessários para aplicação da TIE em insetos poligâmicos:

a) o esperma dos machos estéreis deve possuir mutações letais dominantes que sejam competitivas com o esperma produzido por machos normais;

b) os machos estéreis devem conter um estoque suficiente de esperma maduro ou espermátides do momento da irradiação até a última cópula, como ocorre normalmente com os machos dessa espécie em condições de campo. Se esses critérios forem cumprido, o número de indivíduos a serem liberados para erradicação é idêntico tanto para espécies monogâmicas como poligâmicas.

Walker e Pedersen (1969) simularam a aplicação da TIE com *D. saccharalis* em Porto Rico, indicando que seria necessária a liberação de 1557 machos sub-estéreis por hectare durante três gerações, ou 7625 machos sub-estéreis por hectare durante a primeira geração. No Brasil, Sgrillo (1979) encontrou resultados similares: 1857 machos sub-estéreis liberados em cada uma das três gerações, ou 7768 machos liberados durante a primeira.

Polleto e Nakano (1996) relataram a possibilidade de esterilizar quimicamente a broca-da-cana. Masís-Chacón (1988) observou que adultos de *D. saccharalis* alimentados com solução de mel a 10% com clorfluazurom a 0,45% e diflubenzurom a 7,5% apresentaram 60% e 37% de ovos estéreis, respectivamente.

A adoção do MIP em culturas anuais vem propiciando novas maneiras para se controlar as pragas, sem exigir sua completa erradicação do ambiente; ao contrário, recomenda-se que permaneçam em quantidades não prejudiciais, em seu nível de equilíbrio, mantendo assim os inimigos naturais que delas dependem. Dessa forma, a TIE seria uma ferramenta adequada ao MIP, pois é compatível com outros métodos de controle, reduzindo os riscos de contaminação do alimento e ambiente. A TIE não visa à erradicação, mas à manutenção da população da praga a níveis toleráveis.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no setor de Defensivos Agrícolas do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), em Piracicaba-SP, entre os meses de março de 2004 e janeiro de 2006.

A criação de *Diatraea saccharalis* foi iniciada a partir de ovos provenientes da criação estoque do Laboratório de Biologia de Insetos da ESALQ e do Centro de Tecnologia Canavieira (Piracicaba-SP). Após o tratamento por três minutos em solução de sulfato de cobre a 1% ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) para a descontaminação superficial, os ovos foram acondicionados em placas de Petri (9 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura) com papel filtro ao fundo, umedecido diariamente com água destilada para evitar o ressecamento dos ovos. Foram unidas tampa com tampa ou fundo com fundo dessas placas, com as laterais vedadas com filme plástico e fita adesiva, para evitar a fuga das lagartas recém-eclodidas. Essas foram transferidas com auxílio de um pincel fino para tubos de vidro esterilizados (2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de altura) contendo dieta artificial modificada de Hensley e Hammond (1968), tampadas com algodão hidrófugo e mantidas em B.O.D. climatizada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, até a formação da pupa.

As pupas com um dia de idade foram retiradas dos tubos, separadas por sexo através da observação da genitália em microscópio estereoscópio com aumento de 40 vezes e colocadas em pote plástico com papel filtro ao fundo e tampado com tecido “voil”.

Um casal de adultos recém-emergidos foi colocado em cada tubo de PVC (20 cm de altura e 10 cm de diâmetro) cobertos com tecido “voil” na extremidade posterior e forrados internamente com papel sulfite, para fornecimento de substrato adequado à oviposição. Dentro de cada gaiola foi colocado um copo de plástico com as bordas cortadas (2 cm de diâmetro x 0,5 cm de altura) contendo solução de melão a 10% e um pedaço de algodão hidrófilo, para alimentação das mariposas. O alimento foi trocado a cada dois dias para evitar sua fermentação. O papel sulfite interno à gaiola foi retirado diariamente, as massas de ovos foram recortadas e transferidas para placa de Petri. Cerca de 5% dos casais foram utilizados para a reprodução e manutenção da criação, enquanto que o restante foi utilizado para os experimentos.

Escolha das dosagens

Para a determinação das doses, foi realizada uma pré-seleção com várias concentrações de ingredientes ativos. Foram colocados em cada gaiola quatro mariposas de *D. saccharalis* recém-emergidas (dois machos e duas fêmeas), com quatro repetições. A gaiola consistiu de um tubo de PVC de 20 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro, forrados internamente com papel sulfite branco, contendo uma solução de melaço a 10% misturado a um inseticida regulador de crescimento em doses pré-estabelecidas.

Os inseticidas utilizados foram: clorfluazurom, diflubenzurom, flufenoxurom, lufenurom, novalurom, piriproxifem e teflubenzurom.

Avaliou-se a longevidade das mariposas, número de massas de ovos, número de ovos totais e número de ovos inviáveis.

Foram selecionadas as doses que não provocaram mortalidade nos adultos até que o período de oviposição fosse encerrado.

Tabela 2 - Ingrediente ativo, produto comercial, tipo de formulação, concentração do ingrediente ativo e grupo químico dos inseticidas reguladores de crescimento de insetos utilizados nos experimentos

Ingrediente Ativo	Produto Comercial	Formulação	Concentração do i. a.	Grupo Químico
1. clorfluazurom	Atabron 50EC	Concentrado Emulsionável	50g/L	Benzoiluréia
2. diflubenzurom	Dimilin	Pó Molhável	250g/kg	Benzoiluréia
3. flufenoxurom	Cascade 100	Concentrado Emulsionável	100g/L	Benzoiluréia
4. lufenurom	Match CE	Concentrado Emulsionável	50g/L	Benzoiluréia
5. novalurom	Rimon 100EC	Concentrado Emulsionável	100g/L	Benzoiluréia
6. piriproxifem	Cordial 100	Concentrado Emulsionável	100g/L	Éter piridiloxipropílico
7. teflubenzurom	Nomolt 150	Suspensão Concentrada	150g/L	Benzoiluréia

Fonte: Brasil (2006).

Tratamento de adultos

As mariposas com um dia de idade, um macho e uma fêmea, foram transferidos para as gaiolas de acasalamento, composta por tubo de PVC (20 cm de altura x 10 cm de diâmetro) revestido internamente com papel sulfite e fechado na extremidade posterior com tecido “voil” e elástico. Para alimentação dos adultos foi colocado um tubo de vidro (20 mL) contendo uma solução de água destilada, inseticida regulador de crescimento e 10% de melaço (atrativo alimentar).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com 19 tratamentos e 5 repetições.

As variáveis observadas foram: longevidade dos indivíduos, número total de ovos, número de ovos inviáveis e viáveis. A contagem de ovos foi realizada com auxílio de estereomicroscópio com aumento de 40 vezes. A porcentagem de ovos viáveis foi calculada através do número total de ovos dividido pelo número de ovos que deram origem a lagartas. A porcentagem de eficiência dos tratamentos foi calculada pela fórmula de Abbott (1925).

Análise dos resultados

Os dados obtidos foram transformados em raiz quadrada de $(x+0,5)$, analisados estatisticamente pelo teste F de significância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média dos dados obtidos nos experimentos avaliando o efeito dos inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento de insetos na reprodução e longevidade dos adultos de *Diatraea saccharalis* encontram-se resumidos nas Tabelas 3, 4 e 5 e nas Figuras 1 e 2. O número total de ovos produzidos em cada tratamento pode ser visualizado na Figura 1. Os números de ovos total e viáveis constam na Tabela 3. Na Tabela 4 encontram-se os valores referentes à porcentagem de ovos inviáveis e na Tabela 5 a longevidade dos adultos após o tratamento, de acordo com o sexo. A porcentagem de eficiência dos tratamentos constam na Figura 2.

As fêmeas do tratamento testemunha produziram em média 659 ovos. Quantidade menor foi obtida por Masís-Chacón (1988), com média de 435 ovos por fêmea; e Perez e Long (1964) e Walker e Figueroa (1964), com média de 300 ovos.

Todos os tratamentos, com exceção da menor dosagem de lufenurom (0,75 g i.a./L) reduziram a produção de ovos (Figura 1). Entretanto, as maiores dosagens de lufenurom (1,00 e 2,00 g i.a./L) provocaram uma drástica redução no número de ovos produzidos. A maior dosagem do lufenurom apresentou 153 ovos, o que representa uma redução de 85% de ovos produzidos em relação à menor dosagem (1028 ovos).

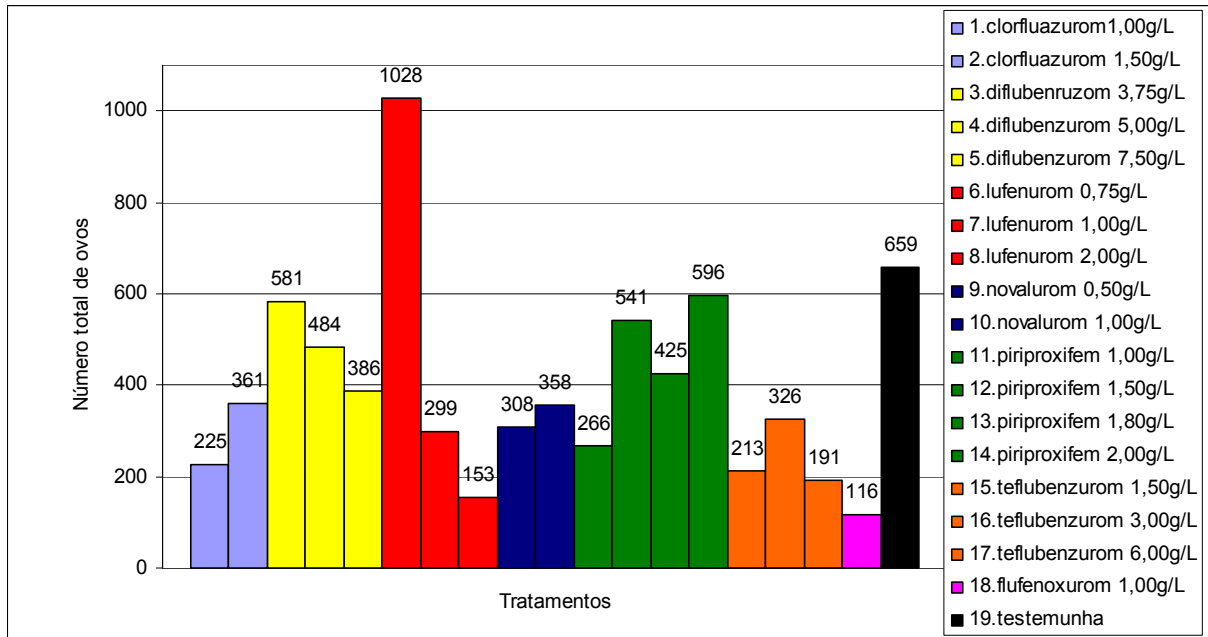


Figura 1 - Número total de ovos colocados por *D. saccharalis* (média de 5 casais), quando adultos foram tratados por ingestão com inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento de insetos

O tratamento com flufenoxurom (1,00 g/L) apresentou o menor número de ovos, mas apenas 43,1% foram inviáveis. A baixa produção de ovos pode ser explicada em função da redução da longevidade dos adultos, tanto de machos como de fêmeas.

Tabela 3 - Número de ovos totais e viáveis, colocados por *D. saccharalis*, quando adultos foram tratados com inseticidas reguladores de crescimento de insetos

Tratamento	Dosagem (g i.a./L calda)	Número de Ovos	
		Total	Viáveis
1. clorfluazurom	1,00	225 ± 92,98 bcd	92 ± 35,76 CDE
	1,50	361 ± 99,39 abcd	167 ± 78,88 BCDE
	3,75	581 ± 90,96 ab	259 ± 51,12 ABC
2. diflubenzurom	5,00	484 ± 246,55 abcd	182 ± 135,22 BCDE
	7,50	386 ± 79,22 abcd	192 ± 92,14 BCD
	0,75	1028 ± 821,81 a	794 ± 682,00 A
3. lufenurom	1,00	299 ± 183,72 bcd	234 ± 162,79 BCD
	2,00	153 ± 30,02 cd	28 ± 38,23 DE
4. novalurom	0,50	308 ± 36,99 bcd	250 ± 44,96 ABC
	1,00	358 ± 110,57 abcd	202 ± 72,54 BCD
5. piriproxifem	1,00	266 ± 143,61 bcd	87 ± 49,57 CDE
	1,50	541 ± 214,12 abc	179 ± 117,58 BCDE
	1,80	425 ± 150,65 abcd	13 ± 21,26 E
	2,00	596 ± 163,38 ab	108 ± 62,83 CDE
6. teflubenzurom	1,50	213 ± 127,62 bcd	124 ± 77,14 CDE
	3,00	326 ± 198,66 bcd	153 ± 112,77 CDE
	6,00	191 ± 80,33 bcd	89 ± 43,80 CDE
7. flufenoxurom	1,00	116 ± 83,67 d	66 ± 46,52 CDE
8. testemunha	--	659 ± 388,98 abc	569 ± 328,31 AB
C.V. (%)		26,76	37,32

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

Tabela 4 - Porcentagem de ovos inviáveis quando adultos de *D. saccharalis* foram tratados com inseticidas reguladores de crescimento de insetos

Tratamento	Dosagem (g i.a./L calda)	Ovos Inviáveis (%)
1. clorfluazurom	1,00	59,1
	1,50	53,7
	3,75	55,4
2. diflubenzurom	5,00	62,3
	7,50	50,3
	0,75	22,8
3. lufenurom	1,00	21,7
	2,00	81,7
4. novalurom	0,50	18,8
	1,00	43,6
	1,00	67,3
5. piriproxifem	1,50	66,9
	1,80	96,9
	2,00	81,9
	1,50	41,8
6. teflubenzurom	3,00	53,1
	6,00	53,4
7. flufenoxurom	1,00	43,1
8. testemunha	--	13,7

Os tratamentos lufenurom (0,75 e 1,0 g i.a./L), novalurom (0,5 e 1,0 g i.a./L), teflubenzurom (1,5 g i.a./L), flufenoxurom (1,0 g i.a./L) e testemunha apresentaram menos de 50% de ovos inviáveis (Tabela 4). Os demais tratamentos apresentaram aumento no número de ovos inviáveis. Piriproxifem (1,8 g i.a./L) apresentou o maior número de ovos inviáveis (96,9%); dos 425 ovos totais, apenas 13 lagartas eclodiram. Os casais tratados com lufenurom (2,0 g i.a./L) produziram menor quantidade de ovos (153); desses apenas 28 foram viáveis.

Os adultos tratados com clorfluazurom (1,00 e 1,50 g i.a./L) produziram 225 e 361 ovos, desses 92 e 167 foram viáveis, representado 40,9 e 46,3% de viabilidade, respectivamente. Van Laecke et al. (1989) obtiveram eficiência de 16% de eclosão de lagartas provenientes de postura de *S. exigua*; fato que pode ser explicado pela menor dosagem empregada (100 ppm de clorfluazurom). HEGAZY (1991) apud ROMANO (2002) alimentaram adultos de *Spodoptera littoralis* com 3; 1,5 e 0,75 ppm de clorfluazurom, obtendo 24,8; 22,2 e 16,6% de ovos viáveis, respectivamente.

Na Tabela 5, observa-se que em todos os tratamentos, as fêmeas sobreviveram maior período de tempo do que os machos. Com relação ao tratamento testemunha, as fêmeas apresentaram longevidade média de 4,8 dias e os machos de 3,4 dias. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Walker e Alemañy (1965) apud Botelho (1985) que relataram em condições de laboratório, média de 3,5 e 5,2 dias para machos e fêmeas, respectivamente.

Fêmeas tratadas com clorfluazurom (1,5 g i.a./L) e flufenoxurom (1,0 g i.a./L) tiveram seu período de sobrevivência reduzido, quando comparadas à testemunha. Quanto aos machos, os tratamentos: clorfluazurom (1,5 g i.a./L), lufenurom (2,0 g i.a./L), novalurom (1,0 g i.a./L), teflubenzurom (3,0 g i.a./L) e flufenoxurom (1,0 g i.a./L) diferiram estatisticamente em relação aos casais não tratados (Tabela 5).

Tabela 5 - Longevidade média de adultos, machos e fêmeas de *D. saccharalis* submetidos ao tratamento por ingestão com inseticidas reguladores de crescimento de insetos

Tratamento	Dosagem (g i.a./L calda)	Longevidade (dias)	
		Macho	Fêmea
1. clorfluazurom	1,00	2,4 ± 0,55 abc	2,8 ± 0,45 AB
	1,50	2,0 ± 0,00 bc	2,2 ± 0,45 B
	3,75	2,4 ± 0,55 abc	4,0 ± 0,71 AB
2. diflubenzurom	5,00	2,4 ± 0,55 abc	3,0 ± 1,00 AB
	7,50	2,4 ± 0,55 abc	2,8 ± 0,84 AB
	0,75	2,4 ± 0,55 abc	3,0 ± 1,00 AB
3. lufenurom	1,00	2,8 ± 0,45 ab	3,2 ± 0,84 AB
	2,00	2,2 ± 0,45 bc	3,2 ± 0,45 AB
4. novalurom	0,50	2,8 ± 0,45 ab	3,0 ± 0,71 AB
	1,00	2,2 ± 0,45 bc	3,2 ± 0,45 AB
5. piriproxifem	1,00	3,0 ± 0,00 ab	3,2 ± 0,84 AB
	1,50	2,6 ± 0,55 abc	3,6 ± 0,89 AB
	1,80	2,6 ± 0,55 abc	3,0 ± 1,00 AB
	2,00	2,4 ± 0,55 abc	3,4 ± 1,14 AB
6. teflubenzurom	1,50	2,4 ± 0,55 abc	2,8 ± 0,84 AB
	3,00	2,2 ± 0,45 bc	2,8 ± 0,84 AB
	6,00	2,4 ± 0,55 abc	3,0 ± 0,71 AB
7. flufenoxurom	1,00	1,6 ± 0,55 c	2,2 ± 0,84 B
8. testemunha	--	3,4 ± 0,55 a	4,8 ± 1,10 A
C.V. (%)		8,41	11,62

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

Na esterilização física, a indução da mutação letal dominante nas células reprodutivas dos insetos não impede a maturação destas células em óvulos ou esperma. Entretanto, a mutação letal dominante 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). Esse evento também foi observado nos ovos resultantes de mariposas de *D. saccharalis* tratadas com inseticidas reguladores de crescimento de insetos, em que foi possível a observação da formação da cápsula cefálica nos ovos que não eclodiram. A formação do embrião confirma que ocorreu a cópula e a fecundação do óvulo, entretanto, o embrião não completou seu desenvolvimento embrionário e não foi capaz de romper o córion do ovo e chegar ao estágio larval.

A formação do embrião também foi observada através do córion de ovos provenientes de adultos de *Diabrotica speciosa* tratados com lufenurom a 0,033%, mas apenas 19,8% dos ovos produzidos foram viáveis (ÁVILA; NAKANO, 1999).

De acordo com Tobe e Stay (1979) apud Kort e Granger (1981) a aplicação de altas doses de análogos do hormônio juvenil deprime a síntese do hormônio juvenil pelos corpos alados, enquanto que baixas doses estimulam sua produção. Pinto; Bitondi e Simões (2000) estudaram a ação do hormônio juvenil na síntese de vitelogenina (Vg) em *Apis mellifera*, através da aplicação de piriproxifem; concluíram que baixas doses (0,001; 0,01 e 0,1 μg) não afetaram a síntese normal e secreção de Vg na hemolinfa das abelhas tratadas; enquanto que altas doses de análogos do HJ interrompem a síntese da Vg.

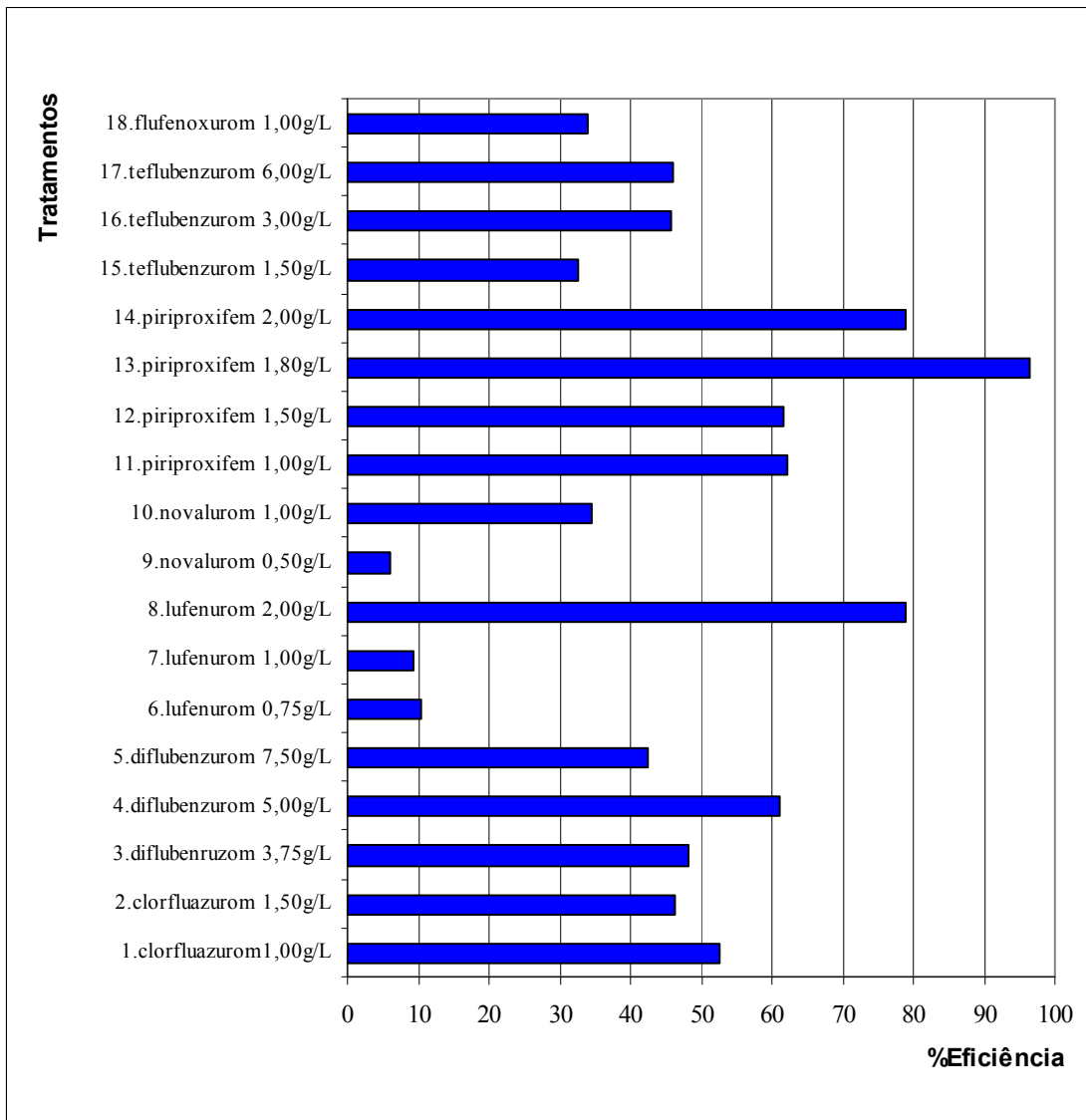


Figura 3 - Porcentagem de eficiência de esterilização de *D. saccharalis*, quando adultos foram tratados com inseticidas reguladores de crescimento de insetos

Diversos pesquisadores têm relatado a eficiência de diflubenzurom na quimioesterilização de *Anthonomus grandis* tratados com esse inseticida (MOORE; TAFT, 1975; GANYARD et al., 1977; JOHNSON et al., 1978; MOORE et al., 1978; MITCHELL et al., 1980; WRIGHT et al., 1980; HAYNES et al., 1981; MITCHELL et al., 1983; HAYNES; SMITH, 1989; VILLAVASO et al., 1995 apud GODOY, 2006). A inibição da reprodução também foi observada em adultos de *Graphognathus peregrinus* e *Graphognathus leucoloma* alimentados com folhas tratadas com diflubenzurom em concentrações que variaram de 300 a 1200 ppm (OTTENS; TODD, 1979).

Entretanto, no presente trabalho, apesar de reduzir a viabilidade dos ovos de *D. saccharalis*, esse produto apresentou baixa eficiência: 48,3; 61,0; 42,4% para as doses de 3,75; 5,0 e 7,5 g i.a./L, respectivamente. Os números de ovos totais e viáveis não diferiram da testemunha em todas as concentrações testadas do diflubenzurom.

Flufenoxurom (1,00 g i.a./L), teflubenzurom (1,5; 3,0 e 6,0 g i.a./L), novalurom (0,50 e 1,0 g i.a./L), lufenurom (0,75 e 1,0 g i.a./L), diflubenzurom (3,75 e 7,5 g i.a./L) e clorfluazurom (1,5 g i.a./L) apresentaram eficiência inferior a 50%. Clorfluazurom (1,00 g i.a./L) apresentou eficiência de 52,6%, diflubenzurom (5,0 g i.a./L) 61,0%, piriproxifem (1,0 e 1,5 g i.a./L) 62,1 e 61,6%, respectivamente.

Os tratamentos mais eficientes na esterilização de mariposas da broca-da-cana foram piriproxifem 1,8 g i.a./L (96,4%), seguido por piriproxifem 2,0 g i.a./L (79,0%) e lufenurom 2,0 g i.a./L (78,8%).

Piriproxifem também apresentou efeito esterilizante sobre adultos de *Tuta absoluta*. OLIVEIRA (2004) obteve 80,7% de eficiência utilizando isca com melaço a 10% e piriproxifem (2 g i.a./L).

MEOLA et al. (2000) investigaram a atividade do piriproxifem em adultos, ovos e estágios larvais da pulga *Ctenocephalides felis*. Os resultados evidenciaram que o piriproxifem ingerido misturado ao sangue não foi tóxico aos adultos em concentrações até 100 ppm. Esses autores também observaram que as pulgas alimentadas com sangue e piriproxifem produziram grande número de ovos, entretanto, nenhuma lagarta eclodiu, indicando a atividade oviesterilizante.

Palma; Meola e Meola (1993) relataram que pulgas adultas tratadas com piriproxifem produziram ovos com quantidades anormais de vitelo, entrando em colapso após a oviposição. Exames histológicos dos ovos revelaram que muitos ovos continham embriões segmentados que aparentemente morreram durante a blastoquinense.

Oouchi (2005) relatou que a aplicação tópica de piriproxifem afetou todos os estágios do ciclo biológico de *Plutella xylostella*. A aplicação de 100 ppm sobre ovos com 0-1 dia de idade reduziu a eclosão de lagartas em 90%. O tratamento de lagartas de terceiro ínstar com 500 ppm de piriproxifem permitiu que somente 13% atingissem o estágio adulto. O contato das mariposas com uma superfície de alumínio contaminada com 0,04 mg de piriproxifem por centímetro

quadrado em solução de acetona e óleo de canola reduziu a viabilidade dos ovos produzidos em até 90%.

Em experimentos realizados *in vivo* e *in vitro*, Aribi et al. (2006) concluíram que o piriproxifem provoca um bloqueio na produção de ecdisteróides. Isso sugere que o análogo do hormônio juvenil pode ter modulado o efeito do 20E (20-hidroxiectdisônio), provocando a inibição do desenvolvimento normal do inseto. O ecdisteróide 20E está envolvido na regulação da maturação reprodutiva durante o estágio adulto (DHADIALLA; CARLSON; LE, 1998).

Piriproxifem também apresenta alta atividade esterilizante em várias espécies de Diptera, como *Glossina* sp. (HARGROVE; LANGLEY, 1990 apud CASAÑA-GINEZ et al., 1999), *Rhagoletis pomonella* (DUAN et al., 1995 apud CASAÑA-GINEZ et al., 1999), *Haematobia irritans* (BULL; MEOLA, 1993 apud CASAÑA-GINEZ et al., 1999) e *Stomoxys calcitrans* (BULL; MEOLA, 1994 apud CASAÑA-GINEZ et al., 1999). Entretanto, Casaña-Ginez et al. (1999) não obtiveram bons resultados na esterilização de *Ceratitis capitata* misturando 5000 ppm de piriproxifem à dieta dos adultos durante três dias, obtendo apenas 6% de ovos inviáveis.

Romano (2002) obteve bons resultados de esterilização com lufenurom em mariposas de *Spodoptera frugiperda*, na dosagem de 0,75 g i.a./L com 97,7% de ovos inviáveis. Casaña-Giner et al. (1999) forneceram aos adultos de *Ceratitis capitata* alimento misturado a diferentes inseticidas reguladores de crescimento de insetos; 1000 ppm de lufenurom fornecidas às fêmeas (virgens ou acasaladas) por três horas provocou total supressão da eclosão de larvas. A mesma atividade esterilizante foi observada nas fêmeas que copularam com machos tratados com lufenurom misturado ao alimento a 5.000 ppm durante três horas. A esterilidade das fêmeas tratadas persistiu por pelo menos 25 dias após o tratamento.

Lopis et al. (2004) avaliaram o efeito de lufenurom aplicado, em pomares de citrus na Espanha, através da pulverização na forma de isca com proteína (isca líquida) e em armadilhas do tipo “delta” com gel protéico + lufenurom (isca sólida) visando à esterilização de adultos de *Ceratitis capitata*. A esterilização reduziu a população em 80,4% e 77,6%, com isca líquida e sólida, respectivamente.

A vitelogênese, desenvolvimento dos oócitos e outros processos fisiológicos e bioquímicos são dependentes do nível do 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; GRANGEER, 1981). Portanto, 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.

5 CONCLUSÕES

Todos os tratamentos, com exceção da menor dosagem de lufenurom (0,75 g i.a./L) reduziram a produção de ovos em relação à testemunha.

Flufenoxurom (1,00 g i.a./L) e clorfluazurom (1,50 g i.a./L) reduziram a longevidade de ambos os sexos tratados por ingestão; enquanto lufenurom (2,0 g i.a./L), novalurom (1,0 g i.a./L) e teflubenzurom (3,0 g i.a./L) reduziram a sobrevivência apenas dos machos.

Os tratamentos mais eficientes na esterilização foram piriproxifem 1,8 g i.a./L e 2,0 g i.a./L e lufenurom 2,0 g i.a./L, apresentando eficiências superiores ou próximas a 80%.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 18, n. 1, p. 265-266, 1925.

APHIS-USDA - Animal & Plant Health Inspection Service. La Mosca del Mediterráneo (Moscamed). **Protección de plantas y cuarentenas**, 2002. Disponível em: <http://www.aphis.usda.gov/lpa/pubs/fsheet_faq_notice/fs_phmed_sp.html>. Acesso em: 11 mar.2006.

ARIBI, N.; SMAGGHE, G.; LAKBAR, S.; SOLTANI-MAZOUNI, N.; SOLTANI, N.; Effects of pyriproxyfen, a juvenile hormone analog, on development of the mealworm, *Tenebrio molitor*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, New York, v. 84, p. 55-62, 2006.

ARTHUR, V.; AGUILAR, J.A.D.; ARTHUR, P.B. Esterilização de adultos de *Spodoptera frugiperda* a partir de pupas irradiadas. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 75-77, Abr./Jun. 2002.

ÁVILA, C.J.; NAKANO, O. Efeito do regulador de crescimento lufenuron na reprodução de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 293-299, Jun. 1999.

BARIOLA, L.A. Pink bollworms (Lepidoptera: Gelechiidae): effects of low concentrations of selected insecticides on matting and fecundity in the laboratory. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 77, n. 5, p. 1278-1282, 1984.

BARTLETT, A.C.; STATEN, R.T. **The sterile insect release method and other genetic control strategies**. University of Minnesota, 1996. Disponível em: <<http://ipmworld.umn.edu/chapters/bartlett.htm>>. Acesso em: 13 mar. 2006.

BAYOUMI, A.E.; PÉREZ-PERTEJO, Y.; ZIDAN, H.Z.; BALAÑA-FOUCE, R.; ORDOÑEZ, C.; ORDOÑEZ, D. Citotoxic effects of two antimolting insecticides in mammalian CHO-K1 cells. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, v. 55, p. 19-23, 2003.

BERTRAM, D.S. Observations on the chemosterilant effect of an alkylating agent, thiotepa, on wild-caught *Anopheles gambiae* var. *melas* (Theo.) in Gambia, West Africa, and on laboratory-bred *A. g. gambiae* Giles and *Aedes aegypti* (L.). **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, London, v. 57, n. 5, p. 322-336, Sept. 1963.

BERTRAM, D.S. I. Entomological and parasitological aspects of vector chemosterilization. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, London, v. 58, n. 4, p. 296-317, July 1964.

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.

BOTELHO, P.S.M. **Tabela de vida ecológica e simulação da fase larval da *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep.: Pyralidae)**. 1985. 110p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CÔRREA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. cap. 25, p. 409-425.

BOTELHO, P.S.M.; MAGRINI, E.A.; SILVEIRA NETO, S.; MACEDO, N. Flutuação populacional de machos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) através de armadilhas de feromônio. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 22, n. 2, p. 293-297, 1993.

BOTELHO, P.S.M.; PARRA, J.R.P.; MAGRINI, E.A.; HADDAD, M.L.; RESENDE, L.C.L. Efeito do número de liberações de *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) no parasitismo de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 65-69, jan./abr. 1995.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Agrofit: sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 24 fev. 2006.

BUSHLAND, R.C.; LINDQUIST, A.W.; KNIPLING, E.F. Eradication of screw-worms through release of sterilized males. **Science**, Washington, v. 122, n. 3163, p. 287-288, Aug. 1955.

CAB INTERNATIONAL. **Crop protection compendium**. *Diatraea saccharalis* Fabricius. Disponível em: <<http://www.cabicompendium.org/cpc/datasheet.asp?CCODE=DIATSA>>. Acesso em: 22 jun. 2006.

CAMINHA FILHO, A. A broca da canna de açúcar (*Diatraea saccharalis*, Fabricius) universalmente conhecido como o insecto que maior damno causa à indústria açucareira. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 5, p. 3-14, 1935.

CAMPO GUEVARA, L.A. **Aspectos da biologia em condições naturais e frequência de acasalamento da *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Crambidae) a broca da cana de açúcar**. 1976. 70p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1976.

CASAÑA-GINER, V.; GANDÍA-BALAGUER, A.; MENGOD-PUERTA, C.; PRIMO-MILLO, J.; PRIMO-YÚFERA, E. Insect growth regulators as chemosterilants for *Ceratititis capitata*. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 92, n. 2, p. 303-308, Apr. 1999.

COGBURN, R.R.; TILTON, E.W.; BURKHOLDER, W.E. Gross effects of gamma radiation on the Indian-meal moth and the Angoumis grain moth. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 59, n. 3, p. 682-684, 1966.

CONTRERAS DURÁN, J.V. **Efeito da radiação gama no comportamento da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Pyralidae)**. 1980. 70p.

Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980.

COUTINHO, H.L.C. **Diversidade microbiana e agricultura sustentável: BDT – Base de Dados Tropical**. Disponível em:

<<http://www.bdt.fat.org.br/publicacoes/padct/bio/cap9/1/heitor.html>>. Acesso em: 17 fev. 2006.

CRYSTAL, M.M. Sexual sterilization of screw-worm flies by the biological alkylating agents, tretamine and thiotepa. **Experimental Parasitology**, New York, v. 15, n. 3, p. 249-259, June 1964.

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

DEGASPARI, N.; BOTELHO, P.S.M.; ALMEIDA, L.C.; MACEDO, N.; ARAUJO, J.R.A. queima da cana-de-açúcar, os efeitos sobre a população a broca, *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794), seus predadores e parasitos. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 1, n. 5, p. 35-40, 1983.

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

ELEK, J.A.; LONGSTAFF, B.C. Effect of chitin-synthesis inhibitors on stored-products beetles. **Pesticide Science**, Chichester, v. 40, n. 2, p. 225-230, 1994.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Cana-de-açúcar. In: **Agriannual 2006: anuário da agricultura brasileira**. São Paulo, 2006. p. 227-248.

GALLO, D.; SILVEIRA NETO, S.; WIENDL, F.M. Coleta de insetos com armadilhas luminosas na COPERESTE – Levantamento de julho de 1967 a junho de 1968. **Boletim Informativo Copereste**, Ribeirão Preto, v. 8, p. 11, 1969.

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. 920p.

GLANCY, M.B.; BANKS, W.A. Effect of the insect growth regulator fenoxycarb on the ovaries of queens of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 81, n. 4, p. 642-648, 1988.

- GODOY, M.S. **Efeitos de inseticidas sobre a reprodução e sobrevivência do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*) (Boheman, 1843) (Coleoptera: Curculionidae)**. 2006. 68p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- GOVERNMENT OF SOUTH AUSTRALIA. Primary Industries and Resources SA Biossecurity & Standards. **South Australia’s fruit fly control and eradication program**. 2005. Disponível em: <<http://www.pir.sa.gov.au/pages/agriculture/horticulture/fruitfly/ff2sit.htm:sectID=2119&tempID=11>>. Acesso em: 11 mar. 2006.
- GRAHAM, H.M.; OUYE, M.T.; GARCIA, R.D.; De La ROSE, H.H. Dosages of gamma irradiation for full and inherited sterility in adult pink bollworms. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 65, n. 3, p. 645-650, 1972.
- GRENIER, S.; GRENIER, A.M. Fenoxycarb, a fairly new insect growth regulator: a review of its effects on insects. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 122, n. 2, p. 369-403, 1993.
- 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, 1992.
- HAYWARD, K.J. A broca da cana de açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 22, p. 69-74, 1943.
- HENSLEY, S.D.; HAMMOND JUNIOR., A.M. Laboratory technique for rearing the sugarcane borer on an artificial diet. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 61, n. 6, p. 1742-1743, 1968.
- KING, J.E.; BENNETT, G.W. Comparative sterilizing and ovicidal activity of fenoxycarb and hydroprene in adults and oothecae of the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). **Journal of Medical Entomology**, Lanham, v. 27, n. 4, p. 642-645, 1990.
- KNIPLING, E.F. Sterile-male methods of population control. **Science**, Washington, v. 30, p. 902-904, 1959.
- KNIPLING, E.F. Sterile insect and parasite augmentation technique: unexploited solutions for many insect pest problems. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 81, n. 1, p. 134-159, Mar. 1998.
- 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.; SMITH, C.N. **Principles of Insect Chemosterilization**. New York: Appleton Century Crofts, 1968. 353p.

LIMA FILHO, M.; LIMA, J.O.G. Massa de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae) em cana-de-açúcar: número de ovos e porcentagem de parasitismo por *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de campo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 483-487, set. 2001.

LIMA FILHO, M.; RISCADO, G.M. Utilização de pupas fêmeas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) em armadilhas de feromônio sexual. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 17, suplemento, p. 29-43, 1988.

LOPES, J.J.C.; DEGASPARI, N.; BOTELHO, P.S.M.; LEME, J.R.A.; FERRARI, S.E.; ALMEIDA, L.C. Effects of borer/rot complex in the alcoholic fermentation of sugar cane juice. **Proceedings of International Society of Sugar Cane Technologists**, Australia, v. 18, p. 902-909, 1983.

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

LYRA NETTO, A.M.C. de; LIRA, M.A.; FRANÇA, J.G.E. de; MACIEL, G.A.; FREITAS, E.V. Flutuação populacional de *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) em sorgo com armadilha luminosa. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 19, n. 2, p. 355-360, 1990.

MACEDO, N.; ARAUJO, J.R. Efeito da queima do canavial sobre insetos predadores. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 71-77, 2000.

MASÍS-CHACÓN, C.E. **Efeito 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.

MENDES, A.C.; BOTELHO, P.S.M.; SILVEIRA NETO, S.; MACEDO, N. Seleção de luzes de diferentes comprimentos de onda para atração da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera-Crambidae). **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, n. 2, p. 139-145, Ago. 1976.

MEOLA, R.; MEIER, K.; DEAN, S.; BHASKARAN, G. Effect of pyriproxyfen in the blood diet of cat fleas on adult survival, egg viability, and larval development. **Journal of Medical Entomology**, Lanham, v. 37, n. 4, p. 503-506, July 2000.

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

MOSCAMED BRASIL. **Mosca do mediterrâneo Bahia, Brasil**. Disponível em: <<http://www.moscamed.org.br/index.html>>. Acesso em: 11 mar. 2006.

NEHMI FILHO, V.A. Cana-de-açúcar: alta do petróleo e vitória da OMC reforçam expectativas altistas. In: FNP CONSULTORIA & AGROINFORMATIVOS. **Agriannual 2005 – Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP, 2004. p. 261-264.

NEW AGRICULTURIST. **Insect pests - a SITting target?**. Disponível em: <<http://www.new-agri.co.uk/99-1/focuson/focuson1.html>>. Acesso em: 11 mar. 2006.

NORTH, D. T. Inherited sterility in Lepidoptera. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 20, p. 167-182, Jan. 1975.

NOVARETTI, W.R.T.; PEREIRA, I.J.; SANTOS, A. F. do; SILVA, L. A. da. Controle químico da broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis*, por meio da aplicação aérea do inseticida fipronil 800 WG. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 18, n. 2, p. 41-44, Nov./Dez. 1999.

OLIVEIRA, G.G.F.B.de. **Esterilização química da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrich, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)**. 2004. 46p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

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.

OTTENS, R.J.; TODD, J.W. Effect of diflubenzuron on reproduction and development of *Graphognathus peregrinus* and *G. Leucoloma*. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 72, p. 743-746, Oct. 1979.

PALMA, K.G.; MEOLA, S.M.; MEOLA, R.W. Mode of action of pyriproxyfen and methoprene on eggs of *Ctenocephalides felis* (Siphonaptera: Pulicidae). **Journal of Medical Entomology**, Lanham, v. 30, n. 2, p. 421-426, Mar. 1993.

PEREZ, R.; LONG, H.W. Sex attractant and mating behaviour in the sugarcane borer. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 57, n. 5, p. 688-690, 1964.

PESTICIDE RESISTANCE. Database of Arthropods Resistant to Pesticides. **Resistant Species Profile: *Diatraea saccharalis***. Disponível em: <http://www.pesticideresistance.org/DB/species_profile.php?arthropodid=399>. Acesso em: 09 mar. 2006.

PINTO, L.Z.; BITONDI, M.M.G.; SIMÕES, Z.L.P.; Inhibition of vitellogenin synthesis in *Apis mellifera* workers by a juvenile hormone analogue, pyriproxyfen. **Journal of Insect Physiology**, London, v. 46, p. 153-160, 2000.

PLANALSUCAR. Novo lote de parasitos para Alagoas. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 82, n. 6, p. 1, 1973.

POLLETO, C.F.; NAKANO, O. Ensaio visando a quimioesterilização da broca-da-cana, *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera – Pyralidae). In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 4., Reunião Paulista de Iniciação Científica em Ciências Agrárias, 7., CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESALQ, 10., 1996, Piracicaba. **Resumos...** São Paulo: USP, 1996. Resumo 1. p. 67.

PORTAL UNICA – União da Agroindústria Canavieira de São Paulo. **Cana-de-açúcar: perfil da produção.** Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br/portalunica>>. Acesso em: 13 mar. 2006.

PROSHOLD, F.I.; BARTELL, J.A. Inherited sterility in progeny of irradiated male tobacco budworms: Effects on reproduction, developmental time, and sex ratio. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 63, n. 1, p. 280-285, 1970.

REAY-JONES, F.P.F.; AKBAR, W.; McALLISTER, C.D.; REAGAN, T.E.; OTTEA, J.A. Reduced susceptibility to tebufenozide in populations of the sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae) in Louisiana. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 98, n. 3, p. 955-960, Jun. 2005.

RETNAKARAN, A.; GRANETT, J.; ENNIS, T. Insect growth regulators. In: KERKUT, G. A.; GILBERT, L.I. **Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology**. New York: Pergamon, 1985. cap. 12, p. 529-601.

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

ROSSI, M.N.; FOWLER, H.G. Predaceous ant fauna in new sugarcane fields in the state of São Paulo, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 5, p. 805-811, 2004.

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

SGRILLO, R.B. **Desenvolvimento de modelo matemático para população da broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) e simulação da técnica de indivíduos estéreis.** 1979. 189p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.

SILVA, A.G.A.; GONÇALVES, C.R.; GALVÃO, D.M.; GONSALVES, J.L.; GOMES, J.; SILVA, M.N.; SIMONI, L. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil**, 1, parte II. RJ. Ministério da Agricultura. 1968.

SILVEIRA NETO, S. **Levantamento de insetos e flutuação da população de pragas da Ordem Lepidoptera, com o uso de armadilhas luminosas, em diversas regiões do Estado de São Paulo.** 1972. 182p. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

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

VAIL, K.M.; WILLIAMS, D.F. Pharaoh ant (Hymenoptera: Formicidae) colony development after consumption of pyriproxyfen baits. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 88, n. 6, p. 1695-1702, Dec. 1995.

VAN DER VLOEDT, A.M.; KLASSEN, W. The development and application of the sterile insect technique (SIT) for New World Screwworm eradication. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/AGa/AGAP/FRG/FEEDback/War/u4220b/u4220b0j.htm>>. Acesso em: 13 dez. 2005.

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

VAN WHERVIN, L.W.; WILDE, W.H.A. An analysis of the possibilities of the sterile male release technique in the eradication of the sugarcane moth borer, *Diatraea saccharalis* (F.), in Barbados, West Indies. **Proceedings of Entomological Society of Ontario**, Toronto, v. 101, p. 111-113, 1970.

VELLOSO, A.H.P.P.; RIGITANO, R.L. de O.; CARVALHO, G.A.; CARVALHO, C.F. Efeito de compostos reguladores de crescimento de insetos sobre larvas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 1, p. 96-101, Jan./Mar.1999.

WALKER, D.W. Bionomics of the sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Fab.). I. A description of the mating behaviour. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, Washington, v. 67, n. 2, p. 80-83, June 1965.

WALKER, D.W.; FIGUEROA, M. Biology of sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) in Puerto Rico: III. Oviposition rate. **Annals of the Entomological Society of America**, Columbus, v. 57, n. 4, p. 515-516, 1964.

WALKER, D.W.; QUINTANA-MUNEZ, V. Mortality staging of dominant lethal induced in the F1 generation of the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* (F.). **Radiation Research**, New York, v. 26, p. 138-143, 1968.

WALKER, D.W.; PEDERSEN, K.B. Population models for suppression of the sugarcane borer by inheritance of partial sterility. **Annals of the Entomological Society of America**, Columbus, v. 62, n. 1, p. 21-26, Jan. 1969.