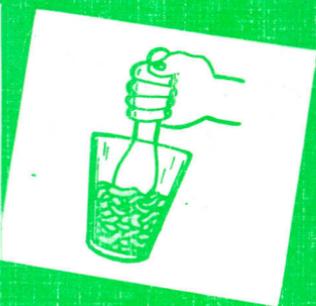
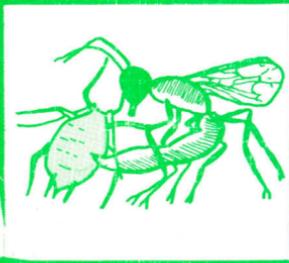


# 1º ENCONTRO SUL - BRASILEIRO DE CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS



ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS AGRÔNOMOS  
DE PASSO FUNDO / RS

## ANAIS

Passo Fundo, 28 a 31 de julho / 1986



1º ENCONTRO SUL-BRASILEIRO DE CONTROLE  
BIOLÓGICO DE PRAGAS

Passo Fundo-RS, 28 a 31 de julho de 1986

ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS AGRÔNOMOS DE PASSO FUNDO

Presidente: Carlos Alberto Romero

Vice-Presidente: João Francisco Sartori

1º Secretário - Amadeo Oliveira

2º Secretário - Aroldo Gallon Linhares

1º Tesoureiro - Marcos A.N. Suzin

2º Tesoureiro - Luiz J. Pivetta

COMISSÃO ORGANIZADORA DO I ENCONTRO SUL-BRASILEIRO DE  
CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS

Dirceu Neri Gassen

João Francisco Sartori

632.96060816

ES6a

1986.

ex. 1

EMBRAPA / DID	
Valor Aquisição Cz\$	_____
Data Aquisição	_____
N.º N.º Fisco/Fatura	_____
Fornecedor	_____
N.º Ordem Compra	_____
Origem	Doacas
N.º de Tombo	651/88

## APRESENTAÇÃO

O surgimento de pragas está relacionado, principalmente, à simplificação do agroecossistema, pelo cultivo de extensas áreas com poucas espécies de plantas. Nesta situação de monocultivos, pode-se reduzir o efeito negativo de insetos, através do manejo de pragas. Esta técnica preconiza a combinação de práticas agrícolas que objetivam reprimir as populações de insetos-praga e aumentar a ação de seus inimigos naturais com o mínimo de distúrbio no ambiente.

Os parasitas, patógenos e predadores são importantes agentes de supressão de populações de insetos-pragas e manutenção de muitas outras espécies fitófagos em níveis populacionais insignificantes. O reconhecimento destes inimigos naturais é, portanto, um dos fatores fundamentais para a aplicação do manejo de pragas.

A opção pelo método de controle biológico exige uma decisão firme de aumentar os conhecimentos teóricos e persistência para aplicá-los na lavoura.

A Associação dos Engenheiros-Agrônomos de Passo Fundo, realizou o 1º Encontro Sul-Brasileiro de Controle Biológico de pragas com o objetivo de atualizar os conhecimentos disponíveis, nesta área, e apresenta esta compilação com os resumos das palestras apresentadas.

Carlos Alberto Romero  
Presidente AEAPF

Dirceu Neri Gassen  
Comissão Técnica da AEAPF

## PROGRAMAÇÃO

### **Segunda-feira - 28 de julho de 1986**

- 14h00-18h00 - Inscrições e entrega do material
- 20h00 - Abertura

### **Terça-feira - 29 de julho de 1986**

- 08h00-10h00 - Bactérias no Controle Biológico de Pragas
  - Muhamed Habib, Eng. Agr., Liv. Doc. UNICAMP, SP.
- 10h00-11h45min - Heminópteros Predadores de Insetos
  - Jocélia Grazia - Bióloga, Ph.D., UFRGS, Porto Alegre, RS.
- 14h00-15h45min - Himenópteros Parasitas de Ovos de Insetos
  - José R.P. Parra, Eng. Agr., Prof. Adjunto, USP-ESALQ, Piracicaba, SP.
- 16h00-17h45min - Nematóides Parasitas de Insetos
  - Luiz Carlos C.B. Ferraz, Eng. Agr., Liv. Doc., USP-ESALQ, Piracicaba, SP.

### **Quarta-feira - 30 de julho de 1986**

- 08h00-09h45min - Coleóptilos Predadores de Insetos
  - Evoneo Berti Filho, Eng. Agr., Prof. Adjunto, ESALQ, Piracicaba, SP.
- 10h00-11h45min - Himenópteros Parasitas de Pulgões
  - Dirceu Neri Gassen e Fernando Junqueira Tambasco, Engs. Agrs., M.Sc., EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, RS.
- 14h00-15h45min - Dípteros no Controle Biológico de Insetos
  - José Henrique Guimarães, Méd. Vet. Ph.D., USP, São Paulo, SP.
- 16h00-17h45min - Criação Massal de Inimigos Naturais
  - José Roberto P. Parra, Eng. Agr., Prof. Adjunto, USP-ESALQ, Piracicaba, SP.

PROGRAMAÇÃO

**Quinta-feira - 31 de julho de 1986**

- 08h00-09h45min - Aracnídeos no Controle Biológico de Pragas  
- Arno A. Lise, Biólogo, Ph.D., Fundação  
Zoobotânica, Porto Alegre, RS.
- 10h00-11h45min - Fungos no Controle Biológico de Pragas  
- Sérgio Batista Alves, Eng. Agr., Prof.  
Adjunto, USP-ESALQ, Piracicaba, SP.
- 14h00-16h00 - Vírus no Controle Biológico de Pragas  
- Flávio Moscardi, Eng. Agr., Ph.D., EMBRAPA-  
CNPS, Londrina, PR.
- 18h00 - Encerramento

ESCLARECIMENTO

Trabalho(s) programado(s), porém não incluído(s) na publicação foi devido ao não envio dos mesmos aos editores.

## AGRADECIMENTOS

A Associação dos Engenheiros Agrônomos de Passo Fundo - AEAPF, agradece a colaboração recebida para o êxito deste Evento a:

EMATER-RS

CNPT, EMBRAPA

Faculdade de Agronomia/UPF

APASSUL

Sementes e Cabanha Butiá Ltda.

ANDEF

Merck Sharp & Dohme

Cia. Imperial de Indústrias Químicas do Brasil

Ciba Geigy Química S.A.

Du Pont

Hoechst do Brasil

Café Bom Jesus

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	5
PROGRAMAÇÃO.....	7
AGRADECIMENTOS.....	9
• Controle Microbiano de Insetos Prejudiciais por Bactérias Entomogênicas - Mohamed E.M. Habib .....	13
• Himenópteros Predadores de Insetos - Joacélia Grazia & Ruth Hildebrand .....	21
• Heminópteros Parasitóides de Ovos de Insetos - José R.P. Parra, R.A. Zucchi .....	39
• Considerações sobre os Nematóides Entomopatogênicos - Luiz Carlos C. Barbosa Ferraz .....	67
• Coleóptilos Predadores de Insetos - Evoneo Bertí Filho .....	95
• Díptera no Controle Biológico de Insetos - José Henrique Guimarães .....	125
• Criação Massal de Inimigos Naturais - José Roberto P. Parra .....	145
• Aranhas no Controle Biológico - Arno A. Lise .....	169
• Fungos no Controle Biológico de Pragas - Sérgio Batista Alves .....	179
• Uso de Vírus no Controle de Pragas - Flávio Moscardi.	191

CONTROLE MICROBIANO DE INSETOS PREJUDICIAIS POR  
BACTÉRIAS ENTOMOPATOGÊNICAS

Mohamed E.M. Habib<sup>1</sup>

INTRODUÇÃO

As primeiras doenças bacterianas em insetos, foram descobertas em populações de espécies benéficas, especificamente em *Apis mellifera* e *Bombyx mori*, servindo para obter informações básicas referentes ao modo de ação desses patógenos e ao efeito dos fatores ecológicos no desencadeamento de bacterioses.

Apesar da existência, atualmente já reconhecida, de centenas de espécies de bactérias associadas a insetos, poucas são aquelas que possuem características que favorecem o seu uso como agentes de controle de insetos prejudiciais. As espécies do gênero *Bacillus* são consideradas como as mais adequadas para esta finalidade. Tais espécies são representadas de um modo geral, por células em forma de bastonetes e normalmente são formadoras de endósporos. São bactérias aeróbicas ou facultativamente anaeróbicas. A formação de esporos, além da produção de toxinas e enzimas, nessas espécies, são fatores que levaram esse gênero a ocupar um lugar de desta-

---

<sup>1</sup> Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia Unicamp, Campinas, SP.

que, entre os agentes de controle altamente promissores.

Desse gênero, destacam-se as espécies *Bacillus cereus*, *B. popullae* e *B. thuringiensis*. Aqui, tratamos apenas da última espécie, devido a sua alta aplicabilidade no Brasil.

### *Bacillus thuringiensis*

Esta bactéria foi descoberta pela primeira vez por Berliner em 1910, causando morte em lagartas de *Anagasta kuehniella*, traça de farinha de trigo. Pelas quantidades imensas de pesquisas realizadas e pelas quantidades promissoras como patógeno, os produtos comerciais à base dessa espécie de bactéria, começaram a ser produzidos desde a década de 30. A infecção ocorre por via oral, atingindo os insetos cujo pH intestinal é alcalino (8,5 a 12). Além do esporo, as toxinas extracelulares e enzimas, as células de *B. thuringiensis* (Bt) produzem corpos paraesporais formados por cristais proteicos depositados durante a esporulação. Tal cristal é considerado protoxina, necessitando de dissolução em meio enzimático alcalino para a liberação da  $\delta$ -endotoxina. Essa toxina exerce um papel essencial para iniciar a bacteriose, através da sua ação degenerativa no epitélio intestinal médio do inseto tratado.

Com o número fabuloso de isolados de Bt obtidos em vários países até o início da década de 60, tornou-se impossível alcançar uma classificação funcional das cepas desse patógeno. Os parâmetros clássicos de Taxonomia bacteriana, entre morfológicos, fisiológicos e culturais, não eram mais satisfatórios. Com isso surgiu o critério do Antígeno Flagelar,

conhecido como Antígeno-H, além de uso de indicadores bioquímicos, para agrupar as linhagens em sorótipos bem distintos. Até 1981, já foram identificados 19 sorótipos. Os freqüentes isolamentos obtidos a partir de novos hospedeiros revelam a grande possibilidade de ampliar o quadro de sorótipos específicos, facilitando assim o controle de maior número de insetos prejudiciais. Atualmente, por exemplo, pode-se dizer que, enquanto o sorótipo H-1 é mais específico para piralídeos pragas de farinhas e de grãos armazenados, o H-3a:3b é mais eficiente contra lagartas desfolhadoras; e ainda, o sorótipo H-14 é específico para larvas de dípteros aquáticos. Assim, os produtos existentes hoje no mercado, já contam com linhagens de altíssima virulência e ainda com alto grau de especificidade. Tais produtos estão sendo produzidos através de excelentes critérios técnicos referentes a fermentação, formulação, padronização, e até embalagem.

#### *Toxinas e modo de ação*

Além de algumas substâncias tóxicas pouco definidas, Bt produz toxinas importantes, tais como:  $\delta$  - endotoxina,  $\beta$  - exotoxina,  $\alpha$  - exotoxina e parcialmente a toxina da parede do endósporo.

A  $\delta$ -endotoxina é considerada a mais importante no processo infeccioso desse patógeno. Tal toxina é liberada após a dissolução do cristal proteico (protoxina) no meio intestinal enzimático alcalino (pH de 8,5 a 12), explicando assim a razão da susceptibilidade de apenas insetos com alto pH intestinal. Isto significa que, o cristal em si não tem ação

tóxica.

A  $\beta$ -exotoxina é termostável e tóxica para muitos insetos. Como esta toxina não é degradável no intestino de bovinos e aves, além de ser tóxica para moscas, a sua adição na ração desses animais foi sugerida para o combate de moscas que ocorrem em granjas e ambientes equivalentes. Tal toxina, conhecida também como turingiensina, é mais um componente de qualidades promissoras que coloca o Bt em lugar de destaque ainda maior entre os diferentes patógenos de insetos.

A  $\alpha$ -exotoxina, solúvel em água, termolábel e tóxica para insetos, exige pH entre 6,6 e 7,4 para melhor atuação. Tal toxina, também conhecida como lecitinase-C, é produzida por apenas algumas linhagens de Bt e ainda em pequenas quantidades.

Em função das respostas e dos sintomas do inseto infectado por Bt, as larvas de Lepidoptera (lagartas) susceptíveis a esse patógeno, são agrupados em 4 tipos diferentes:

#### *Tipo I*

A lagarta, neste tipo, sofre tanto paralisia geral como paralisia intestinal, ocorrendo queda no pH intestinal e aumento no pH da hemolinfa durante os processos da infecção. Exemplo: Bicho-da-seda, *Bombyx mori*.

#### *Tipo II*

A lagarta, neste caso, sofre apenas paralisia intestinal acompanhada por queda gradual apenas no pH do intestino médio

durante o processo infeccioso. Exemplos: Lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis*, Curuquerê de algodão, *Alabama argillacea*, Curuquerê de couve, *Ascia monuste* e lagarta dos coqueiros, *Brassolis sophorae*.

#### Tipo III

A lagarta, neste tipo, não sofre nenhuma paralisia. Entretanto, o modo de ação e as alterações histológicas são praticamente as mesmas que ocorrem nos dois tipos anteriormente mencionados. Exemplos: Traças de farinhas e grãos armazenados, como *Anagasta kuehniella* e *Plodia interpunctella*.

#### Tipo IV

A lagarta, neste último tipo, revela menor susceptibilidade às dosagens normalmente recomendadas no campo para o controle das outras pragas mencionadas acima. O pH intestinal nestas espécies é ao redor de 8,5. Além de ter pH relativamente baixo, o conteúdo intestinal das lagartas dessas espécies, contém substâncias que reduzem a eficiência do Bt. Com isso, seria necessário o uso de altas dosagens ou até a utilização de novas linhagens de virulência superior e das linhagens atualmente utilizadas. Exemplos: *Spodoptera frugiperda* e *S. latifascia*.

Os sintomas externos de infecção por Bt, são praticamente os mesmos nos diferentes tipos anteriormente mencionados, incluindo parada alimentar poucas horas após a infecção, regurgitação, coloração opaca do tegumento, flacidez, manchas

escuras seguidas por escurecimento total do tegumento até adquirir o aspecto preto carbonizado. A morte ocorre a partir de 12-15 horas após a infecção.

#### *Utilização de Produtos à base de Bacillus thuringiensis:*

A utilização eficiente de produtos à base desse bacilo, depende de respeitar certos critérios, seja na fase de produção, incluindo os diferentes passos, tanto quanto na fase de aplicação no campo.

A linhagem produzida deve ser bem definida em termos biogenéticos, contendo alta virulência e alta estabilidade genética. A fermentação, além de garantir a maior produtividade do complexo esporo/cristal, deve manter a patogenicidade do patógeno e garantir a ausência total de biocontaminantes. A formulação exige maiores cuidados para garantir o máximo de homogeneidade na distribuição do patógeno no produto formulado. A padronização é um passo essencial na produção comercial desses patógenos, para manter a virulência constante em todas as remessas de produção e de acordo com as informações contidas no rótulo da embalagem. A embalagem por sua vez, deve garantir a constante impermeabilidade de umidade e de luz, para manter a alta viabilidade do patógeno no produto comercial durante a sua estocagem.

Os critérios de aplicação de Bt devem levar em consideração os seguintes aspectos:

- 1) O equipamento usado deve ser limpo e livre de resíduos de substâncias tóxicas.
- 2) A preparação de calda deve ser feita logo antes da aplicação, para garantir a aplicação do patógeno ainda vivo.

3) A aplicação deve ser feita no final do dia ou até à noite, para evitar o efeito fatal da radiação solar.

4) Evitar aplicações em dias chuvosos. É necessário no mínimo um período de 10 horas sem chuva após a aplicação, para garantir o efeito desejado.

5) Para o controle de larvas de pernilongos e burrachudos, é necessário o uso de formulações à base de H-14, que sejam adequadas a cada tipo de ambiente aquático, para alcançar o efeito satisfatório nas operações de controle.

## HEMÍPTEROS PREDADORES DE INSETOS

Jocélia Grazia<sup>1</sup>

Ruth Hildebrand<sup>2</sup>

Os estudos de predação e outros processos populacionais, visam antes de mais nada, fornecer dados para o conhecimento e compreensão da dinâmica populacional das espécies. Sendo a predação um processo complexo onde interagem componentes básicos e subsidiários (densidade da presa e do predador, características da presa, do predador e do ambiente) a descrição e identificação destes componentes é fundamental para se poder explicar a predação (Holling 1961).

Entre os hemípteros há várias famílias que incluem grupos com hábitos entomófagos. Costa Lima (1940) relaciona as seguintes famílias e subfamílias: Lygaeidae-Oxycareninae, E-nicocephalidae, Phymatidae, Ploiariidae, Miridae, Reduviidae-Zelinae e Apiomerinae, Nabidae, Anthocoridae, Pentatomidae-Asopinae. Também entre as famílias de percevejos aquáticos há várias com hábitos predadores que se alimentam de larvas de outros insetos aquáticos (larvas de dípteros), pulgões de plantas aquáticas e outros pequenos insetos que vivem nes-

---

<sup>1</sup> Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Paulo Gama, s/nº, 90049 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

<sup>2</sup> Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Paulo Gama, s/nº, 90049 Porto Alegre, RS.

te ambiente (Hydrometridae, Veliidae, Hebridae, Mesoselidae, Saldidae, Ochteridae, Nerthridae, Naucoridae, Belostomatidae e Nepidae).

Os hábitos predadores de algumas espécies de hemípteros despertou a atenção dos pesquisadores que passaram a considerá-los como mais um dos agentes para o controle biológico das pragas. Sob este ponto de vista, vem merecendo consideração as famílias Lygaeidae, Nabidae, Reduviidae, Anthocoridae e Pentomidae.

Nos EUA inúmeros experimentos já foram realizados com o uso de percevejos predadores para o controle de lagartas, ovos e ninfas de importantes pragas de diferentes culturas, como algodão, soja, alfafa, etc. e cujos resultados foram bastante satisfatórios (York 1944, Ridgway & Jones 1968, Waddill & Shepard 1974, Rensner et al. 1983). Trabalhos específicos sobre a biologia e bionomia de algumas espécies importantes para o controle biológico já foram realizados nos EUA. Citamos entre estes, os trabalhos de Tamaki & Weeks (1972) com *Geocoris pallens* e *G. bullatus* (Lygaeidae - Geocorinae) e Coppel & Jones (1962) com *Podisus maculiventris*, *P. serieventris*, *P. placidus* e *P. modestus* (Pentatomidae - Asopinae). Paralelamente, alguns autores vêm destacando o comportamento alternativo de alguns percevejos predadores (Geocoríneos e Nabídeos) que também se alimentam de plantas em vários estádios ninfais. A título de exemplo citamos Ridgway & Jones (1968) que estudaram, em laboratório, os hábitos fitófagos de *Geocoris pallens* e *Nabis americanoferus* alimentando-se diretamente do algodão; Stoner (1970) constatou que *Geocoris punctipes* alimentou-se de vegetais, com moderada longevidade, através de vários estádios ninfais,

porém necessita de uma presa para completar o desenvolvimento; Stoner (1972) observou que em *Nabis alternatus*, *N. americanoferus* e *N. capsiformis* o 1º ínstar se alimentou de plantas e, embora houvesse o aumento da longevidade, não ocorreram mudas, donde concluiu que *Nabis* necessita mais da presa do que *G. punctipes* para o desenvolvimento da ninfa.

Entre os estudos mais avançados, sobre o ponto de vista ecológico, que vem sendo realizados com as espécies neárticas, mencionam-se os artigos de Hokyo & Kawauchi (1975) que analisaram a resposta funcional predador/presa e o seu efeito na sobrevivência, crescimento e desenvolvimento do predador (*P. maculiventris*) e de Hutchison & Pitre (1983) avaliaram, em campo, a predação de ovos de *Heliothis virescens* por adultos de *G. punctipes*, em algodão.

Como o escopo deste trabalho é focalizar o problema aqui no nosso meio, podemos dizer que no Brasil, os estudos relacionados com o levantamento e o conhecimento da biologia, ecologia e sistemática dos percevejos predadores que têm papel importante no controle biológico são bastante recentes. Os primeiros trabalhos foram publicados não antes de uma dezena de anos e pode-se afirmar que na sua maioria referem-se a levantamentos de espécies presentes em distintas culturas. Um dos entraves que se aponta é o desconhecimento de nossa entomofauna e a inexistência de sistematas que possam identificar corretamente as espécies de percevejos predadores das famílias Anthocoridae, Reduviidae (subfamília Zelinae), Nabidae, Lygaeidae (subfamília Geocorinae).

Num levantamento realizado na literatura entomológica, nos últimos dez anos, se obteve os seguintes resultados,

quanto à ocorrência de percevejos predadores em diferentes culturas:

#### Soja

Corrêa-Ferreira (1980) registrou estudos realizados no Paraná, por distintos autores, sobre a abundância estacional de *Nabis* spp. e *Geocoris* spp. Os resultados mostraram que os picos populacionais destes predadores coincidem ou ocorrem logo após a maior abundância de lagartas da soja. Registrou ainda a presença de *Orius* sp., *Podisus* sp. e *Thynacantha marginata*, estas duas últimas espécies de Asopinae como esporádicas na cultura de soja.

#### Trigo

Bonan et al. (1980) coletaram, em São Paulo, exemplares de *Nabis* sp. e *Orius* sp. Gassen & Tambasco (1983) também coletaram, no Rio Grande do Sul, representantes de *Nabis* spp. e *Orius* sp.

#### Mandioca

Ciociola (1980, 1983) registrou *Alcaeorrhynchus grandis* predando *Erinnyis ello*, além de vários percevejos da família Reduviidae não identificados.

## *Eucalipto*

Moraes et al. (1980) mencionaram que em Minas Gerais *Podisus* sp. e uma espécie não identificada de Reduviidae fariam o controle natural, juntamente com outros predadores, de lepidópteros desfolhadores de eucalipto. Ribeiro (1983) registrou no Pará a presença de *Alcaeorrhynchus grandis* em cultura de *Eucalyptus deglupta*; o predador teria contribuído para o desaparecimento do desfolhador *Nystalea nyseus* (LEP., Notodontidae). Dias & Kitayama (1983) observaram a predação de lagartas e adultos de *Apatelodes* sp. (LEP., Apatelodidae) por *Podisus* spp., no Distrito Federal, em cultura de *E. urophylla* e *E. saligna*; os predadores, associados a outros parasitos e doenças teriam contribuído para o controle natural da praga. Fagundes et al. (1984) constataram no Rio Grande do Sul o controle natural da lagarta do eucalipto *Euselasia euploea eucerus* por "percevejo pentatomídeo" associado a outros predadores, doenças e condições ambientais, em cultura de *E. alba*.

## *Macieira*

Lorenzato & Melzer (1983) coletaram em Santa Catarina *Orius* sp., *Anthocoris* sp., *Geocoris* sp. e *Nabis* sp.

## *Pomar cítrico*

Pinto & Prates (1980) registraram *Heza insignis* (Reduviidae) predando a conchonilha *Orthezia praelonga*, em São Paulo.

## Girassol

Martinelli et al. (1983) coletaram, no Mato Grosso do Sul, e Milanez (1984) em Santa Catarina, *Geocoris* sp.

## Feijão e milho consorciados

Milanez (1984) registrou maior número de *Nabis* sp. no sistema consorciado do que nos monocultivos.

## Algodão

Gravena (1983) mencionou o importante papel de *Orius insidiosus* e *O. tristicolor* por serem atraídos, na comunidade algodoeira, por tripes, pulgões, moscas-brancas e ácaros, sendo ainda eficientes predadores de ovos e ninfas de percevejos fitófagos e ovos e larvas novas de lepidópteros; *Geocoris* spp., por alimentarem-se de tripes, cigarrinhas e ovos de *Heliothis* são importantes componentes da comunidade - *G. punctipes* é importante predador de ovos e larvas de 1º instar de *Alabama argillacea*. Aqui cabe o registro de que *G. punctipes* possivelmente seja uma espécie neártica, e que não ocorra no Brasil. Entre os Nabídeos, o autor acima apontou *Tropiconabis capsiformis*, que ataca ovos, ninfas e larvas novas de percevejos fitófagos e lepidópteros, respectivamente; mencionou que, de acordo com Propp (1982), *Nabis americanoferus* consome oito a dez larvas de *Spodoptera exigua* de 2º instar. Da mesma forma que no grupo anterior, acreditamos que *N. americanoferus* seja uma espécie neártica, apenas ocor-

rendo aqui no Brasil a espécie cosmopolita *N. capsiformis* (Cislaghi 1986). O mesmo autor ainda registrou *Podisus maculiventris* cuja ação seria complementar aos demais predadores e cujos benefícios só apareceriam em casos de grandes concentrações de *A. argillacea*. Mais uma vez, faz-se necessário esclarecer que a ocorrência de *P. maculiventris* é conhecida apenas nos EUA e Canadá, sendo portanto uma espécie exclusivamente neártica. Finalmente, o autor ainda mencionou a importância de *Zelus* sp. que ocorre na cultura algodoeira quando há alta densidade de lagartas e um dos poucos predadores capazes de capturar em bicudo adulto.

No que se refere aos estudos de cunho biológico, bionômico e ecológico, sobre as espécies de hemípteros predadores, registram-se os seguintes, separando-os por família:

*Família Pentatomidae, subfamília Asopinae*

Diniz et al. (1980) estudaram o ciclo biológico e a capacidade de predação, em laboratório, de *Podisus* sp., usando como alimento *Ephestia kuehniella*. Corrêa-Ferreira (1986) verificou o consumo diário, em laboratório, de larvas de *Anticarsia gemmatalis* por *Alcaeorrhynchus grandis* e *Podisus* sp. Barcellos et al. (1986) estudaram o potencial de predação de *Podisus nigrolimbatus* sobre *Thyrinteina arnobia*, em laboratório, com vistas ao manejo da lagarta-parda do eucalipto. Grazia et al. (1985) descreveram e ilustraram a morfologia dos estádios imaturos de *Podisus connexivus*, criados em laboratório e alimentados com *Plutella xylostella* (LEP., Yponomeutidae).

Família Reduviidae, subfamília Zelinae

Habib (1976) estudou, em laboratório, a biologia de *Zelus leucogrammus*. Viegas & Rangel (1983) estudaram a mesma espécie, usando diferentes fontes de alimentação, com vistas ao controle da mosca doméstica e mosca das frutas. Menequim et al. (1986) avaliaram a taxa de consumo de *Z. leucogrammus* usando como alimento moscas drosófilas e *Diabrotica speciosa*. Fraga et al. (1986) evidenciaram aspectos bioecológicos de *Z. leucogrammus* em *Citrus*.

Família Nabidae

Cislighi (1986) estudou, em laboratório, a biologia de *Nabis capsiformis*, alimentando-a com lagartas de *A. gemmatalis*, *Spodoptera frugiperda* e *Brevicorine brassicae*. Corrêa-Ferreira (1986) registrou o consumo diário de *Nabis* sp., em laboratório, de larvas e ovos de *A. gemmatalis*.

Família Lygaeidae, subfamília Geocorinae

Lima & Leigh (1983) estudaram a biologia de *Geocoris pallens*, em laboratório, utilizando como presa ovos de *Tri-choplusia ni* e constataram o aumento da longevidade do predador criado em algodoeiro com nectários extraflorais. Corrêa-Ferreira (1986) registrou o consumo diário de ovos de *A. gemmatalis* por *Geocoris* sp., em laboratório.

Sendo as autoras deste trabalho, sistematistas especializadas da família Pentatomidae, as mesmas vêm recebendo, para

identificação, inúmeros exemplares de Asopíneos. Um grande número provém da região de Santa Maria, RS, enviados pelo Dr. D. Link, acompanhados de dados biológicos. Foi recebido também, material procedente do CIIF (Centro de Identificação de Insetos Fitófagos - Curitiba) e vários exemplares enviados por outros colegas do Brasil e exterior. Esta atividade de identificação permitiu reunir uma série de informações, muitas inéditas, sobre os hábitos predadores dos asopíneos e sua distribuição geográfica.

No Quadro 1 estão relacionadas sete espécies predadoras, suas presas, a cultura onde foram coletadas e a respectiva localidade.

O Quadro 2 refere-se às diferentes culturas onde as espécies predadoras foram coletadas e cujos dados foram obtidos da análise das coleções existentes no Departamento de Zoologia da UFRGS, Setor de Entomologia Sistemática.

Finalmente, no Quadro 3, foram relacionadas treze espécies de Asopinae, pertencentes a quatro gêneros distintos, consideradas as mais comuns na região neotropical e sua respectiva distribuição geográfica. Destas, 4 correspondem a novos registros para o Brasil, a saber, *P. cloelia*, *P. falcatius*, *P. nigrolimbatus* e *P. thetis*.

Com base nos dados aqui apresentados, pode-se afirmar que as perspectivas para o uso de hemípteros predadores como agentes do controle biológico das pragas, associado a outros predadores, parasitos, doenças e fatores ambientais, são bastante promissoras, desde que se apoie a formação de novos sistematas, em especial nos grupos que estão a descoberto (Lygaeidae, Anthocoridae e Reduviidae) e que se estimule o desenvolvimento de pesquisas básicas para avaliação objetiva

da capacidade de predação de nossas espécies, em nossas condições ambientais.

#### AGRADECIMENTOS

Ao estagiário Claus T. Pich, do Setor de Entomologia Sistemática do Departamento de Zoologia da UFRGS agradecemos a colaboração prestada no levantamento da literatura.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARCELLOS, J.A.; ANJOS, N.; SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, J.C. & LOURENÇO JUNIOR, S. Potencial de predação de *Podisus nigrolimbatus* (Hemiptera: Pentatomidae) sobre lagartas de *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10, Rio de Janeiro, 1986. **Resumos**. Rio de Janeiro, 1986, p.410.
- BONAN, B.; SCHMIDT, A.A.; MORETI, A.C.C.C. & RAMIRO, Z.A. Levantamento da entomofauna em culturas de trigo no município de Assis, Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 6, Campinas, 1980. **Resumos**. Campinas, 1980. p.114-5.
- CIOCIOLA, A.I. Controle biológico de pragas da mandioca. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, 9(104):37-40, 1983.
- CIOCIOLA, A.I. Fatores abióticos e bióticos no controle natural de pragas da mandioca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 6, Campinas, 1980. **Resumos**. Campinas, 1980. p.183-4.

- CISLAGHI, R. Algumas observações sobre a biologia de *Nabis capsiformis* (Germar, 1837) (Hemiptera, Nabidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10, Rio de Janeiro, 1986. **Resumos**. Rio de Janeiro, 1986. p.40.
- COPPEL, H.C. & JONES, P.A. Bionomics of *Podisus* spp. associated with the introduced Pine Sawfly *Diprion similis* (Htg.) in Wisconsin. **Wis. Acad. Sci. Arts Lett.**, 51:31-56, 1962.
- CORRÊA-FERREIRA, B.S. Controle biológico de pragas da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 6, Campinas, 1980. **Anais...** Campinas, 1980. p.277-301.
- CORRÊA-FERREIRA, B.S. Potencial de consumo dos principais insetos predadores ocorrentes na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10, Rio de Janeiro, 1986. **Resumos**. Rio de Janeiro, 1986. p.179.
- COSTA-LIMA, A.M. da. **Insetos do Brasil**; Hemípteros. Rio de Janeiro, Escola Nacional de Agronomia, 1940, 351p. Tomo 2. (Sér. Didática, 3).
- DIAS, B.F.S. & KITAYAMA, K. Surto de *Apatelodes* sp. (Lepidoptera, Apatelodidae) em eucaliptal no Distrito Federal e seu controle natural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 8, Brasília, 1983. **Resumos**. Brasília, 1983. Res.234.
- DINIZ, E.X.; PIMENTA, H.R. & MORAES, G.W.G. Ciclo biológico e capacidade de predação de *Podisus* sp. (Hemiptera, Pentatomidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 6, Campinas, 1980. **Resumos**. Campinas, 1980. p.270.
- FAGUNDES, A.C.; BORSSATO, I. & ARNT, T. Observações sobre o controle natural da lagarta do eucalipto - *Euselasia euploea eucerus* no Rio Grande do Sul. In: SEMINÁRIO DE ESTUDOS FLORESTAIS, 1, Guaíba, RS, 1984. 12p. (datilografado).

- FRAGA, A.I.A.; FERREIRA, H.V. & BUENO, V.H.P. Ocorrência e aspectos bioecológicos de *Zelus leucogrammus* Perty, 1834 (Hemiptera, Reduviidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10, Rio de Janeiro, 1986. **Resumos**. Rio de Janeiro, 1986. p.142.
- GASSEN, D.N. & TAMBASCO, J.F. Controle biológico dos pulgões do trigo no Brasil. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, **9**(104):49-51, 1983.
- GRAVENA, S. O controle biológico na cultura algodoeira. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, **9**(104):3-15, 1983.
- GRAZIA, J.; VECCHIO, M.C. DEL & HILDEBRAND, R. Estudo das ninfas de heterópteros predadores: I - *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Pentatomidae, Asopinae). **An. Soc. Entomol. Brasil.**, Itabuna, **14**(2):302-13, 1985.
- HABIB, M.E.M. Estudos biológicos de *Zelus leucogrammus* Perty, 1834 (Hemiptera, Reduviidae, Zelinae). **An. Soc. Entomol. Brasil.**, Itabuna, **5**(2):120-9, 1976.
- HOKYO, N. & KAWAUCHI, S. The effect of prey size and prey density on the functional response, survival, growth and development of a predatory pentatomid bug, *Podisus maculiventris* Say. **Res. Popul. Ecol.**, **16**:207-18, 1975.
- HOLLING, C.S. Principles of insect predation. **Annu. Rev. Entomol.**, Palo Alto, **6**:163-82, 1961.
- HUTCHISON, W.D. & PITRE, H.N. Predation of *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs by *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae) adults on cotton. **Environ. Entomol.**, College Park, **12**(6):1652-6, 1983.
- LIMA, J.O.G. & LEIGH, T.F. Biologia de *Geocoris pallens* Stal em genótipos selecionados do algodoeiro. I - Longevidade prolongada do predador em algodoeiro com nectários extraflorais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 8, Brasília, 1983. **Resumos**. Brasília, 1983. Res.47.

- LORENZATO, D. & MELZER, R. Dinâmica populacional de artrópodes associados à cultura da macieira em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 8, Brasília, 1983. **Resumos.** Brasília, 1983. Res.220.
- MARTINELLI, N.M.; BOIÇA JUNIOR, A.L. & BOLONHEZI, A.C. Levantamento preliminar de ocorrência de insetos pragas e seus inimigos naturais na cultura do girassol, no Município de Selviria, MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 8, Brasília, 1983. **Resumos.** Brasília, 1983. Res.21.
- MENEGUIM, A.M.; BENASSI, V.L.R.M. & QUINTELA, L.D. Avaliação da taxa de consumo do percevejo predador *Zelus leucogrammus* Perty, 1834 (Hemiptera, Reduviidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10, Rio de Janeiro, 1986. **Resumos.** Rio de Janeiro, 1986. p.72.
- MILANEZ, J.M. Ocorrência de artrópodes em um sistema de consórcio feijão-milho, comparado aos respectivos monocultivos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 9, Londrina, 1984. **Resumos.** São Paulo, SEB, 1984. p.38.
- MILANEZ, J.M.; DÍAZ DÁVALOS, E. & CERETTA, C.A. Ocorrência de insetos na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) em duas épocas de semeadura nas regiões de Chapecó e Campos Novos, SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10, Rio de Janeiro, 1986. **Resumos.** Rio de Janeiro, 1986. p.122.
- MORAES, G.W.G.; BRUN, P.G.; SOARES, L.A. & TEIXEIRA, V.S. Controle natural dos lepidópteros desfolhadores de eucalipto em Minas Gerais e Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 6, Campinas, 1980. **Resumos.** Campinas, 1980. p.273.
- PINTO, W.B.S. & PRATES, H.S. Inimigos naturais da conchonilha *Orthezia praelonga* Douglas, 1891, em pomares cítricos do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 6, Campinas, 1980. **Resumos.** Campinas, 1980. p.278-9.

- RENSNER, P.E.; LAMP, V.O.; BARNEY, R.J. & ARMBRUST, E.J.  
Feeding tests of *Nabis roseipennis* (Hemiptera: Nabidae) on potato leafhopper, *Empoasca fabae* (Homoptera: Cicadellidae), and their movement into spring-planted alfalfa. **J. Kansas Entomol. Soc.**, Lawrence, **56**(3):446-50, 1983.
- RIBEIRO, G.T. Ocorrência de *Nystalea nyseus* (Cramer, 1775) (LEP.-Noctodontidae) desfolhando *Eucalyptus deglupta* e de seus inimigos naturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 8, Brasília, 1983. **Resumos**. Brasília, 1983. Res.52.
- RIDGWAY, R.L. & JONES, S.L. Plant feeding by *Geocoris pallens* and *Nabis americanoferus*. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, Columbus, **61**(1):232-3, 1968.
- STONER, A. Plant feeding by *Nabis* a predaceous genus. **Environ. Entomol.**, College Park, **1**(5):557-8, 1972.
- STONER, A. Plant feeding by predaceous insect, *Geocoris punctipes*. **J. Econ. Entomol.**, College Park, **63**(2):1911-5, 1970.
- TAMAKI, G. & WEEKS, R.E. **Biology and ecology of two predators, *Geocoris pallens* Stal and *G. bullatus* (Say)**. Washington, USDA-ARS, 1972. 46pp. (Technical Bulletin, 1446).
- VIEGAS, E.C. & RANGEL, S.H.M. Influência da alimentação na biologia de *Zelus leucogrammus* Perty, 1834 (Hemiptera, Reduviidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 8, Brasília, 1983. **Resumos**. Brasília, 1983. Res.269.
- WADDILL, V. & SHEPARD, M. Potencial of *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Nabidae) as predators of *Epilachna variventris* (Coleoptera: Coccinellidae). **Entomophaga**, Paris, **19**(4):421-6, 1974.
- YORK, G.T. Food studies of *Geocoris* spp., predators of the beet leafhopper. **J. Econ. Entomol.**, College Park, **37**(1): 25-9, 1944.

Quadro 1. Espécies de asopíneos, suas presas e as respectivas culturas e localidades onde foram coletadas

Predador	Presas	Cultura	Loc.
<i>Alcaeorrhynchus grandis</i> (Dallas, 1851)	<i>Anticarsia gemmatalis</i> (Lep. Noctuidae)	-	PR
	<i>Alabama argillacea</i> (Lep. Noctuidae)	Algodão	-
	<i>Dione juno</i> (Lep. Nymphalidae)	Maracujá	-
	<i>Erinnyis ello</i> (Lep. Hesperidae)	Mandioca	MG
	<i>Nystalaea nyseus</i> (Lep. Notodontidae)	Eucalipto	PA
<i>Oplomus (Catostyrax) catena</i> (Drury, 1782)	<i>Actinote pellenea</i> (Lep. Acraeidae)	"Erva-da-lagarta"	-
<i>Podisus connerivus</i> (Bergroth, 1891)	<i>Ascia monuste orseis</i> (Lep. Pieridae)	Couve	RS
	<i>Apatelodes</i> sp. (Lep. Zanolidae)	Eucalipto	DF
	<i>Thyrintina arnobia</i> (Lep. Geometridae)	-	SP
<i>Podisus mellipes</i> (Bergroth, 1891)	<i>Dione juno</i> (Lep. Nymphalidae)	-	RS
	<i>Dione juno</i> (Lep. Nymphalidae)	Maracujá	-
	<i>Euritides</i> sp. (Lep. Papilionidae)	Araticum	RS
	<i>Margaronia quadristigmatis</i> (Lep. Pyraustidae)	-	RS
<i>Podisus nigrolimbatus</i> (Spinola, 1837)	<i>Apatelodes</i> sp. (Lep. Zanolidae)	Eucalipto	DF
	<i>Dione juno</i> (Lep. Nymphalidae)	-	RS
	Hym. Tenthredinidae	-	-
	<i>Thyrintina arnobia</i> (Lep. Geometridae)	Eucalipto	MG
<i>Supputius cincticeps</i> (Stal, 1860)	<i>Ascia monuste orseis</i> (Lep. Pieridae)	-	RS
	<i>Costalimaita ferruginea vulgata</i> (Col. Chrysomelidae)	-	RS
	<i>Dione juno</i> (Lep. Nymphalidae)	-	RS
	<i>Diabrotica speciosa</i> (Col. Chrysomelidae)	-	RS
	<i>Dannaus eripus</i> (Lep. Danaidae)	-	RS
	<i>Euselasia</i> sp. (Lep. Riodinidae)	-	RS
	<i>Nezara viridula</i> (Hem. Pentatomidae)	-	RS
	<i>Piezodorus guildinii</i> (Hem. Pentatomidae)	-	RS
	Lep. Pieridae	-	RS
<i>Sarsina violascens</i> (Lep. Lymantridae)	-	RS	
<i>Tynacantha marginata</i> (Dallas, 1851)	<i>Dysdercus</i> sp. (Hem. Pyrrhocoridae)	Algodão	SP

Quadro 2. Asopinae coletados em culturas

Predador	Cultura	Localidade
<i>Podisus connexivus</i> Bergroth, 1891	Soja	PR-RS
	Feijão	RS
	Fumo	RS
	Pimentão	RS
<i>Podisus dufouri</i> Bergroth, 1891	Tremoço	RS
	Colza	RS
	Linho	RS
<i>Tynacantha marginata</i> Dallas, 1851	Soja	PR

Quadro 3. Espécies de Asopinae mais comumente coletadas e sua distribuição geográfica

Espécie	Distribuição geográfica
<i>Alcaeorrhynchus grandis</i> (Dallas, 1851)	Venezuela - Brasil
<i>Oplonus</i> sp.	Venezuela - Brasil
<i>Podisus cloelia</i> (Stal, 1862)	México - Brasil
<i>Podisus connexivus</i> (Bergroth, 1891)	Brasil
<i>Podisus distans</i> (Bergroth, 1891)	Brasil
<i>Podisus dufouri</i> (Bergroth, 1891)	Brasil
<i>Podisus falcatus</i> (Distant, 1889)	Guatemala - Venezuela - Brasil
<i>Podisus mellipes</i> (Bergroth, 1891)	Venezuela - Brasil - Argentina
<i>Podisus nigrolimbatus</i> (Spinola, 1852)	Brasil - Argentina - Chile
<i>Podisus sagitta</i> (Fabricius, 1794)	Texas - Brasil
<i>Podisus thetis</i> (Stal, 1862)	México - Brasil (Até RJ)
<i>Podisus volxemi</i> (Distant, 1887)	Brasil (RS)
<i>Tynacantha marginata</i> (Dallas, 1851)	Venezuela - Brasil

# HIMENÓPTEROS PARASITÓIDES DE OVOS DE INSETOS

J.R.P. Parra<sup>1</sup>

E.A. Zucchi<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

Na Ordem Himenoptera existem várias Famílias, cujos representantes parasitam ovos de insetos, tais como Trichogrammatidae, Scelionidae, Mymaridae, Eulophidae, Aphelinidae, Encyrtidae, Eupelmidae, Eurytomidae, Torymidae, Evaniidae e Ichneumonidae. Entretanto, visando ao controle de pragas, os gêneros mais estudados são: *Trichogramma*, *Trichogrammatoidea*, *Telenomus* e *Trissolcus*.

O presente trabalho tem por objetivo abordar os principais programas, existentes no Brasil, com himenópteros parasitóides de ovos, com ênfase ao gênero *Trichogramma*.

## PRINCIPAIS PESQUISAS COM HIMENÓPTEROS PARASITÓIDES DE OVOS NO BRASIL

---

<sup>1</sup> Prof. Adjunto do Departamento de Entomologia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, Caixa Postal 9, 13.400-Piracicaba, SP.

## *Trichogramma*<sup>2</sup>

O Manejo de Pragas, uma realidade na Entomologia moderna, tem no Controle Biológico um dos seus principais suportes, seja através da manutenção dos inimigos naturais existentes (utilização de produtos seletivos), seja através da criação e liberação das espécies mais adequadas.

Dentro de programas de manejo, um dos grupos mais estudados e utilizados atualmente no mundo, é o de insetos da família Trichogrammatidae, principalmente espécies do gênero *Trichogramma*.

Os insetos pertencentes a este gênero, são himenópteros de tamanho reduzido, com menos de 1 mm, e que são exclusivamente parasitóides de ovos. Embora tenham preferência por ovos de espécies de Lepidoptera, eles têm sido coletados em mais de 200 espécies pertencentes a mais de 70 famílias e 8 ordens, Morrison (1985).

São insetos altamente especializados capazes de detectar, através de órgãos sensoriais presentes nas antenas e pernas, caíromônios dos hospedeiros.

Eles vêm sendo utilizados em liberações inundativas na Rússia, China, Taiwan (Formosa), México, EUA, Europa Ocidental, Índia, África e América do Sul para controlar pragas de importância agrícola em algodoeiro, hortaliças, mandioca,

---

<sup>2</sup> Extraído da apóstila do Curso "Atualização sobre os métodos de controle de pragas", realizado no Departamento de Entomologia, ESALQ-USP, em abril de 1986.

frutífera, milho, cana-de-açúcar, em florestas, etc.

Somente na Rússia são tratados cerca de 10 milhões de ha, visando ao controle de mais de 20 pragas de importância agrícola, sendo que nos EUA são vendidos comercialmente, havendo de ano para ano um acréscimo na oferta; em 1976 a disponibilidade era de 3.294 milhões de indivíduos Ridgway & Vinson (1977).

Na América do Sul, especialmente na Colômbia e Peru existem "fábricas" que comercializam *Trichogramma* para controle de pragas do algodoeiro.

No Brasil, as perspectivas são muito boas para várias pragas de importância agrícola, devido a abundância de espécies de *Trichogramma* existentes, sendo no entanto necessários estudos básicos que compreendam desde a coleta e identificação das espécies até a avaliação da eficiência em condições de campo.

Um estudo bastante interessante vem sendo desenvolvido desde 1975 na Universidade de Minas Gerais, visando as pragas de florestas. No Departamento de Entomologia da ESALQ há mais de um ano vem sendo desenvolvida uma pesquisa visando ao controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) em cana-de-açúcar e de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) e *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) em algodoeiro, e que compreende as seguintes etapas:

- coleta de linhagens de *Trichogramma* no campo.
- Identificação das linhagens.
- Manutenção das linhagens em laboratório.
- Seleção de um hospedeiro para criação massal do(s) parasitóide(s).
- Estudo da dinâmica de ovos da praga visada.

- Estudo do comportamento e seleção de linhagens do(s) parasitóide(s) para as pragas visadas.
- Exigências térmicas e hídricas das linhagens selecionadas.
- Seletividade de produtos químicos ao(s) parasitóide(s).
- Técnicas de liberação do(s) parasitóide(s).
- Avaliação da eficiência do parasitóide.
- Modelo da dinâmica parasitóide(s)/praga(s).

### HISTÓRICO

O gênero *Trichogramma* foi criado por Westwood em 1833, sendo a espécie-tipo *Trichogramma evanescens* Westwood.

No século XIX alguns autores já chamavam a atenção para a viabilidade de criação de *Trichogramma* em larga escala. Entretanto, foi o trabalho de Flanders (1927), mostrando a possibilidade de se criar *Trichogramma* em um hospedeiro alternativo, no caso *Sitotroga cerealella* (Oliv., 1819), que deu um grande impulso nas criações massais do inseto. Os primeiros resultados com este parasitóide não foram satisfatórios, motivo pelo qual, após algumas tentativas, deixou de ser utilizado.

Entretanto, estudos mais modernos têm demonstrado que a despeito da sua aparente inesepecificidade, eles são específicos em termos de adaptações microlimáticas. Além disto, as modernas técnicas de criação, estudos ecológicos para definir a época e o uso adequado de parasitóides a serem liberados por unidade de área e a própria seleção de linhagens para cada local (ecótipos), cultura ou espécie de inseto visa-

do, têm feito com que nos últimos anos o estudo de *Trichogramma* tenha sofrido um grande impulso, existindo grupos, a nível internacional, que se reúnem periodicamente para discutir os problemas relacionados com este parasitóide.

#### TAXONOMIA

A taxonomia de *Trichogramma* sofreu um grande progresso a partir do trabalho de Nagarkatti & Nagaraja (1971), que mostraram a importância da genitália do macho na identificação específica. Todavia, além da morfologia, às vezes tornam-se necessários estudos biológicos (cruzamentos) e bioquímicos (eletroforese) para uma perfeita caracterização da espécie. Através de cruzamentos têm sido observadas semi-espécies e espécies críticas neste gênero.

Apesar do avanço, ainda existe confusão nas identificações de *Trichogramma*, principalmente naquelas realizadas anteriormente ao trabalho de Nagarkatti e Nagaraja (1977). Assim, no Brasil sempre foi referida *T. minutum* como único parasitóide da broca-da-cana, porém Zucchi (1985), que estudou centenas de exemplares de *Trichogramma* obtidos da broca da cana-de-açúcar, não observou nenhum exemplar de *T. minutum*.

De acordo com Silva et al. (1968), já foram obtidos exemplares de *Trichogramma* de 9 hospedeiros no Brasil (*Heliothis zea*, *Spodoptera frugiperda*, *Alabama argillacea*, *Diatraea saccharalis*, *Neoleucinodes elegantalis*, *Erinnyis ello*, *Sitotogra cerealella*, *Carpocapsa pomonella* e *Calpodes*

*ethlius*). Todavia, as identificações de *Trichogramma* relacionadas a estes hospedeiros são duvidosas. Da mesma forma, a citação de *T. semifumatum* como parasitóide de *Oediopalpa guerini*, no Estado do Maranhão, Rodrigues & Chagas (1981) é incerta, pois segundo Pinta et al. (1978), esta espécie ocorre apenas no Havaí.

Com base nos conhecimentos taxonômicos atuais, 13 espécies de *Trichogramma* são assinaladas no Brasil (Tabela 1).

O Departamento de Entomologia-ESALQ está criando *T. minutum*, oriunda de Antibes (França), porém nenhuma liberação deste parasitóide foi realizada até a presente data.

O gênero *Trichogramma* caracteriza-se pelo flagelo unisegmentado nos machos e estruturas da genitália masculina. Na taxonomia do gênero são realizados estudos biométricos com base nas medidas:

- antenas (Fig. 1): comprimento do flagelo (CF), maior largura do flagelo (LF) e maior cerda do flagelo (MF).
- Asas anteriores (Fig. 2): maior cerda da margem pós-apical (CA).
- Tíbias posteriores (Fig. 3): comprimento (CT) e largura máxima (LT).
- Edeago (Fig. 4): comprimento dos apodemas (AP) e comprimento do edeago (CE).
- Cápsula genital (Fig. 5): comprimento (CG) e maior largura (LG).

Com base nestas medidas são calculadas as relações:

- Maior largura do flagelo/comprimento do flagelo.
- Maior cerda do flagelo/menor largura do flagelo.
- Comprimento do flagelo/comprimento da tíbia posterior.

- Maior cerda da margem da asa anterior/maior largura da tíbia posterior.
- Maior largura da cápsula genital/comprimento da cápsula genital.
- Edeago/comprimento da tíbia posterior.
- Apodemas/edeago.

Existem casos de sucesso no controle biológico através de *Trichogrammatoidea*, como por exemplo, *T. robusta*, originária da Índia, introduzida em Trinidad para o controle de *Hypsipila* spp., Nagaraja (1983). No Brasil, foi tentada a introdução de *T. nana*, de Trinidad, International... (1971), todavia os exemplares morreram durante o processo de quarentena (E. Berti Filho, inf. pes.). O Departamento de Entomologia-ESALQ está criando *T. eldanae*, espécie africana, para o controle, principalmente, da broca-da-cana. Entretanto, até o momento não foi realizada nenhuma liberação deste parasitóide. Apenas duas espécies de *Trichogrammatoidea* foram colatadas no Brasil (Tabela 2).

## BIOLOGIA

A reprodução, além da sexuada, pode ser por partenogênese arrenótoca (biparental), telítoca (uniparental) ou deuterótoca.

O ciclo é semelhante para todas as espécies, sendo que com exceção da fase adulta, todas as outras ocorrem dentro do ovo do hospedeiro.

Existem estudos que demonstram que o parasitismo é favorecido por cairomônios, que se encontram nas escamas dos lepidópteros e permanecem junto ao ovo do hospedeiro. Eles já foram identificados como sendo a substância química tricossano.

O ovo de 0,1 mm é colocado no hospedeiro e aumenta de 5 a 6 vezes o seu tamanho próximo da eclosão da larva. A larva é praticamente um saco digestivo com 2 mandíbulas, e se alimenta de massa vitelina do embrião até a sua destruição (por um processo de lise), ocorrendo 3 ínstars larvais. No início do 3º instar o ovo do hospedeiro torna-se escuro devido à deposição de grânulos pretos na parte interna do córion, que é uma característica bem marcante de ovos parasitados por *Trichogramma*. A seguir, há uma curta fase de pré-pupa (quando aparecem as características do adulto) e a fase pupal, ocorrendo a seguir a emergência do adulto, o qual faz um orifício no córion do ovo em que se desenvolveu. Todos os parasitóides de um ovo normalmente o deixam por um único orifício. Na maioria dos casos, a emergência é pela manhã, sendo que a fêmea está apta à ovoposição no mesmo dia. Embora possa ocorrer superparasitismo a fêmea evita ovopositar em ovos já parasitados, pois existe um feromônio de marcação reconhecido pela espécie.

Um exemplo de biologia é apresentado na Tabela 3.

A fecundidade é dependente da espécie, hospedeiro e longevidade do adulto. Esta fecundidade é função do suprimento alimentar (água e açúcar ou mel), disponibilidade de ovos do hospedeiro, temperatura e atividade da fêmea, sendo variável de 20 a 120 ovos/fêmea.

A relação sexual é variável, sendo mais comum de 2♀ : 2♂, embora existam variações com a temperatura de criação.

O número de indivíduos que se desenvolve por ovo é variável em função do seu tamanho, sendo maior em ovos de maior porte, variando de 1 em *S. cerealella* a mais de 50 em *Pachysphinx*, Flanders (1935) citado por Metcalfe & Brenière (1969).

Os indivíduos, que têm chance de parasitar, vivem mais que àqueles que não têm esta oportunidade.

*Fatores físicos que afetam o desenvolvimento de Trichogramma*

### **Temperatura**

As exigências térmicas são variáveis de espécie para espécie, variando também em função do hospedeiro de substituição e da procedência da linhagem (Tabela 4). Podem existir variações, em função da temperatura, na coloração, relação sexual, longevidade e no parasitismo. Espécies iguais de regiões diferentes podem reagir de formas diversas às variações de temperatura (Tabela 4).

Para conferir maior rusticidade ao parasitóide, sugere-se a criação de *Trichogramma* em laboratório com temperaturas não controladas.

### **Umidade relativa (UR)**

As espécies de *Trichogramma* são muito sensíveis à dessecção, sendo que a UR ótima está entre 80 e 100 %, embora

possam existir variações (Tabela 5).

## Luz

Os adultos mostram uma marca fototaxis positiva e em condições naturais são encontrados nas partes mais expostas da planta.

## Hospedeiros de substituição

*S. cerealella* é o hospedeiro tradicional. Pesquisas têm demonstrado que pode-se criar, com vantagens *Trichogramma* sobre *Anagasta kuehniella* (Zeller 1879) Lewis et al. (1976) (Tabela 6).

Existem vários trabalhos que mostram a viabilidade de utilização de ovos de *Corcyra cephalonica*. Os chineses usam, além desta espécie, óvulos de 2 espécies de bicho-da-seda (*Anthereae pernyi* e *Philosamia cynthia*).

As durações médias dos ciclos de *A. kuehniella* e *S. cerealella* são apresentadas na Tabela 7 e o respectivo desenvolvimento de *Trichogramma* na Tabela 8, Stein (1985).

A partir de 1975, começaram as tentativas de produção de ovos artificiais para criação de *Trichogramma*. Inicialmente foram constituídos de gema de ovo (de galinha ou pata) e hemolinfa (de pupas de bicho-da-seda, ou larvas maduras ou pupas de *Apis mellifera*) mantidas em cápsulas de cera e vaselina. Em 1979 passaram a utilizar "ovos" com casca de polietileno para criar *T. dendrolimi*. Atualmente, convênios realizados entre China e EUA permitiram pesquisas para subs-

tituir a hemolinfa por mistura do soro fetal bovino e cultura de tecido. Desta forma, com atrativos de ovoposição conseguiram criar *T. dendrolimi* por 35 gerações, sem aumento do abdômem e com distensão normal das asas, que eram problemas ocorrentes nos primeiros anos de pesquisa. *Trichogramma* produzidos nestes "ovos" parasitaram, no campo, 92,5 % de ovos de *Heliothis armigera*.

### *Técnicas de criação*

Desde as observações de Flanders (1927) enfatizando que *Trichogramma* poderia ser criado em hospedeiros alternativos, ao invés do próprio hospedeiro natural, proliferaram as criações em grande escala.

Existem inúmeras técnicas de criação das raças utilizadas como hospedeiros alternativos, como as de Strong et al. (1968), Bournier & Peyrelongue (1973), Daumal et al. (1975), para *A. kuehniella* e de Garcia (1977) para *S. cerealella*.

No Brasil, existem os trabalhos de Parra et al. (1985) e de Stein (1985) descrevendo técnicas de produção de ovos de *A. kuehniella* e *S. cerealella*, respectivamente, para fins de pesquisa

Para a produção massal dos parasitóides vários trabalhos foram desenvolvidos, como os de Bournier & Peyrelongue (1973), Morrison et al. (1976) e Morrison (1985). Sabe-se que na Rússia existem muitas biofábricas mecanizadas que produzem individualmente de 15 a 30 milhões de *Trichogramma* por dia.

## *Tratamento para inviabilizar embriões do hospedeiro*

A fim de evitar eclosões de lagartas de *A. kuehniella*, as quais poderiam se alimentar (por serem canibais) de outros ovos (inclusive parasitados); deve-se expô-las à radiação ultravioleta a uma distância de 15 cm da fonte por 45 minutos de exposição, Stein (1985).

Existem outras formas de se matar embriões como através de uma combinação de altas temperaturas (50-55°C) e umidades elevadas por 15 minutos.

## *Controle de qualidade*

Uma das etapas básicas de um programa de criação de insetos é a manutenção da qualidade do inseto produzido em laboratório, para que ele seja comparável ao inseto da natureza, Parra (1986).

As populações selvagens devem ser introduzidas anualmente em populações de laboratório. Deve-se acompanhar a taxa de desenvolvimento, a fecundidade, a razão sexual e porcentagens de anomalias morfológicas ao longo das gerações, bem como a atividade dos parasitóides.

## LIBERAÇÕES NO CAMPO

Devem ser feitas a cada 8 dias, num total de 2 ou 3 liberações, a partir do início da ocorrência de ovos da praga visada. Estas liberações devem ser feitas pela manhã ou à

tarde, para evitar o efeito da insolação, e em um grande número de pontos do campo.

Para tais liberações deve-se levar em consideração a fenologia da planta e sempre contar com populações adaptadas a cada local.

*Trichogramma* pode ser liberado na forma de adultos, ou o que é mais comum, na forma de ovos parasitados (próximo a emergência) colados em cartolinas (de colorações variáveis). Estas cartolinas têm em torno de 1 polegada quadrada e contêm cerca de 3.000 ovos de *S. cerealella* parasitados. Para tais liberações é interessante que as linhagens de *Trichogramma* selecionadas e tenham uma capacidade de parasitismo superior a 80 %.

Existem algumas dificuldades por ocasião da liberação, tais como: adequar uma forma de liberação que impeça a predação e que permita a alimentação dos adultos de *Trichogramma*, possibilitando assim maior longevidade dos parasitóides. As liberações podem ser manuais ou através de aviões.

Os números de parasitóides a serem liberados são variáveis de cultura para cultura, sendo alguns exemplos mostrados na Tabela 9, Amaya (1982).

Estes números não podem ser fixados, pois são utilizados contra *Agrotis segetum* 20.000 *Trichogramma*/ha e para *Laspeyresia pomonella* de 20.000 a 40.000/ha ou de 2.000 a 4.000 parasitóides por árvore. Em outros países, como a Alemanha, levam em conta, a área foliar para a liberação, com números variáveis de 80 a 900/m<sup>2</sup>, Franz & Vogelé (1974).

Acredita-se hoje, que uma das causas do insucesso de liberação de *Trichogramma* no passado, seja o pequeno núme-

ro de parasitóides liberados. Desta forma, sugere-se aumentar o número liberado para várias culturas, pois assim o controle será mais eficiente, como por exemplo, de 91 % para controlar *Ostrinia nubilalis*, Hassan (1982), ou mesmo superior a este valor para *H. virascens* e *A. argillacea*. Em certas condições, o controle com estes inimigos naturais é superior a piretróides ou produtos microbianos.

Especialmente em culturas, como o algodoeiro, nas quais não se pode prescindir de produtos químicos, há necessidade após a aplicação, por exemplo, de um inseticida, observar-se o tempo que o produto afeta o *Trichogramma* para que possa ser definido o momento de liberação do inimigo natural (Tabela 9).

Estas várias circunstâncias fazem com que, muitas vezes, haja necessidade de se "armazenar" o *Trichogramma*, até o momento propício da liberação.

Assim, às temperaturas de 8 a 12°C, ovos parasitados por *Trichogramma* podem ser conservados por 20-22 dias; técnicas mais modernas permitir a conservação de ovos já parasitados ou a serem parasitados por vários meses.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os trabalhos com *Trichogramma* tenham se iniciado no Brasil em 1946 através do Dr. Jalmirez Gomes, somente nos últimos anos é que surgiram grupos de pesquisa que se propõem a fazer estudos mais detalhados deste parasitóide, devido às grandes possibilidades de sua utilização entre nós,

e principalmente devido aos avanços de pesquisas realizadas no mundo, na última década, com este grupo de insetos.

Assim, em cana-de-açúcar, as perspectivas de sua utilização para controlar *D. saccharalis* são muito grandes, desde que Botelho (1985) verificou ser a fase de ovo, o fator chave de crescimento da população da broca-da-cana.

Portanto, este parasitóide poderá ser mais um aliado no combate a este inseto, juntando-se aos parasitóides de lagartas atualmente utilizados.

Também nos últimos anos em muitas regiões algodoeiras do Estado de São Paulo, a lagarta-da-maçã e o curuquerê-do-algodoeiro têm sido mantidos em equilíbrio pela ação natural de *Trichogramma* ou *Trichogrammatoidea*. A incidência de *Trichogramma* parasitando ovos de *E. ello* em cultura de mandioca é muito alta, havendo necessidade apenas de sincronizar os ciclos da praga e do parasitóide, através de liberações inundativas no campo, para se conseguir um bom controle da praga.

Portanto, nas nossas condições, o potencial de uso de *Trichogramma* é muito grande para várias pragas de importância agrícola.

### *Trissolcus*

No Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), Londrina, PR, está sendo desenvolvido, pela Dra. Beatriz C.S. Ferreira, um programa de controle do percevejo-verde-da-soja *Nezara viridula* através de *Trissolcus basalis* (Wollaston). Neste projeto, todas as etapas básicas já foram realizadas,

sendo que, dentro de pouco tempo, este parasitóide poderá ser utilizado em larga escala, Ferreira & Oliveira (1982), Ferreira et al. (1983).

### *Telenomus*

Este parasitóide vem sendo pesquisado para o controle da lagarta-do-cartucho-do-milho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith 1797, em vários países. Desta forma, o Departamento de Entomologia, ESALQ/JSP importou, através do Dr. F.D. Bennett, Universidade da Flórida, a espécie *Telenomus remus* Nixon para o controle desta praga. Assim, já foram realizados, em nossas condições, estudos básicos de biologia, parasitismo e exigências térmicas, Pedrasi & Parra (1986).

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMAYA, M.M Efecto de algunos insecticidas sobre la acción parasítica del *Trichogramma pretiosum* (Riley) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) liberados después de las aplicaciones. In: INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE, Paris, França. **Les Trichogrammes**. Paris, 1982a. p.195-9.
- AMAYA, N.M Investigación, utilización y resultados obtenidos en diferentes cultivos con el uso de *Trichogramma* en Colombia sur America. In: INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE, Paris, França. **Les Trichogrammes**. Paris, 1982b. p.201-7.
- BLEICHER, E. **Biologia e existências térmicas de populações de *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae)**. Piracicaba, ESALQ-USP, 1985. 80p. Tese Doutorado.

- BOTELHO, P.S.M. Tabela de vida ecológica e simulação da fase larval da *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep: Pyralidae). Piracicaba, ESALQ-USP, 1985. 110p. Tese Doutorado.
- BOURNIER, J.P. & PEYRELONGUE, J.Y. Introduction élevage et lachers de *Trichogramma brasiliensis* Askm (Hym.: Chalcidiidae) en vue de lutter contre *Heliothis armigera* Hbn. (Lep.: Noctuidae) a Madagascar. **Coton Fibres Trop.**, Paris, 28(2):231-7, 1973.
- BRUN, P.G.; MORAES, G.W.G. de & SOARES, L.A. Três espécies novas de Trichogrammatidae parasitóides de lepidópteros desfolhadores da mandioca e do eucalipto. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, 19(7):805-10, 1984.
- DAUMAL, J.; VOEGELÉ, J. & BRUN, P. Les Trichogrammes. II. Unité de production massive et quotidienne d'un hôte de substitution *Ephestia kuehniella* Zell. (Lepidoptera, Pyralidae). **Ann. Zool. Ecol. Anim.**, Paris, 7(1):45-9, 1975.
- DE SANTIS, L. Un nuevo trichogrammatido (Hym.) neotropico parasito de los huevos de *Alabama argillacea* (Lep.). **Arg. Inst. Biol.**, São Paulo, 39(2):121-4, 1972.
- FERREIRA, B.S.C. & OLIVEIRA, E.B. Estudos de parasitas no controle de percevejos. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. Resultados de pesquisa de soja 1981/82. Londrina, 1982. p.286-95.
- FERREIRA, B.S.C.; OLIVEIRA, E.B. de & KANAYAMA, L. Estudo com parasitas no controle de percevejos. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. Resultados de pesquisa de Soja 1982/83. Londrina, 1983. p.263-70.
- FLANDERS, S.E. Biological control of the codling moth (*Carpocapsa pomonella*). **J. Econ. Entomol.**, College Park, 20:644, 1927.

- FRANZ, J.M. & VOEGELÉ, J. Les Trichogrammes en vergers. s.l., OILB/SRCP, 1974. p.201-10.
- GARCIA, R.J. Memorias de la V Reunion Nacional de Control Biologico y sector agropecuario organizado. Victoria Tamaulipas, SARH-Departamento de Control Biologico, 1977. 25p.
- HASSAN, S.A. Mass production and utilization of *Trichogramma*: 3. Results of some research projects related to the practical use in the Federal Republic of Germany. In: INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE, Paris, França. **Les trichogrammes**. Paris, 1982. p.213-8.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR BIOLOGICAL CONTROL. Western Hemisphere Regional Section. **Center for Biological Control at Piracicaba, Brazil**. s.l., 1971. p.4-5.
- JACOBS, R.J.; KOUSKOLEKAS, C.A. & GROSS JUNIOR, H.R. Responses of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to residues of Permethrin and Endosulfan. **Environ. Entomol.**, College Park, 13(2):355-8, 1984.
- LEWIS, W.J.; NORDLUND, D.A.; GROSS JUNIOR, H.R.; PERKINS, W. D.; KNIFLING, E.F. & VOEGELÉ, J. Production and performance of *Trichogramma* reared on eggs of *Heliothis zea* and other hosts. **Environ. Entomol.**, College Park, 51(3):449-52, 1976.
- METCALFE, J.P. & BRENIÈRE, J. Egg parasites (*Trichogramma* spp.) for control of sugar cane moth borers. In: WILLIAMS, J.R.; METCALFE, J.R.; MUNGOMERY, R.M. & MATHES, R., eds. **Pests of sugarcane**. s.l., Elsevier, 1969. p.81-115.
- MORRISON, R.K. *Trichogramma* spp. In: SINGH, P. & MOORE, R. F., eds. **Handbook of insect rearing**. s.l., s.ed., 1985. v.1, p.413-7.
- MORRISON, P.K.; STINNER, R.E. & RIDGWAY, R.L. Mass production of *Trichogramma pretiosum* on eggs of the Angoumois grain moth. **The Southwest. Entomol.**, College Station, 1(2):74-80, 1976.

- NAGARAJA, H. Descriptions of new Trichogrammatidae (Hymenoptera) from Brazil. **R. Bras. Biol.**, Rio de Janeiro, 43(1):37-44, 1983.
- NAGARKATTI, S. & NAGARAJA, H. Redescriptions of some known species of *Trichogramma*, showing the importance of the male genitalia as a diagnostic character. **Bull. Entomol. Res.**, London, 61:13-31, 1971.
- PARRA, J.R.P. Criação de insetos para estudos com patógenos. In: ALVES, S.B., ed. **Controle microbiano de insetos**. São Paulo, Editorial Manole, 1986. p.348-73.
- PARRA, J.R.P.; STEIN, C.P.; BLEICHER, E.; ZUCCHI, R.A. & SILVEIRA NETO, S. **Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para pesquisas com *Trichogramma* spp.** Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1985. 9p. (Boletim da Série Agricultura e Desenvolvimento).
- PEDRASI, T.C. & PARRA, J.R.P. Técnica de criação e determinação das exigências térmicas de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera, Scelionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10, Rio de Janeiro, 1986. **Resumo**. Rio de Janeiro, 1986. p.277.
- PINTO, J.D.; PLATNER, G.R. & OATMAN, E.R. The identity of two closely related and frequently encountered species of New World *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae). **Proc. Entomol. Soc. Wash.**, Washington, 85(3):588-3, 1978.
- RIDGWAY, R.L. & VINSON, S.B. eds. **Biological control by augmentation of natural enemies**. s.l., Plenum Press, 1977. 480p.
- RODRIGUES, F.J. de O. & CHAGAS, E.F. das. **Parasitismo de ovos de *Oediopalpa guerini* por *Trichogramma semifumatum***. São Luiz, EMBRAPA-EMAPA, 1981. 4p. (Pesquisa em Andamento, 1).

- SILVA, A.G. d'A; GONÇALVES, C.R.; GALVÃO, D.M.; GONÇALVES, A.J.L.; GOMES, J.; SILVA, M. do N. & SIMONI, L. de.  
**Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil; seus parasitos e predadores.** s.l., Laboratório Central de Patologia Vegetal - M.A., 1968. Parte II, 2 Tomos.
- STEIN, C.P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para estudos com *Trichogramma*. Piracicaba, ESALQ-USP, 1985. 89p. Tese Mestrado.
- STRONG, R.G.; PARTIDA, G.J. & WARNER, D.N. Rearing stored - product insects for laboratory studies: six species of moths. *J. Econ. Entomol.*, College Park, 61(5)-1.237-49, 1968.
- VOEGELÉ, J. & POINTEL, J.G. Une nouvelle espèce de Trichogramme, *Trichogramma maxacalii* (Hym., Trichogrammatidae). *Ann. Soc. Entomol. Fr.*, Paris, 16(4):599-603, 1980.
- ZUCCHI, R.A. Taxonomia de espécies de *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) associados a algumas pragas (Lepidoptera) no Brasil. Piracicaba, ESALQ-USP, 1985. 77p. Tese Livre-Docência.

Tabela 1. Espécies de *Trichogramma* referidas no Brasil e respectivos hospedeiros

Espécies	Hospedeiros	Referências
<i>T. maxacalli</i>	<i>Euselasia euploea eucerus</i> <i>Euselasia</i> sp.	Vorgelê & Pointel (1980); Zucchi (1985)
<i>T. demoraesi</i>	<i>Glena bipennaria</i> <i>Erinnyis ello</i>	Nagaraja (1983); Zucchi (1985)
<i>T. bruni</i>	Notodontídeo não identif.	Nagaraja (1983)
<i>T. soaresi</i>	<i>Euselasia euploea eucerus</i> <i>Euselasia hygenius oculta</i>	Nagaraja (1983)
<i>T. manicobai</i>	<i>Erinnyis ello</i>	Brun et al. (1984); Zucchi (1985)
59 <i>T. caiaposi</i>	<i>Erinnyis ello</i>	Brun et al. (1984)
<i>T. acacioi</i>	<i>Psorocampa denticulata</i>	Brun et al. (1984)
<i>T. pretiosum</i>	<i>Alabama argillacea</i>	Zucchi (1985)
<i>Trichogramma</i> sp. 1*	<i>Glena</i> sp.	Zucchi (1985)
<i>Trichogramma</i> sp. 2*	<i>Diatraea saccharalis</i>	Zucchi (1985)
<i>Trichogramma</i> sp. 3*	<i>Diatraea saccharalis</i>	Zucchi (1985)
<i>Trichogramma</i> sp. 4*	<i>Diatraea</i> sp.	Zucchi (1985)
<i>Trichogramma</i> sp. 5*	<i>Diatraea</i> sp.	Zucchi (1985)

\* Espécies novas que estão sendo descritas por P. A. Zucchi

Tabela 2. Espécies de *Trichogrammatoidea* referidas no Brasil e respectivos hospedeiros

Espécies	Hospedeiros	Referência
<i>R. annulata</i>	<i>Alabama argillacea</i>	De Santis (1972)
<i>T. bennetti</i>	<i>Semiothisa</i> sp.	Nagaraja (1983)

Tabela 3. Ciclo de vida de *Trichogramma australicum* sobre *Corcyra cephalonica*, Metcalfe & Brenière (1969)

Estágio	Duração
Ovo	24 h
1º ínstar larval	21 h
2º ínstar larval	27 h
3º ínstar larval	48 h
Pré-pupa	24 h
Pupa	48 h

Tabela 4. Exigências térmicas de espécies de *Trichogramma* (adaptado de Bleicher, (1985))

Espécie	Hospedeiro	Tb (°C)	K (GD)
<i>T. pretiosum</i>	<i>H. virescens</i>	10,22	164,60
<i>T. pretiosum</i>	<i>S. cerealella</i>	10,70	174,40
<i>T. pretiosum</i>	<i>A. kuehniella</i>	10,05	169,45
<i>T. pretiosum</i>	<i>G. mellonella</i>	11,46	183,29
<i>T. pretiosum</i>	<i>D. grandiosella</i>	9,97	125,56
<i>T. minutum</i> (CA)	<i>S. cerealella</i>	12,03	134,06
<i>T. minutum</i> (LA)	<i>S. cerealella</i>	13,27	124,53
<i>Trichogramma</i> sp. (pop. Piracicaba)	<i>A. kuehniella</i>	13,99	123,25
<i>T. pretiosum</i> (pop. Iguatu)	<i>A. kuehniella</i>	12,81	133,25
<i>T. pretiosum</i> (pop. Goiânia)	<i>A. kuehniella</i>	11,98	131,95

Tabela 5. Efeito da UR no desenvolvimento de *Trichogramma* sp. em ovos de *S. cerealella* (Departamento de Entomologia-ESALQ, não publ.)

UR (%)	Duração do ciclo (dias)	Viabilidade (%)
40	10,9	53,5
60	10,9	79,0
70	10,4	86,0
80	10,4	85,5
90	10,1	83,0
100	10,7	81,5

Tabela 6. Fecundidade e longevidade de *T. pretiosum* criado sobre *A. kuehniella* e *S. cerealella* (Lewis et al. (1976))

Hospedeiro	Fecundidade (Nº indiv. parasitados/♀)	Longevidade (dias)
<i>A. kuehniella</i>	147,9 ± 6,09	19,9 ± 1,04
<i>S. cerealella</i>	9,9 ± 1,26	4,5 ± 0,43

Tabela 7. Dados biológicos médios de *A. kuehniella* e *S. cerealella*

Estádio	<i>A. kuehniella</i>	<i>S. cerealella</i>
	----- Duração (dias) -----	
Ovo	3 - 5	3 - 4
Lagarta	20 - 35	15 - 18
Pupa	8 - 12	8 - 10
Adulto	4 - 6	4 - 5

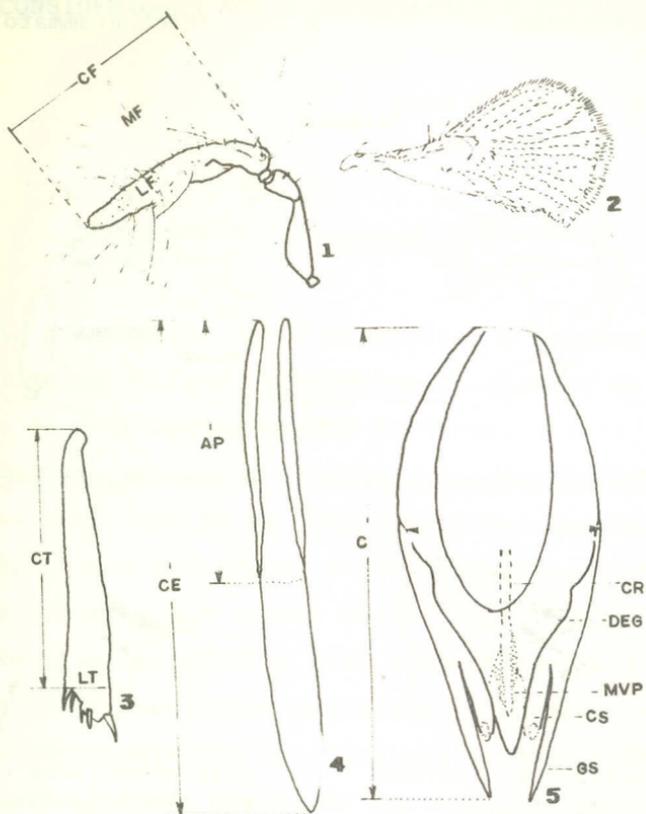
Tabela 8. Período de desenvolvimento de *Trichogramma* sp. em 3 hospedeiros-de-substituição (Stein 1985)

Hospedeiro	Duração (dias*)
<i>A. kuehniella</i>	10,44 a
<i>S. cerealella</i>	10,09 b
<i>P. interpunctella</i>	9,92 b

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

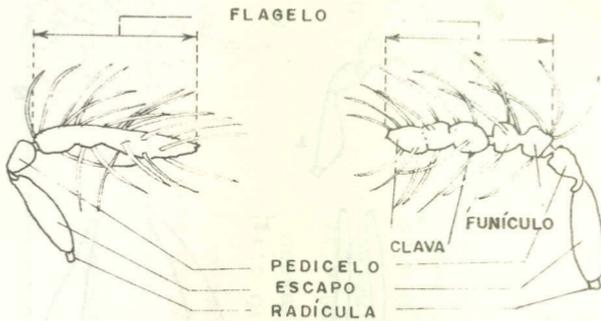
Tabela 9. Número de parasitóides a serem liberados para quatro diferentes sistemas de exploração. (Amaya 1982)

Cultura	Praga	Época de liberação	Nºs de <i>Trichogramma</i> /ha
Algodoeiro	<i>Heliothis</i> sp.	A partir de 20-25 dias da germinação	60.000
Soja	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	A partir de 10 dias após a germinação	60.000
Sorgo e milho	<i>Diatraea saccharalis</i>	A partir de 30 dias após a germinação	90.000
Mandioca	<i>Erinnyis ello</i>	A partir de 30 dias após a germinação	90.000



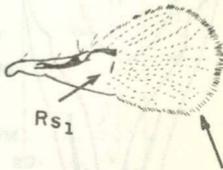
Medidas e estruturas de *Trichogramma*:

Fig. 1 - antena do macho: CF - comprimento do flagelo; LF - maior largura do flagelo; MF - maior cerda do flagelo. Fig. 2 - asas anterior: CA - maior cerda da margem pós-apical. Fig. 3 - tibia posterior: CT - comprimento; LT largura máxima. Fig. 4 - edeago: AP - comprimento dos apodemas; CE - comprimento do edeago. Fig. 5 - cápsula genital; CG - comprimento; LG - maior largura. CS: estrutura quelada; CR: carena médio-ventral, DEG: expansão dorsal da gonobase; FS: gonostilo; MVP: projeção médio ventral (apenas as Figs. 4 e 5 estão numa mesma escala).

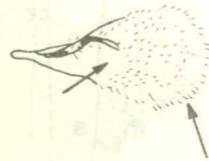


♂ com flagelo unissegmentado

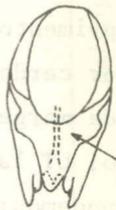
♂ com flagelo segmentado



asas anteriores com cerdas laterais curtas ( $\leq 1/5$  da largura da asa); Rs, com cerdas.



asas anteriores com cerdas laterais longas ( $1/4$  e  $3/4$  da largura da asa); Rs, sem cerdas.



genitália masculina com Expansão Dorsal na Gonobase (DEG).



genitália masculina sem Expansão Dorsal da Gonobase (DEG).

Luiz Carlos C. Barbosa Ferraz<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

As associações entre nematóides e insetos datam de períodos muito antigos, provavelmente milhões de anos atrás, quando de seus aparecimentos na Terra.

Uma das primeiras citações de nematóides parasitando insetos está contida em "Die Animalibus Insectis", publicado em 1623, onde Aldrovandi relata haver encontrado gafanhotos mortos cobertos por vermes muito longos.

Nos séculos XVIII e XIX, tornaram-se mais freqüentes os registros de nematóides parasitos de insetos e intensificaram-se admiravelmente os trabalhos de descrição das espécies entomopatogênicas, merecendo destaque as contribuições dadas por Dujardin, von Linstrow, von Siebold e Rudolphi, entre outros.

Foi, contudo, no presente século, o que o assunto experimentou decisivo desenvolvimento, com os estudos sistemáticos de Cobb, Steiner, Filipjev, Christie, Micoletzky e outros, com a descoberta de técnicas de criação dos parasitos

---

<sup>1</sup> Departamento de Zoologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

por Glaser e Dutky, com a realização de pesquisas relacionadas à biologia, fisiologia e ecologia dos principais grupos de nematóides entomopatogênicos por Nickle, Poinar, Welch, Webster, Kaya etc.

Sabe-se, atualmente, que elevadas populações de insetos morrem, a cada ano, devido ao parasitismo por nematóides. Todavia, embora essa regulação natural seja conhecida há alguns séculos, existe ainda notória carência de informações sobre as relações ecológicas e fisiológicas entre inúmeros nematóides parasitos e seus insetos hospedeiros, o que tem limitado a aplicação em maior escala desta importante prática no controle biológico ou integrado das pragas.

## RELAÇÕES ENTRE NEMATÓIDES E INSETOS

O relacionamento entre nematóides e insetos resume-se a 3 tipos básicos:

### 1. *Relação Forética*

Os nematóides, comumente larvas de 3º estágio, utilizam os insetos como meros agentes transportadores. Neste caso, podem ser encontrados, por exemplo, sob os élitros dos coleópteros, ao redor do abdômen, junto às pernas, em áreas pilosas ou outras partes do exoesqueleto. Internamente, podem aparecer na região da genitália, em canais traqueais ou junto a órgãos do tubo digestivo.

Os insetos praticamente não são prejudicados nesta modalidade de associação, promovendo, entretanto, eficiente

disseminação dos nematóides dentro do habitat.

Representantes das famílias Rhabditidae, Cephalobidae, Dorylaimidae, Aphelenchidae e Tylenchidae, por exemplo, apresentam este tipo de comportamento.

## 2. *Parasitismo Facultativo*

É a condição em que os nematóides passam parte do período de desenvolvimento no corpo do inseto e o restante fora dele, alimentando-se de fungos ou outros organismos disponíveis no ambiente. Outra definição proposta é a de que são considerados parasitos facultativos os nematóides capazes de parasitar insetos mas que conservam a habilidade de desenvolver-se e reproduzir-se em condições de vida livre.

Podem ser encontrados na cavidade do corpo (hemocele), em glândulas da faringe, na traquéia e em outras partes.

Algumas dessas espécies de nematóides estabelecem relacionamento estritamente nutricional, causando pequenos danos aos insetos hospedeiros. Outras podem, todavia, provocar sérios danos e até a morte do inseto, interessando bastante aos estudiosos do controle biológico. São exemplos desta categoria nematóides pertencentes aos gêneros *Neoapectana*, *Diplogaster*, *Deladenus* *Rhabditis* etc.

## 3. *Parasitismo Obrigatório*

Os nematóides não possuem estágios livres, podendo desenvolver-se totalmente dentro do inseto hospedeiro. Ocorre porém, em alguns gêneros, de larvas bem desenvolvidas abandonarem o corpo do inseto parasitado e sofrerem a última ec-

dise no solo, transformando-se em adultos; aí completarão o amadurecimento sexual, acasalarão e irão ovipositar, dos ovos eclodindo larvas que imediatamente iniciarão a procura de novos insetos para infestar.

Esses parasitos geralmente aparecem concentrados na cavidade do corpo, sendo esporadicamente observados no tubo digestivo ou na genitália. Causam danos sérios aos insetos (alteração no comportamento, esterilização sexual) e, na maioria das vezes, levam-nos à morte.

Estão aqui compreendidos principalmente representantes das famílias Mermithidae e Tetradonematidae, além de alguns gêneros de Rhabditidae e Diplogasteridae.

## BIOLOGIA DOS NEMATÓIDES ENTOMOPATOGÊNICOS E EFEITOS PATOLÓGICOS SOBRE OS INSETOS

Neste item serão descritos os ciclos de vida de diversos grupos de nematóides entomopatogênicos, parasitos facultativos e obrigatórios, enfatizando-se também características e efeitos resultantes da associação considerados relevantes.

### 1. Família Mermithidae

Este grupamento congrega nematóides parasitos obrigatórios de diferentes artrópodos (insetos, aracnídeos, crustáceos), de outros nematóides e de invertebrados em geral. Insetos pertencentes a pelo menos 15 ordens são infestados comumente pelos mermitídeos, geralmente de forma fatal.

Os nematóides em pauta sofrem várias ecdises dentro da cavidade do corpo do inseto, aumentando seu tamanho de maneira notável. Em certas espécies, os exemplares crescem de 0,5 mm até 2,0 cm ou mais e, em outras, observam-se espécimes de comprimento superior a 20,0 cm.

O ciclo de vida dos mermitídeos dá-se segundo o modelo básico apresentando a seguir.

Os ovos são colocados em grandes quantidades pelas fêmeas em locais por onde o inseto transita com frequência. Podem ser também colocados sobre a fonte alimentar do inseto, como folhas por exemplo, no caso de gafanhotos ou lagartas. Tais ovos podem então ser ingeridos diretamente com o alimento, eclodindo as larvas dos nematóides no interior do tubo digestivo do hospedeiro. Quando não ocorre a ingestão dos ovos, as larvas eclodem no ambiente externo e penetram ativamente no inseto através do tegumento. Essas larvas de nematóides recém-eclodidas são chamadas pré-parasitas e geralmente penetram as formas jovens dos insetos (ninfas ou larvas), não obstante possam infestar também adultos.

Encontrando-se no interior do inseto, as larvas pré-parasitas migram até a cavidade do corpo e aí se desenvolvem, nutrindo-se de substâncias alimentares contidas na hemolinfa. Nesse período, como foi dito anteriormente, é comum o parasito crescer de forma excepcional, tornando-se muito longo. Ao passar do penúltimo para o último estágio larval, referido como larva pós-parasita, o nematóide experimenta forte estimulação para deixar o hospedeiro e alcançar o ambiente externo. Em outras palavras, essa ecdise parece predispor fisiologicamente o parasito à vida fora do hospedeiro. As larvas pós-parasitas são dotadas de estruturas espe-

ciais em forma de dentes pontiagudos, que utilizam para perfurar violentamente o tegumento dos insetos, abandonando-os em seguida. Nesta altura, ocorre extravasamento do conteúdo interno do corpo pela abertura provocada e advém, inevitavelmente, a morte do inseto.

Penetrando o solo, as larvas pós-parasitas deixam de se alimentar e continuam vivendo às expensas de materiais nutritivos de reserva. Finalmente, sofrem a última ecdise, passam à fase adulta e, após o acasalamento, reinicia-se a oviposição através das fêmeas. Os machos morrem pouco tempo depois da união sexual.

São relatados, na seqüência, dois casos ilustrativos do relacionamento acima descrito, envolvendo insetos de importância para a agricultura e saúde pública.

a) *Mermis nigrescens* em gafanhotos

As fêmeas de nematóides, após serem fecundadas no solo, sobem à parte aérea das plantas através da fina película de água que persiste sobre o caule e ramos nas manhãs de dias úmidos. Depositam então centenas de ovos sobre os limbos foliares e retornam ao solo. Os ovos ficam fortemente aderidos às folhas até que os gafanhotos os ingerem durante a alimentação. No interior do tubo digestivo do ortóptero hospedeiro eclodem as larvas pré-parasitas, as quais logo migram para a cavidade do corpo. Na hemocele, desenvolvem-se até larvas pós-parasitas, sofrendo sucessivas ecdises. Estas rompem violentamente o tegumento do inseto, descem ao solo e sofrem a última troca de pele, atingindo o estágio adulto. Ocorrem então novos acasalamentos e com a oviposição completa-se o

ciclo.

b) *Romanomermis culicivora* em mosquitos (pernilongos)

Os ovos desta espécie são depositados no fundo de poças ou charcos onde proliferam larvas de mosquitos, geralmente culicídeos. Após a eclosão, as larvas pré-parasitas dos nematóides penetram larvas de instares iniciais dos insetos, aglomerando-se na região torácica. Aí se desenvolvem, obtendo nutrientes da hemolinfa do hospedeiro. O crescimento é notável. Por fim, abandonam o corpo do inseto, rompendo seu tegumento e provocando sua morte. Isso ocorre quase sempre ao encontrar-se o mosquito em seu último instar larval, logo antes da pupação. Cerca de 15 a 20 dias depois, ocorre a última ecdise e os parasitos passam a adultos. Segue-se o acasalamento e novamente milhares de ovos são colocados no fundo de poças e charcos.

Há de se destacar que algumas espécies de nematóides que parasitam pernilongos, como *Perutilimermis culicis* por exemplo, se desenvolvem no interior do abdômen de inseto adulto (fêmeas hematófagas) e não no tórax, sendo as características gerais do ciclo, todavia, praticamente as mesmas.

Entre os efeitos patológicos decorrentes do parasitismo de insetos por nematóides mermitídeos, além da morte pelo rompimento do tegumento que normalmente ocorre, pode-se enumerar: malformação de asas (em gafanhotos e besouros), alterações nas pernas e antenas (em dípteros quironomídeos), mudanças na forma da cabeça (nas formigas), descoloração da pele (larvas de certos besouros), anomalias no comportamento, esterilização sexual (castração parasitária) ou formação

de intersexos e atraso no desenvolvimento. Além disso, pode ocorrer destruição de corpos gordurosos e/ou sensível redução na produção de proteínas da hemolinfa do inseto, conforme observado em exemplares de *Schistocerca gregaria* parasitados por *Mermis nigrescens*.

Além de ortópteros e dípteros, diversas espécies de coleópteros e lepidópteros consideradas de interesse agrônômico sofrem os efeitos de um controle natural por nematóides mermitídeos. Entre outras, pode-se mencionar *Chilo suppressalis*, *Melolontha melolontha*, *Agrotis infusa*, *Hypera postica* e *Porthetria dispar*.

## 2. Família Tetradonematidae

Compõe, juntamente com a família Mermithidae, a superfamília Mermithoidae.

São parasitos obrigatórios de dípteros e se comportam, de maneira geral, de modo semelhante aos mermitídeos. A principal diferença reside no fato de que os tetradonematídeos nunca abandonam o corpo do inseto, enquanto os mermitídeos o fazem pouco antes de atingirem o estágio adulto.

Entre os efeitos patológicos provocados pelos tetradonematídeos em insetos estão deformações na cápsula cefálica, alterações em órgãos reprodutivos, atraso no desenvolvimento, destruição dos corpos gordurosos etc.

## 3. Família Rhabditidae

Esta família compreende numerosos gêneros, sendo seus representantes facilmente encontrados no solo ou matéria or-

gânica em decomposição, onde se alimentam de fungos, bactérias ou outros microrganismos.

Diversas espécies estabelecem relação tipicamente forética com insetos, enquanto outras penetram em seus corpos e neles passam parte do ciclo de vida, podendo ou não causar danos sérios. A morte do inseto hospedeiro parece ocorrer somente em casos de infestações pesadas por rabditídeos. Apesar de freqüentemente encontrados em associação com insetos, os nematóides da família em questão são caracteristicamente parasitos facultativos, pois podem ser criados e mantidos por sucessivas gerações em laboratório, sobre meios artificiais.

Korner (1954), citado por Poinar Junior (1972), estudou a associação entre *Rhabditis insectivora* e o coleóptero *Dorcus paralelopedus*, a qual será usada para ilustrar o ciclo de vida dos rabditídeos parasitos de insetos.

Dos ovos de *R. insectivora* colocados no solo eclodem larvas que penetram o tubo digestivo de larvas do besouro hospedeiro. A partir desse ponto, duas diferentes situações podem acontecer.

No primeiro caso, as larvas do nematóide, presentes em elevado número, atravessam a parede intestinal e passam à cavidade do corpo. A larva do inseto evidencia sintomas de debilidade e acaba morrendo. Os nematóides desenvolvem-se então no interior do cadáver, atingindo a fase adulta. O acasalamento usualmente ocorre dentro do hospedeiro morto e ali são depositados os ovos, com posterior migração das larvas recém-eclodidas para o solo.

Na segunda possibilidade, as larvas do nematóide passam do tubo digestivo à hemocele e ali se desenvolvem até adul-

tos. O inseto, entretanto, não manifesta alterações e também consegue completar seu ciclo, tornando-se adulto. Os nematóides adultos abandonarão então o hospedeiro vivo e descerão ao solo para ali reproduzir-se, a menos que sua população mostre-se suficientemente alta para causar a morte do besouro adulto. Se isto ocorrer, os parasitos se acasalarão e irão ovipositar dentro do cadáver do besouro morto.

Variações em relação ao ciclo descrito certamente serão observadas em outros gêneros, podendo-se citar, como exemplo, espécies de *Parasitorhabditis*, que penetram apenas no tubo digestivo do inseto e ali se desenvolvem, sem passar à hemocele.

Os efeitos patológicos mais graves causados a insetos por rabaditídeos são inapetência, debilidade geral e, eventualmente, morte.

Entre os insetos de maior expressão parasitados por rabaditídeos estão o bicho-da-seda (*Bombyx mori*), a broca do olho do coqueiro (*Rhynchophorus palmarum*), besouros escolitídeos (*Ips* spp.) e outros.

#### 4. Família Steinernematidae

Os representantes desta família são considerados parasitos facultativos pelo fato de poderem ser criados em dietas artificialmente, cumpre destacar que não existem registros de seu desenvolvimento em condições naturais sem se utilizar de insetos hospedeiros.

Estão aqui compreendidas as espécies do gênero *Neoa-*

*plectana*<sup>1</sup>, consideradas particularmente promissoras no controle biológico de certas pragas.

Embora pertencendo a mesma ordem dos rhabditídeos (Rhabditida), os membros de Steinernematidae comportam-se como agentes entomopatogênicos mais eficientes devido a uma característica especial, ou seja, a associação, com bactérias patogênicas a insetos.

Entre as espécies mais estudadas e por isso mesmo já empregada em testes e programas de controle está *Neoplectana carpocapsae*. Seu ciclo de vida é descrito a seguir.

Larvas infestantes de *N. carpocapsae* são ingeridas junto com o alimento e alcançam o tubo digestivo do inseto hospedeiro. Atravessando a parede intestinal, passam à cavidade do corpo. Nesta altura, as bactérias que estavam no interior do trato digestivo dos nematóides são liberadas através do ânus e, assim, descarregadas na hemolinfa do inseto. A bactéria em questão foi descrita por Thomas & Poinar Junior (1979) como *Xenorhabdus nematophilus*. A multiplicação das bactérias é muito rápida e, após curto período, causam septicemia fatal ao hospedeiro. Observa-se, então, segundo Webster (1972), que o cadáver do inseto fica tomado por verdadeira "sopa bacteriana", um meio rico em nutrientes a partir dos quais os nematóides se alimentam e desenvolvem, formando os adultos da primeira geração. As larvas originadas por esses adultos poderão abandonar o hospedeiro morto e

---

<sup>1</sup> Recentemente, *Neoplectana* foi colocado na sinonímia de *Steinernema* por Wouts et al. (1982), proposta rejeitada por Poinar Junior (1984).

passar ao meio externo onde procurarão outro insetos para infestar. Todavia, se as condições forem favoráveis, essas larvas continuarão a se desenvolver dentro do cadáver e ali surgirão os adultos da segunda geração. As larvas produzidas pelas fêmeas da segunda geração migram invariavelmente para o ambiente exterior.

A putrefação do inseto morto, vale acentuar, é retardada por substâncias biostática produzida pelas próprias bactérias.

As larvas infestantes do nematóide são, em verdade, capazes de matar o hospedeiro mesmo na ausência da bactéria. Nessa condição, contudo, não conseguem se desenvolver e reproduzir de modo satisfatório. Da mesma forma, sem o nematóide a bactéria é incapaz de chegar até a hemocele do inseto. Isso caracteriza portanto uma associação tipicamente mutualística, com benefícios para os dois organismos envolvidos.

Segundo vários autores, a associação com bactérias parece ocorrer em todas as espécies conhecidas de *Neoapectana*.

Por provocarem a morte dos insetos parasitados, por infestarem expressivo número de espécies tidas como pragas agrícolas e pelas facilidades encontradas em sua criação artificial, os nematóides desta família têm merecido particular atenção dos pesquisadores, visando sua crescente utilização em escala comercial num futuro próximo.

As espécies de *Neoapectana* possuem alto grau de poli-fagismo e parasitam principalmente lepidópteros, coleópteros e dípteros. Entre outros, pode-se citar relatos de mortalidade natural, em laboratório ou em campo de *Heliothis vires-*

cens, *Heliothis zea*, *Anthonomus vestitus*, *Popillia japonica*, *Galleria mellonella*, *Leptinotarsa decemlineata*, *Diatraea* spp., *Melolontha* spp., *Diabrotica* spp., *Dentroctonus* spp. etc.

#### 5. Família Neotylenchidae

Esta família pertence a ordem Tylenchidae, onde estão incluídos muitos grupos de nematóides portadores de estilete bucal, que parasitam plantas cultivadas causando sérios prejuízos. Os neotilenquídeos, entretanto, embora possuam estilete, muitas vezes se alimentam de vegetais inferiores (fungos), não apresentando interesse como fitoparasitos.

Por outro lado, alguns gêneros da família têm merecido especial atenção pelo fato de seus representantes infestarem insetos durante parte de seus ciclos de vida e poderem manter-se, no período restante, às custas de fungos. Os insetos mais comumente parasitados, neste caso, são coleópteros e himenópteros que atacam e danificam essências florestais. As associações mais significativas são aquelas entre nematóides do gênero *Deladenus* e as vespas de madeira do gênero *Sirex*.

Bedding (1968) verificou que larvas de *Deladenus siri-cidicola* e *D. wilsoni* eram capazes de infestar larvas, pupas e adultos das vespas, estabelecendo-se na cavidade do corpo. Abandonavam posteriormente o hospedeiro, transformando-se em adultos no ambiente externo, geralmente o interior da galeria aberta pelo inseto na madeira. Entre as fêmeas formadas distinguíam-se dois tipos, morfologicamente diferentes. Um dos tipos passava a nutrir-se do fungo *Amylostereum aerolatum*, que mantém simbiose com as vespas e portanto quase sem-

pre ocorre em seu habitat (galerias). Essas fêmeas acasalavam-se e seus descendentes, por diversas gerações, desenvolviam-se totalmente às custas do fungo, prescindindo do inseto hospedeiro. Já as fêmeas do outro tipo, após o acasalamento, voltavam a penetrar as vespas hospedeiras e ovipositavam na hemocele das mesmas, reiniciando-se o ciclo de parasitismo no inseto.

O principal efeito patológico resultante da infestação por neotilenquídeos é a esterilização dos adultos da praga (machos e fêmeas), aspecto que ilustra bem o potencial desses nematóides como agentes do controle biológico. Além disso, o fato de a criação e multiplicação dos parasitos sobre fungos em laboratório ser plenamente viável tem possibilitado a realização de sucessivas aplicações experimentais a nível de campo, especialmente na Austrália.

#### VANTAGENS E LIMITAÇÕES NA UTILIZAÇÃO DE NEMATÓIDES NO CONTROLE DE INSETOS

O crescente interesse dos pesquisadores pelos nematóides parasitos de insetos justifica-se por algumas importantes características que apresentam e pelas diversas vantagens que mostram quando comparados a outros agentes do controle de pragas. Alguns desses pontos favoráveis aos nematóides entomopatogênicos serão ora relacionados:

a) resistem a inúmeros defensivos agrícolas, podendo serem aproveitados em programas de controle integrado;

b) possuem efeito sinérgico com outros agentes entomopatogênicos (ex.: *B. thuringiensis*), podendo-se aumentar a

eficiência e economicidade do método;

c) superam outros patógenos, em muitos casos, nos índices de mortalidade provocados em insetos hospedeiros;

d) apresentam boa capacidade de adaptação a novos ambientes, desde que não ocorram condições adversas extremas;

e) possuem considerável capacidade de se difundir no ambiente, buscando os insetos hospedeiros quando necessário;

f) não causam dano às plantas cultivadas por serem específicos a insetos;

g) muitas vezes, reproduzem-se sem o concurso de machos (fêmeas partenogênicas);

h) podem ser aplicados em pastagens por não serem nocivos aos animais de criação.

Apesar dos aspectos positivos acima enumerados, o número de espécies entomopatogênicas já aplicadas ou disponíveis para aplicação em escala comercial no controle de pragas é ainda bem restrito.

Entre as principais razões para o fato podem ser citadas:

a) Dificuldades na obtenção artificial das elevadas populações de nematóides necessárias ao controle dentro de limites econômicos compensadores.

Sobre este primeiro aspecto, algumas considerações podem ser feitas.

Em verdade, a simples criação massal de nematóides, seja sobre dietas "in vitro" ou insetos "in vivo", é possível para inúmeras espécies entomopatogênicas, tendo aumentado sensivelmente a literatura a este respeito nos últimos vinte

anos. Todavia, devido a implicações como custos de produção/unidade de população do parasito, dificuldades no armazenamento de certos nematóides por longos períodos, preparo de embalagens adequadas para a remessa dos nematóides produzidos, despesas com testes visando o registro dos parasitos em organismos competentes e outras mais, são ainda poucas as espécies que conseguiram ultrapassar a fase de estudos em laboratório e campo e despertaram o interesse de grupos industriais para sua multiplicação em largas escala.

Um exemplo é *Neoplectana carpocapsae*, produzida comercialmente pela Nutrilite Products Inc. (Califórnia, Estados Unidos da América), empregando-se como dieta uma ração alimentar destinada à cães misturada com ágar e devidamente inoculada com a bactéria mutualística em placas de petri. Segundo Gaugler (1981), por volta de 1971, quando se iniciou a produção através dessa técnica, o custo era de U\$ 1,00 por milhão de larvas infestantes. O método foi aperfeiçoado durante os anos seguintes e, em 1980, conseguia-se produzir 125 milhões de nematóides por semana a partir de 100 placas de petri, a um custo de U\$ 0,28 por milhão de larvas. Posteriormente, em 1981, surgiu a chamada "técnica de Bedding" (Bedding 1981), a qual não utiliza placas de petri mas frascos de 500 ml, em cujo interior são colocadas tiras de espuma plástica que foram previamente mergulhadas em meio homogeneizado à base de rim e gordura de suínos. Esse método possibilita a obtenção de 38 milhões de larvas do nematóide por frasco, a um custo de aproximadamente U\$ 0,02 por milhão, sendo possível a um único operador produzir 16 milhões de espécimes por semana.

Com relação a *N. carpocapsae*, um ponto importante é que

as larvas infestantes podem ser conservadas durante longos períodos sem perda da infectividade (até 5 anos), se mantidas em suspensão aquosa com suprimento de oxigênio à 7°C ou sobre papel de filtro umedecido, à 3°C.

Outro aspecto vantajoso a contribuir para a possível utilização em grande escala de *N. carpocapsae* e sua bactéria associada foi a isenção de registro para ambos obtida recentemente (1981/1982) junto a United States Environmental Protection Agency (EPA).

Por outro lado, para as espécies pertencentes à família Mermithidae, de grande potencialidade como parasitos de insetos, a criação artificial tem sido feita quase unicamente "in vivo", pois inexistem ainda técnicas que permitam uma adequada multiplicação "in vitro".

Embora se saiba da eficiência de várias espécies mermithídeas no controle de certas pragas, apenas uma delas já chegou à produção comercial. Trata-se de *Romanomermis culicivorax*, parasito específico de pernilongos, de comprovada eficiência em condições de laboratório e campo em diferentes países. A exemplo de *Neoapectana carpocapsae*, sua criação massal ("in vitro", geralmente sobre *Culex pipens*) entro de limites econômicos tem sido constante desafio a estudiosos do assunto. Como ponto positivo, destaca-se que essa espécie também já obteve isenção de registro junto a EPA, nos Estados Unidos da América.

Como se verifica, embora a multiplicação em larga escala de diversos nematóides entomopatogênicos seja possível, "in vitro" e/ou "in vivo", existem barreiras que muito frequentemente tornam o projeto inviável comercialmente.

b) Aplicação de populações de nematóides entomopatogênicos sob condições ambientais desfavoráveis, conduzindo a fracassos inesperados ou aparentemente inexplicáveis.

Em muitos estudos realizados no passado, espécies de nematóides entomopatogênicos mostravam-se eficientes no controle de determinadas pragas sob condições de laboratório mas quase totalmente ineficazes nos ensaios conduzidos no campo. A explicação estava no fato de que os parasitos encontravam no campo, ao contrário do laboratório, condições ambientais desfavoráveis, principalmente de umidade, praticamente não conseguindo sobreviver.

Efetivamente, os nematóides são bastante sensíveis à dessecação, embora ocorram estágios larvais resistentes em alguns gêneros. Dessa forma, as aplicações de nematóides entomopatogênicos devem ser feitas preferencialmente em dias ou locais úmidos e, quando se visar insetos filófagos (pulverizações foliares), incluir na mistura um agente retardador da evaporação.

Em função do exposto, verifica-se que embora certos nematóides possuam grande número de insetos hospedeiros, sua utilização é indicada para pragas que se desenvolvem parcial ou totalmente no solo ou em habitat aquático, onde as condições de umidade são geralmente favoráveis.

Também a temperatura é importante, sem ser crítica como a umidade. A faixa ideal de temperatura para a atividade dos nematóides entomopatogênicos é de 21 a 27°C. A temperaturas bem mais elevadas ou muito mais baixas, a eficiência dos parasitos diminui marcadamente, podendo inclusive interromper-se o desenvolvimento e não ocorrer reprodução.

c) Existência de mecanismos de defesa contra nematóides em insetos hospedeiros.

Além das dificuldades relativas às condições do meio, os nematóides entomopatogênicos encontram, muitas vezes, obstáculos ao estabelecimento do parasitismo após penetrarem o corpo do inseto hospedeiro. Ocorre que, em algumas espécies de pragas, existem mecanismos de defesa contra nematóides, sendo os mais comuns a encapsulação e a melanização.

A encapsulação consiste no depósito de camadas celulares da hemolinfa ao redor do parasito, envolvendo-o, imobilizando-o e determinando sua morte após 3 a 4 dias. Esse tipo de reação já foi observado, por exemplo, em larvas de *Galleria mellonella* parasitadas por certas espécies da família Rhabditidae.

A melanização é um processo caracterizado por encapsulação inicial do nematóide na hemocele seguido, após algumas horas, da formação de camada escura típica de melanina sobre quase todo o corpo do parasito, já morto a esta altura. Este mecanismo é mais difundido que a simples encapsulação e ocorre, por exemplo, em larvas de *Diabrotica* infestadas por *Filipjevmermis leipsandra*.

#### UTILIZAÇÃO POTENCIAL E EFETIVA DOS NEMATÓIDES ENTOMOPATOGÊNICOS

Conforme comentado no item anterior, existem problemas de diversas naturezas que inviabilizam a utilização de numerosas espécies entomopatogênicas em nível comercial, res-

tringindo-se sua atuação sobre os insetos às condições naturais.

Segundo Poinar Junior (1979), dentre as inúmeras espécies de nematóides consideradas parasitas de insetos, apenas algumas têm sido intensivamente estudadas nos últimos anos quanto à bionomia, fisiologia, ecologia, círculo de hospedeiros e ciração em laboratório, objetivando possível emprego no controle de pragas num futuro próximo. Entre essas espécies incluem-se *Romanomermis culicivorax* e *Neoaplectana carpocapsae*, as únicas já produzidas em larga escala e que continuam sendo muito pesquisadas.

*R. culicivorax* tem sido recomendada para o controle de mosquitos, especialmente pernilongos. Já foi utilizada em nível comercial nos Estados Unidos da América, mas a prática, embora eficiente, nem sempre se mostrou econômica (Petersen & Cupello 1981).

*N. carpocapsae*, já foi estudada em diferentes países, tendo sua eficiência sido avaliada no controle de insetos-pragas pertencentes a várias ordens. Extensas listas de resultados de trabalhos experimentais em laboratório e campo já foram compiladas por diversos autores, sendo ora apresentadas, de forma condensada, algumas dessas informações, pertinentes principalmente a pragas ocorrentes também no Brasil (Tabela 1).

De modo geral, têm os autores considerado que *N. carpocapsae* apresenta efetiva utilidade no controle de insetos que se desenvolvem no solo ou no interior de certos órgãos da planta, formando galerias. Isto decorre, conforme visto anteriormente, do fato de os nematóides serem muito sensíveis a condições adversas de umidade, o que ocorreria com

pouca frequência naqueles ambientes. Na maioria dos ensaios em que se tentou o controle de pragas da parte aérea, realizando-se aplicações dos nematóides através de pulverizações foliares, os resultados foram ruins e desalentadores.

Apesar da limitação de uso acima referida, há de se destacar que, em termos de pragas agrícolas, *N. carpocapsae* é ainda, nos dias atuais, a mais promissora das espécies de nematóides entomopatogênicos.

Além das espécies de *Neoplectana*, vale salientar a programação a médio prazo que vem sendo desenvolvida na Austrália visando o controle das vespas de madeira do gênero *Sirex* através de nematóides neotilenquídeos (*Deladenus* spp.). Pelo fato desses nematóides, após as aplicações iniciais na floresta, serem disseminados pelos próprios insetos parasitados (adultos estéreis), as possibilidades de sucesso são promissoras. Ademais, o habitat da praga (galerias em troncos) oferece condições adequadas de umidade à sobrevivência do parasito, assim como ao fungo *Amylostereum aerolatum*, do qual se alimenta em determinadas situações, conforme visto anteriormente.

#### ESTUDOS REFERENTES AO BRASIL

A literatura nacional sobre a utilização de nematóides no controle biológico ou integrado de pragas é escassa.

Pode-se destacar a tentativa de El-Kadí (1977) em controlar cigarrinhas da cana-de-açúcar no estado de São Paulo, mediante o emprego de um nematóide rabditídeo. Tal parasito, identificado como *Caenorhabditis elegans* por Lordello & Mon-

teiro (1977), foi encontrado infestando naturalmente *Maharva fimbriolata* na região de Ribeirão Preto. O autor multiplicou inicialmente os nematóides sobre *Galleria mellonella* e, a partir da população obtida "in vivo", passou à produção em escala bem maior sobre dieta artificial (componentes básicos: farinha de sangue, fécula de batata, ácido ascórbico, ácido sórbico, ácido acético glacial e formol 40 %). Posteriormente, realizou ensaio de campo em área cultivada com a variedade CB 49-260 onde o destaque da cigarrinha era quase generalizado. A mistura água-nematóides foi aplicada manualmente, na base das touceiras, à razão de  $167 \times 10^4$  espécimes por litro. Parcelas não tratadas funcionaram como testemunhas. Populações pré-estabelecidas de ninfas foram coletadas semanalmente até 28 dias após a aplicação, e, através de exame das mesmas sob lupa, conseguiu-se calcular os percentuais de mortalidade e índices de parasitismo. Os seguintes índices de parasitismo relativo (índice de parasitismo das parcelas tratadas - índice de parasitismo das parcelas testemunhas) foram obtidos:

6º dia - 81 %	(97 - 16)
12º dia - 67 %	(72 - 5)
20º dia - 45 %	(83 - 38)
28º dia - 62 %	(75 - 13)

El-Kadi considerou animadores esses dados e atribuiu a eficácia da prática, em grande parte, ao fato de as ninfas de cigarrinhas viverem no interior de "espuma protetora" típica, a qual asseguraria a necessária umidade ao bom desenvolvimento dos nematóides. Lamentavelmente, o trabalho ficou reduzido apenas a essas observações preliminares, sendo o programa interrompido e aparentemente abandonado.

Outra ocorrência foi assinalada por Magro et al. (1980), os quais registraram o parasitismo da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) por nematóides do gênero *Hexameris*, da família Mermithidae, em usina localizada no município de Serrana (SP). De 386 brocas coletadas no campo, atacadas por inimigos naturais, 17 % encontravam-se parasitadas e mortas pelo nematóide. Como todos os exemplares do nematóide obtidos eram larvas, não foi possível a identificação específica.

Larvas pós-parasitas de nematóides mermitídeos, especialmente de *Hexameris*, já foram também observadas parasitando *Castnia* em canaviais do Nordeste (Alves informação pessoal) e várias outras pragas de nossas culturas, como *Spodoptera frugiperda*, *Diabrotica speciosa*, *Rachiplusia nu*, *Thelesia canina*, *Diloboderus abderus*, *Terastia* sp., *Hylesia* sp., cigarrinhas de pastagens não identificadas etc., coletadas em diferentes estados e remetidas para exame e identificação no Departamento de Zoologia da "Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz" de Piracicaba.

Com relação a *Neoplectana*, Pizano et al. (1985) relataram, pela primeira vez no Brasil, a presença da espécie *N. glaseri*, encontrada parasitando *Migdolus fryanus*, conhecida praga da cana-de-açúcar. O material foi coletado em usina do município paulista de Santa Rosa do Viterbo.

Populações de *N. glaseri* e também de *N. carpocapsae* (estas oriundas dos Estados Unidos da América) têm sido mantidas e multiplicadas em laboratórios da Copersucar e Planalsucar, no estado de São Paulo, visando utilização em trabalhos de controle de algumas pragas da cana. Aliás, Arrigoni et al. (no prelo) já apresentaram, bem recentemente, re-

sultados iniciais de estudo sobre o emprego de 2 raças de *N. carpocapsae* no combate a *Migdolus fryanus*.

Verifica-se que são ainda esporádicas as informações sobre nematóides parasitando insetos de importância econômica publicadas em nosso país, não obstante sejam comuns relatos verbais de fitossanitaristas e fitotecnistas dando conta de que "vermes" foram observados dentro do corpo de insetos ou deles emergindo.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente texto procurou abranger diferentes aspectos do relacionamento entre nematóides e insetos, com o objetivo primordial de fornecer subsídios adicionais ao controle biológico ou integrado de pragas.

Verificou-se existirem vários pontos favoráveis e também algumas limitações ao emprego dessa técnica. Na verdade, a literatura pertinente ao assunto torna-se mais rica a cada ano e novas situações que ocorrem na natureza são dadas a conhecer.

Pode-se citar, por exemplo, o relato de Kaya (1978) segundo o qual as pupas de *Apanteles militaris*, inseto benéfico que parasita lagartas de *Pseudaletia unipuncta*, são infestadas por nematóides entomopatogênicos (*Neoapectana carpocapsae* e *Heterorhabditis heliothidis*) sofrendo sérios danos e, não raro, sendo levadas à morte. Um caso típico em que os eficientes agentes entomopatogênicos têm atuação indesejável.

Essa seqüência mostra que a regulação natural entre os

diferentes organismos é um processo extremamente dinâmico, que requer permanente atenção dos pesquisadores no sentido de conhecê-lo bem e, assim, se capacitarem a manejá-lo de maneira realmente adequada na busca de soluções para os seus problemas.

Por fim, espera-se que os estudiosos da Patologia dos Insetos em nosso meio (entomologistas, acarologistas, fitopatologistas e nematologistas) sintam-se cada vez mais estimulados a intensificar suas observações e divulgar suas descobertas, particularmente as relativas aos nematóides entomopatogênicos, oferecendo aos produtores agrícolas mais uma possível alternativa no difícil mister de controlar as pragas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRIGONI, E.B.; DINARDO, L.L.; CONDE, A.J. & TÊRAN, F.O. Aplicação de *Neoaplectana carpocapsae* em condições de campo para controle de *Migdolus* spp. **Nematol. Bras.**, Piracicaba, (no prelo).
- BEDDING, R.A. *Deladenus wilsoni* n.sp. and *D. siricidicola* n.sp. (Neotylenchidae), entomophagous-mycetophagous nematodes parasitic in siricid woodwasps. **Nematologica**, Leiden, 14:515-25, 1968.
- BEDDING, R.A. Low cost in vitro mass production of *Neoaplectana* and *Heterorhabditis* species for field control of insect pests. **Nematologica**, Leiden, 27:109-14, 1981.
- EL-KADI, M.K. Produção comercial de nematóides parasitos de cigarrinhas. **Soc. Brasil. Nematol.**, publ. 2:71-4, 1977.

- GAUGLER, R. Biological control potential of neoaplectanid nematodes. **J. Nematol.**, St. Paul, **13**:241-50, 1981.
- KAYA, H.J. Infectivity of *Neoaplectana carpocapsae* and *He-terorhabditis heliothidis* to pupae of the parasite *Apan-teles militaris*. **J. Nematol.**, St. Paul, **10**:241-4, 1978.
- KAYA, H.K. & HARA, A.H. Susceptibility of various species of lepidopterous pupae to the entomogenous nematode *Neoaplectana carpocapsae*. **J. Nematol.**, St. Paul, **13**:291-4, 1981.
- LORDELLO, L.G.E. & MONTEIRO, A.R. Sobre a identidade de um nematóide obtido de cigarrinha. **R. Agric.**, Piracicaba, **52**:92, 1977.
- MAGRO, J.A.; VIEIRA, E.A.B.; MACEDO, N. & LORDELLO, L.G.E. Primeiras informações sobre um nematóide parasito da broca da cana-de-açúcar. **Soc. Bras. Nematol.**, publ. **4**:203-4, 1980.
- PETERSEN, J.J. & CUPELLO, J.M. Commercial development and future prospects for entomogenous nematodes. **J. Nematol.**, St. Paul, **13**:280-4, 1981.
- PIZANO, M.A.; AGUILLERA, M.M.; MONTEIRO, A.R. & FERRAZ, L.C.C.B. Incidência de *Neoaplectana glaseri* Steiner, 1929 parasitando ovo de *Migdolus fryanus*. **Nematol. Bras.**, Piracicaba, **9**:9-10, 1985.
- POINAR JUNIOR, G.O. Nematodes as facultative parasitos of insects. **Annu. Rev. Entomol.**, Palo Alto, **17**:103-22, 1972.
- POINAR JUNIOR, G.O. **Nematodes for biological control of insects**. Boca Raton, CRC Press, 1979. 277p.
- POINAR JUNIOR, G.O. On the nomenclature of the genus *Neoaplectana* Steiner, 1929 and the species *N. carpocapsae* Weiser, 1955. **Rev. Nematol.**, Bondy, **7**:199-200, 1984.

- THOMAS, G.M. & POINAR JUNIOR, G.O. *Xenorhabdus* gen. nov. - a genus of entomopathogenic, nematophilic bacteria of the family Enterobacteriaceae. **Int. J. Syst. Bacteriol.**, Washington, **29**:352-60, 1979.
- WEBSTER, J.M. Nematodes and biological control. In: WEBSTER, J.M., ed. **Economic nematology**, New York. Academic Press, 1972. p.469-96.
- WOUTS, W.M.; MRACEK, Z. & BEDDING, R.A. *Neoplectana* Steiner, 1929, a junior synonym of *Steinernema* Travassos, 1927 (Nematoda, Rhanditida). **Syst. Parasitol.**, The Hague, **4**:147-54, 1982.

Tabela 1. Alguns resultados de ensaios sobre o controle de insetos por *Neoplectana carpocapsae*, em condições de laboratório e campo

Espécie de Inseto	Dosagem e local da aplicação	Resultados e observações	País
<i>Spodoptera erigua</i>	200 larvas nema./pupa, em laboratório	63 % de mortalidade pupal	E.U.A.
<i>Laspeyresia pomonella</i>	200 larvas nema./pupa, em laboratório	68 % de mortalidade pupal	E.U.A.
<i>Anagasta kuehniella</i>	200 larvas nema./pupa, em laboratório	86 % de mortalidade pupal	E.U.A.
<i>Pieris rapae</i>	200 larvas nema./pupa, em laboratório	49 % de mortalidade pupal	E.U.A.
<i>Galleria mellonella</i>	200 larvas nema./pupa, em laboratório	100 % de mortalidade pupal	E.U.A.
<i>Trichoplusia ni</i>	200 larvas nema./pupa, em laboratório	36 % de mortalidade pupal	E.U.A.
<i>Heliothis zea</i>	200 larvas nema./pupa, em laboratório	26 % de mortalidade pupal	E.U.A.
<i>Heliothis virescens</i> <sup>1</sup>	5 x 10 <sup>6</sup> nema./planta, em folhas de fumo	80 a 85 % de redução do ataque, sob condições de alta umidade	E.U.A.
<i>Spodoptera frugiperda</i> <sup>1</sup>	4 x 10 <sup>3</sup> nema./planta, em cultura de milho	50 a 60 % de diminuição na população de larvas de inseto	Colômbia
<i>Helicoverpa zea</i> <sup>1</sup>	4 a 9 x 10 <sup>3</sup> nema./espiga de milho	de 19 a 59 % de mortalidade do inseto	E.U.A.
<i>Dysdercus peruvianus</i> <sup>1</sup>	48 a 144 x 10 <sup>3</sup> nema./algodoeiro	22 a 36 % de mortalidade do inseto	Peru
<i>Agriotes lineatus</i> <sup>1</sup>	1,5 milhões nema./m <sup>2</sup> de solo	70 % de mortalidade do inseto	U.R.S.S.
<i>Leptinotarsa decemlineata</i> <sup>1</sup>	5 a 40 x 10 <sup>4</sup> nema./planta, em cultura de batata	redução não significativa na infestação da praga	Canadá
<i>Paramyelois transitella</i> <sup>1</sup>	46 a 1.500 nema./amendoa, em amendoal	24 a 100 % de mortalidade do inseto nas amendoas	E.U.A.

<sup>1</sup> Estudo em condições de campo.

- Referências originais encontradas em Poinar (1979) e Kaya & Hara (1981).

## COLEÓPTEROS PREDADORES DE INSETOS

Evoneo B. Filho<sup>1</sup>

### CLASSIFICAÇÃO GERAL DE COLEOPTERA

Os insetos são os organismos mais abundantes na Terra. Cerca de 80 % do Reino Animal é formado pela Classe Insecta, dentro da qual a Ordem Coleoptera é a que apresenta o maior número de espécies conhecidas.

Segundo Gallo et alii (1978), existem perto de 300 mil espécies de Coleoptera, distribuídas em quatro Subordens:

#### **Archostemata**

Coleópteros pequenos (7-17 mm), de antenas filiformes, mandíbulas sem dente articulado, asas não franjadas e com nervação bem desenvolvida. Conhecem-se 26 espécies.

#### **Myxophaga**

Coleópteros muito pequenos (menos de 1 mm), antenas clavadas, mandíbula esquerda com 1 dente articulado, asas

---

<sup>1</sup> Professor Adjunto do Departamento de Entomologia da ESALQ-USP. 13400 - Piracicaba, SP.

franjadas e nervação reduzida. Conhecem-se 22 espécies.

### **Adephaga**

Coleópteros com sutura notopleural e urosternito basal dividido em duas partes pelas coxas posteriores. São, em geral, predadores. Conhecem-se 22.000 espécies.

### **Polyphaga**

Coleópteros sem sutura notopleural e urosternito basal não dividido pelas coxas posteriores. Corresponde à maioria das espécies conhecidas.

Somente as duas últimas Subordens serão tratadas neste trabalho.

## **ASPECTOS BIOLÓGICOS**

Os coleópteros são insetos holometabólicos, isto é, apresentam metamorfose completa, com as fases de ovo, larva, pupa e adulto. Em algumas espécies ocorre a hipermetabolia, com diferentes tipos de larvas, nos diferentes ínstares. O adulto tem o exoesqueleto bastante esclerosado e possui asas coriáceas (élitros) cobrindo as asas membranosas. Os ovos são geralmente ovóides e de córion liso. As larvas podem ser ápodas, dos tipos buprestóide, cerambicóide ou curculionóide, ou hexápodas, dos tipos campodeiforme, carabiforme, elateriforme ou escarabeiforme. A pupa é do tipo exarada ou livre e os adultos têm forma e tamanho variáveis com a espé-

cie.

Os coleópteros, imaturos e adultos, ocupam uma enorme variedade de habitats, com algumas espécies aquáticas e a maioria terrestre. Com exceção da hematofagia, praticamente todos os tipos de hábito alimentar são encontrados entre os Coleoptera, destacando-se a entomofagia.

O parasitismo ocorre em Carabidae, Cleridae, Coccinellidae, Colydidae, Cucujidae, Passandridae e Staphylinidae, que apresentam algumas espécies parasíticas, e Leptinidae, Rhipiceridae e Rhipiphoridae nas quais, provavelmente, todas as espécies são parasíticas (Sweetman 1958).

Sendo a predação um fenômeno muito mais freqüente que o parasitismo, na Classe Insecta, é na Ordem Coleoptera que o hábito predatório é mais comum e as espécies mais importantes estão incluídas nas seguintes Famílias:

### **Subordem Adephaga**

#### **Superfamília Caraboidae**

##### **Família Carabidae**

Os carabídeos são conhecidos como besouros de solo, pelo hábito de andar no chão e se abrigar, durante o dia, sob pedras e detritos. É uma das maiores Famílias da Ordem e a mais importante da Subordem. A maioria das espécies são predadoras que atacam insetos e outros artrópodes, vermes terrestres e moluscos. As poucas espécies fitófagas conhecidas não tem importância econômica.

O comprimento da mandíbula das larvas ou dos adultos,

que é usado na sistemática dos gêneros, relaciona-se com o hábito alimentar. As espécies de mandíbulas longas são geralmente heliófagas e, entre estas, é freqüente que a cabeça e o protórax sejam alongados, facilitando a predação de moluscos abrigados, como os caramujos.

Os carabídeos predadores podem atacar estágios inativos de ovo e pupa e estágios ativos de larva e adulto de suas presas. Geralmente o alimento do adulto é diferente do da larva. Embora sejam de solo, algumas espécies são arborícolas e podem subir em árvores em busca de suas presas, como ocorre nas florestas.

Os adultos apresentam coloração escura, pernas longas e mandíbulas muito potentes. Além das mandíbulas, eles se defendem com a liberação de substâncias de odor penetrante. São insetos muito ágeis e capazes de capturar uma grande variedade de presas. A presa capturada é mastigada, ocorrendo uma pré-digestão externa, antes que ela seja engolida.

As fêmeas colocam os ovos nas vizinhanças das presas. As larvas são longas, com mandíbulas cortantes e salientes e um par de apêndices caudais cônicos. Tal como os adultos, as larvas predam lagartas, larvas de outros coleópteros, ortópteros, moluscos e outros pequenos animais que possam dominar. As larvas recém eclodidas não se alimentam por vários dias e, tal como acontece com os adultos, elas fazem uma pré-digestão oral, de forma que apenas alimento líquido é ingerido.

Sendo insetos de hábitos noturnos, são muito úteis na destruição de lagartas rosca e outras formas imaturas que também são ativas à noite.

As larvas pupam no solo, a profundidade de 30 cm ou

mais. A única exceção ocorre entre as espécies parasíticas, que pupam dentro do hospedeiro. O ciclo biológico dos carábidos varia de poucos meses a alguns anos. A maioria das espécies tem um ciclo anual e os adultos podem viver mais de dois anos.

Os gêneros mais conhecidos são: *Calosoma*, *Carabus*, *Harpalus* e *Lebia*.

#### Família Cicindelidae

Entre os coleópteros, os cocondelídeos se destacam pela velocidade com que se deslocam, andando ou voando, e pela agilidade de seus movimentos, principalmente nas horas quentes do dia. As espécies que vivem em locais abertos são muito sensíveis às mudanças de luz, umidade e temperatura. A luz e o calor solar afetam, de maneira significativa, as atividades de locomoção, alimentação e acasalamento destas espécies.

Os ovos são colocados no solo e as larvas constroem galerias, cuja forma varia com a espécie. Geralmente é vertical, com a abertura na superfície do solo. O pronoto e a parte dorsal da cabeça são usados para tapar a abertura da galeria, funcionando como uma armadilha para as presas. Desta forma a larva pode capturar formigas, cupins, lagartas e outros pequenos insetos. Durante as ecdises, e também quando passa a fase de pupa, a larva fecha a entrada da galeria e se desloca para uma câmara lateral, localizada a certa profundidade.

Algumas espécies agem em conjunto na caça às presas, como mostrou Goldsmith, citado por Balduf (1935). Um grupo

de *Cicindela repanda* consumiu várias colônias de pequenas formigas vermelhas. Durante suas observações o citado autor constatou que dois indivíduos ficavam na entrada do ninho das formigas e conforme elas saíam eram capturadas, alternadamente, pelos dois predadores, até o completo extermínio da colônia.

Segundo Jeannel & Paulian (1949), existem espécies que caçam suas presas nas árvores, correndo velozmente pelos galhos. As larvas constroem suas galerias entre o lenho e a casca e capturam as presas que passam pela abertura.

Entretanto, a grande maioria das espécies vive no solo, em locais áridos e principalmente planos e arenosos. Exalam um odor penetrante como meio de defesa, mas não tão forte como o dos carabídeos.

Em laboratório, os cicindelídeos aceitam uma grande variedade de alimentos, desde carne fresca a insetos recém mortos, como adultos e larvas de mosca, lagartas e formigas.

A maior parte dos cicindelídeos pertence à Subfamília Cicindelinae. A Subfamília Collyrinae tem apenas espécies do gênero *Ctenostoma*, que são ápteras e mimetizam formigas da Subfamília Ponerinae com as quais elas se associam (Lima 1952).

Os gêneros mais conhecidos são: *Cicindela*, *Megacephala*, *Odontochila* e *Oxychila*.

#### Família Dytiscidae

Os diriscídeos são besouros aquáticos e todas as espécies são predadoras, que atacam presas vivas e mortas.

Os ovos são colocados isolados ou em grupos, sobre

plantas aquáticas, ou endofiticamente, isto é, no interior dos tecidos destas plantas. As larvas recém eclodidas alimentam-se de pequenos organismos aquáticos. À medida que se desenvolve, a larva preda girinos e alevinos.

Tal como ocorre nos Carabidae, as larvas de Dytiscidae também fazem digestão pré-oral. Através do canal mandibular, elas injetam uma neurotoxina paralisante e um fluido proteolítico que digere os tecidos da presa, liquefazendo-os. Este líquido é então aspirado pelo mesmo canal mandibular (Lima 1952). As larvas maduras se deslocam para a margem da água, constroem células e passam a pupa.

Os gêneros mais conhecidos são *Hydrocanthus* e *Megadytes*.

#### Família Gyrimidae

Todas as espécies desta Família, tanto larvas como adultos, são aquáticas e predadoras.

Os ovos são colocados sobre plantas aquáticas e as larvas, como as da Família Dytiscidae, fazem digestão pré-oral. A pupa é formada no interior de uma célula que a larva constrói à beira da água. Os adultos, quando perturbados, secretam através das glândulas protoácicas um líquido leitoso e repugnante.

Os gêneros mais conhecidos são *Enhydrus*, *Gyretes* e *Gyrinus*.

#### Subordem Polyphaga

## Superfamília Staphylinoidea

### Família Staphilinidae

Predadores que atacam qualquer tipo de presa, embora algumas espécies apresentem certa especificidade.

Existem espécies termitófilas, como *Tyreoxenus autuorii* Silvestri, e espécies mirmecófilas, como *Ecitocryptus sulcatus* Borgmeier. Estas últimas atacam larvas da formiga *Eciton schlechtendali* Mayr, com a qual apresentam notável mimetismo. *Amblyopinus* sp. é extoparasito de ratos e gambás, enquanto que as espécies do gênero *Paederus*, conhecidas como potós, liberam secreções das glândulas pigidiais que causam dermatite purulenta. *Belonuchus rufipennis* (Fabricius) preda larvas da mosca das frutas (Lima 1952).

Balduf (1935) mencionou os adultos de *Atemeles*, *Myrmedonia*, *Myrmoecia* e *Staphylinus* predando imaturos e adultos de formigas, e de *Creophilus*, *Ontholestes*, *Philonthus* e *Staphylinus* predando larvas de moscas. Registrou, ainda, larvas de *Belonuchus formosus* Gr. e *Philontus* spp. predando larvas de moscas e, no Brasil, larvas de *Belonuchus mordens* Er., *Triacrus superbus* Er., *Xenopygus analis* Er. e *Xanthopygus cranipennis* Shp. em ninhos de *Melipona*, *Polybia* e *Trigona*.

Sweetman (1958) relacionou espécies dos gêneros *Aleochara*, *Coprochara* e *Staphylinus* predando larvas e pupas de Diptera, *Staphylinus* predando adultos de Elateridae, *Nudobius* predando larvas de Scolytidae, *Paederus* predando ovos e lagartas de Lepidoptera e *Oligota* predando ácaro vermelho.

Os estafilinídeos são ativos e agressivos e podem ata-

car muitos insetos. Os ovos são colocados no solo, sob folhas e detritos, nas galerias de ovos de insetos xilófagos e nas massas de ovos das presas. A larva eclode em duas semanas e passa por 3 a 4 ínstares, num período que varia de 10 dias a 8 semanas, dependendo da espécie, e o ciclo total varia de 6 a 12 semanas. São predadores de larvas e pupas de Diptera, Lepidoptera e Coleoptera, larvas de Hymenoptera (Vespidae), ácaros fitófagos, diplópodes e outros organismos.

Outros gêneros conhecidos são: *Aleochara*, *Ecitomorpha*, *Eulissus*, *Sterculia*, *Trigonopselaphus* e *Xantholinus*.

#### Família Silphidae

Os adultos predam caramujos, lagartas e larvas e pupas de Diptera. Eles paralisam a presa pela secreção salivar e podem dissolvê-la através de uma secreção anal (Jeannel & Paulian 1949).

Algumas espécies são arborícolas e predam larvas de Hymenoptera, Symphyta e outras larvas que ocorrem em árvores. Os adultos são muito ativos e agressivos e as espécies predatórias podem atacar presas maiores que seu próprio tamanho.

Os ovos são colocados no solo e as larvas eclodem num período que varia de 5 a 10 dias. As larvas podem se alimentar das mesmas presas dos adultos, mas geralmente atacam presas diferentes. O desenvolvimento larval se completa após três ínstares, num período que varia de 2 a 4 semanas. A pupa é formada no solo e o ciclo total dura de 1 a 2 meses (Sweetman 1958).

Os gêneros mais comuns são *Aclydes*, *Nicrophorus*, *Phosphuga*, *Silpha* e *Xylodrepa*.

#### Família Histeridae

Insetos encontrados em matéria orgânica em decomposição, madeira em decomposição, dejetos animais e em ninhos de formigas, cupins, vespas e pássaros.

Predam ovos e larvas de Diptera e Coleoptera que vivem em matéria orgânica em decomposição. Algumas espécies predam larvas de Chrysomelidae e lagartas de lepidópteros, fitófagos, e filófagos, outras predam ovos e larvas de diversos artrópodes em galerias de coleobrocas de madeira.

As espécies do gênero *Mesnodytes* predam larvas da formiga *Eciton* e *Hister* spp. predam larvas de moscas (Balduf 1935). Adultos e larvas de *Plaesius javanus* Er. predam larvas e pupas da broca da bananeira *Cosmopolites sordidus* Germar, em Java. O predador tem um ciclo longo e os adultos podem viver algum tempo sem alimento (Clausen 1940).

Os gêneros mais conhecidos são *Hister*, *Hololepta*, *Scolister* e *Trypanaeus*.

#### Superfamília Scarabaeoidea

##### Família Scarabaeidae

Insetos de hábitos variáveis, entre os quais se destacam espécies do gênero *Canthon* que são predadoras e içás. A fêmea corta o abdômem da içá, coloca um ovo sobre ele e o envolve num casulo de terra que é enterrado em seguida. A

larva eclode e consome o abdômem da içá. Não há dados sobre a biologia deste predador.

Os gêneros mais comuns de escarabeídeos predadores são *Aphodius*, *Ateuchus*, *Canthon*, *Cropis*, *Dichotomius*, *Onthophagus*, *Phanaeus* e *Trox*.

#### Superfamília Elateroidea

##### Família Elateridae

Os elaterídeos são insetos fitófagos importantes, entretanto algumas espécies têm hábitos predatórios e outras são fitófagas e predatórias.

As larvas vivem no solo ou em madeira em decomposição e são conhecidas como larvas arame, devido a forte esclerotização do corpo.

Nas espécies que atacam organismos vivos, tanto as larvas como os adultos são predadores; entretanto faltam estudos sobre a biologia destas espécies.

Os gêneros mais comuns são *Conoderus* e *Pyrophorus*, que predam insetos de solo, como as larvas de Coleoptera, Scarabaeidae, e *Chalcolepidius* cujas espécies, além de preda insetos de solo, também predam insetos xilófagos no interior da madeira.

#### Superfamília Cantharoidea

##### Família Cantharidae

Coleópteros que podem ser fitófagos e predadores. As

larvas predam diversos artrópodes de solo. Os adultos consomem pulgões, cochonilhas, ovos de gafanhoto e larvas de Coleoptera, Diptera e Lepidoptera.

Os ovos são colocados em massas de 100 a 200, sob pedras e detritos no solo. As larvas eclodem após 1 ou 2 semanas e têm pernas pouco desenvolvidas. O tubo digestivo está repleto de alimento do ovo e sustenta a larva por 2 a 3 dias, após os quais ocorre a ecdise dando uma larva desenvolvida e ativa, que busca seu alimento na superfície do solo. As larvas de todas as espécies são predadoras de pequenos artrópodes, e de seus ovos, e a pupação se dá no solo.

*Chauliognathus fallax* (Germar) é uma espécie que apresenta policromatismo elitral, isto é, ocorre uma grande variação no tamanho das áreas negras sobre o fundo amarelo dos élitros (Lima 1953).

Os gêneros mais conhecidos são *Cantharis* e *Chauliognathus*.

#### Família Lampyridae

Os lampirídeos, larvas e adultos, apresentam órgãos fotogênicos localizados no 8º urosternito. Estes órgãos luminosos ocorrem nos dois sexos, mas as fêmeas emitem luz mais brilhante (Balduf 1935, Lima 1952).

Larvas e adultos são carnívoros e a maioria das espécies se alimenta de moluscos vivos e uma espécie, das Filipinas, ataca miriápodes. Segundo Clausen (1940), *Luciola cruciata* Motsch. é uma espécie aquática que ataca caramujos no Japão.

Arthur et alii (1984) estudaram alguns aspectos da bio-

logia de *Lamprocera flavofasciata* (Blanch.) e encontram um período embrionário de 14,6 dias, com uma porcentagem de viabilidade dos ovos de 78,5 %. Observaram, também, que as larvas só iniciam a predação dos caramujos a partir do terceiro instar.

Em muitos Lampyridae, as fêmeas são ápteras e os machos alados e quase quatro vezes menores que as fêmeas. Devido à atrofia das asas as fêmeas são larviformes tendo, como únicas características de adulto, as pernas com um tarso articulado e antenas com numerosos artículos. Às vezes, a única característica de adulto, na fêmea, é o orifício genital (neotenia).

Os ovos são colocados no solo e o período embrionário varia de 3 semanas a 2 meses.

As larvas são ativas e vorazes, consumindo caramujos, minhocas e insetos de corpo mole. Algumas espécies fazem digestão pré-oral e só se alimentam de fluidos da presa. A larva inocula uma gota de saliva tóxica que paralisa a presa e, em seguida, injeta um fluxo de saliva proteolítica (Jeanne & Paulian 1949).

Após 4 a 5 ecdises, a larva constrói a câmara pupal e o período de pupa varia de 1 a 3 semanas. O ciclo total varia de 1 a 2 anos.

Os gêneros mais comuns são *Lampyris*, *Luciola* e *Photinus*.

## Superfamília Dermestoidea

### Família Dermestidae

Insetos de hábitos muito diversificados. Geralmente são pragas de grãos e produtos armazenados, tecidos de fibra animal, produtos vegetais e animais mortos.

Algumas espécies se alimentam de ovos de insetos e de outros estágios inativos, mas não atacam estágios adultos. Larvas e adultos desta Família podem ser predadores.

Os gêneros mais comuns são *Dermestes*, *Thalmaglossa* e *Trogoderma*.

## Superfamília Cleroidea

### Família Cleridae

A maioria das espécies tem hábitos diurnos. São muito ativos e voam rápido, buscando abrigar-se quando perturbados. Ficam imóveis até que a presa se aproxime, jogam-se sobre ela agarrando-a com as pernas medianas e anteriores e subindo num tronco de árvore com as posteriores. Muitas vezes entram em galerias para buscar a presa aí abrigada.

Os ovos são colocados nas proximidades das presas imaturas. O período embrionário dura cerca de 10 dias. As larvas penetram em abrigos e galerias e se alimentam de ovos e larvas de insetos xilófagos. Podem atacar larvas muito maiores que elas próprias.

A larva madura passa à fase de pupa em locais abrigados no solo ou sob a casca do tronco de árvores.

As larvas de *Trichodes* predam ovos de gafanhotos e larvas em ninhos de abelhas e vespas, *Callimerus* preda lagartas e as espécies de *Hydnocera* predam larvas do bicudo (Sweetman 1958).

Os gêneros mais conhecidos são *Enoclerus*, *Lasiodera*, *Priocera*, *Tarsostenus* e *Thaneroclerus*.

## Superfamília Cucujoidea

### Família Nitidulidae

As larvas e os adultos desta Família são geralmente saprófagos ou xilófagos, com algumas espécies polenófagas, micetófagas ou necrófagas. As espécies predadoras pertencem à Subfamília Cybocephalinae e atacam Homoptera, Coccidae. *Pycnocephalus argentinus* Brèthes preda *Ceroplastes* (Lima 1953). Espécies de *Cybocephalus* predam Coccidae e Aleyrodidae (Sweetman 1958). *Carpophilus mutilatus* Erich. preda pulgão do milho (Clausen 1940).

As espécies dos gêneros *Carpophilus*, *Nitidula*, *Pityophagus* e *Rhizophagus* são predadoras de Scolytidae (Balduf 1935, Sweetman 1958).

O ciclo biológico de *Cybocephalus* sp. dura cerca de 24 dias, assim distribuídos: período embrionário 5,5 dias, período larval 4 dias, período pupal 7 dias e longevidade do adulto 7,5 dias (Sweetman 1958).

### Família Cucujidae

Insetos que vivem em detritos orgânicos e são onívoros, com tendência predatória. As fêmeas adultas começam a ovipositar aos 10 dias de idade. O período embrionário dura de 4 a 6 dias, o período larval de 4 a 6 dias. O ciclo total varia de 4 a 7 semanas. As espécies predadoras atacam larvas e

adultos de Scolytidae, formando colônias nas galerias de suas presas.

Sweetman (1958) registrou espécies dos seguintes gêneros, com as respectivas presas: *Cucujus*, atacando larvas e adultos de Scolytidae, *Hectarthrum*, atacando coelobrocas e cupins, e *Silvanus*, atacando estágios imaturos do bicudo.

### Família Meloidae

Insetos que apresentam diferenças marcante entre os hábitos alimentares de larvas e adultos. As larvas são predadoras de ovos de ortópteros de abelhas solitárias, os adultos são fitófagos e algumas espécies são pragas importantes de plantas cultivadas.

Os corpos secos, principalmente os élitros, de *Lytta vesicatoria* e *Mylabris* sp., depois de pulverizadores são fonte de cantaridina, usada antigamente como pasta vesicatória, como afrodisíaco e no tratamento de doenças uro-genitais (Balduf 1935).

Segundo Paulian & Jeannel (1949), os melóideos podem ser classificados em três tipos: predadores de Hymenoptera, com o primeiro estágio larval transportado pela presa, predadores de Hymenoptera, com o primeiro estágio larval penetrando ativamente nas células da galeria da presa, e predadores de ovos de Orthoptera.

Os adultos acasalam-se na planta da qual se alimentam, no solo ou nos locais vizinhos aos das presas das larvas. Os ovos são colocados em células no solo ou sob detritos, em fendas ou em galerias de abelhas, e nas folhas e flores de plantas.

As espécies que predam ovos de ortópteros colocam massas de 50 a 200 ovos, enquanto que aquelas que predam ovos e larvas de abelhas solitárias colocam massas de 2.000 a 4.000 ovos. O período embrionário varia de dias a algumas semanas.

Os melóideos mostram uma notável hipermetabolia, passam por 6 a 7 instares e apresentam larvas dos tipos tisanuriforme, carabiforme, escarabeiforme, coarctada e escolitóide. O período pupal varia de 11 a 21 dias (Sweetman 1958).

Os gêneros mais conhecidos são *Cissites*, *Epicauta*, *Lytta*, *Pyrota*, *Tetraonyx* e *Zonabris* (Guérin 1953, Lima 1955, Sweetman 1958).

### Família Coccinellidae

Embora a predação seja o hábito predominante nesta Família, algumas espécies são fitófagas. Na Subfamília Epilachninae todas as espécies, a maior parte do gênero *Epilachna*, são fitófagas e muitas são importantes pragas agrícolas.

Na Subfamília Coccinellinae, a maioria das espécies é entomófaga e ataca Homoptera das Famílias Aleyrodidae, Aphididae, Coccidae, Diaspididae, Margarodidae, Pseudococcidae e Psyllidae, algumas espécies atacam formas imaturas de Coleoptera e Lepidoptera e outras predam ácatros. As espécies de *Psyllobora* são micetófagas e, às vezes, polenófagas.

Os coccinelídeos entomófagos são predadores tanto na fase larval como na fase adulta, mas quando ocorre escassez da presa observa-se uma tendência ao canibalismo, em larvas e adultos, ou então os insetos se alimentam de pólen, néctar, seiva, fungos ou "honeydew".

Em Coccinellinae também se encontra uma espécie se alimentando de outra. Conforme demonstrou Camargo (1937), *Neocalvia anastomozans* Crotch. preda larvas de *Psyllobora* spp.

A espécie *Ortalistes rubidus* Gorth. é termitófila e a larva é cega (Jeannel & Paulian 1949). Algumas poucas espécies de *Scymnus* e *Hyperaspis* estão associadas com homópteros em ninhos de formigas (Sweetman 1958).

Muitas espécies de coccinelídeos, quando perturbadas, se defendem liberando um fluido amarelado através da articulação tibia-fêmur.

Segundo Sweetman (1958), geralmente o acasalamento ocorre poucos dias após a emergência dos adultos e a oviposição começa 1 semana depois e pode continuar por 60 dias ou mais. O número de ovos por fêmea é variável, em massas de 5 a 100 ovos que são fixadas no substrato. *Coccinella*, *Curinus* e *Hyperaspis* colocam de 200 a 400 ovos, *Chilocorus similis* Rossi coloca poucos ovos e *Hyppodamia convergens* Guer. pode colocar até 1.500 ovos. Fêmeas com alimentação farta produzem mais ovos do que aquelas com alimentação escassa. Clausen (1940) observou que a coloração dos ovos é influenciada pela cor da presa que as fêmeas consumiram. Os ovos de *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. são de coloração âmbar e os de *Rodolia cardinalis* Muls. são alaranjados.

Espécies grande e ativas como *Adalia*, *Coccinella*, *Cycloneda* e *Hyppodamia*, que predam pulgões, colocam seus ovos na face inferior das folhas vizinhas às colônias dos pulgões. Espécies menores que predam insetos sêsseis, como cochonilhas, tendem a colocar seus ovos próximos à presa ou sob ela. O período embrionário varia de 3 a 10 dias, mas po-

de durar até 28 dias, como ocorre com os ovos de *Chilocorus similis* Rossi (Sweetman 1958).

As larvas recém eclodidas permanecem reunidas ao redor dos cõrions dos ovos por algumas horas, após as quais se dispersam em busca das presas.

Muitas espécies caminham ativamente sobre as plantas, procurando suas presas, mas algumas espécies de *Scymnus*, *Hyperaspis* e *Chilocorus* são encontradas sob coccídeos grandes como *Pulvinaria*; *Rodolia cardinalis* Muls. vive nos ovissacos de *Icerya purchasi* Mask. (Balduf 1935, Sweetman 1958). *Rhizobius ventralis* Er., eclodidas de ovos colocados sob fêmeas de *Saissetia*, se alimentam da fêmea ou dos ovos da cochonilha, enquanto que as que são livres sobre a folhagem sô atacam forma jovens da cochonilha. As larvas jovens de *Scymnus sieverini* Weise se alimentam de formas jovens de Coccidae, mas as larvas maduras preferem os ovos (Clausen 1940).

Normalmente ocorrem 4 ínstares, sendo os três primeiros geralmente curtos e o quarto um pouco mais longo. Entretanto pode haver exceções, como em *Hyperaspis lateralis* Muls., em que as larvas da geração de outono apresentam 3 ínstares e as de primavera 4. No Japão, *Pseudonycha japonica* Kuris. tem 5 ínstares (Clausen 1940, Sweetman 1958).

As larvas de *Scymnus*, *Hyperaspis* e *Cryptolaemus* tem o corpo recoberto por cera, produzida por secreção glandular, que pode ser na forma de grânulos, tufo, filamentos ou placas, dependendo da espécie, e supõe-se ser devido ao fato de se alimentarem de presas que têm alto teor de cera e não uma adaptação com propósitos de proteção (Clausen 1940). Em *Pentilia egena* Muls. esta secreção cobre o corpo da larva e tem prolongamentos laterais, à semelhança dos coccídeos do gêne-

ro *Pseudococcus*. As larvas de *Azya luteipes* Muls. têm o corpo inteiramente coberto por cera, em forma de massa flocosa, podendo durar de 2 a 4 semanas.

A larva madura fixa a extremidade do abdômem no substrato, por meio de um fluido anal viscoso, e o tegumento se rompe dorsalmente. Este processo também é observado nas larvas jovens, antes de passarem de um ínstar para o seguinte. Após a ruptura do tegumento a pupa pode se formar dentro da exúvia larval, como ocorre em *Cryptolaemus*, *Curinus*, *Rodolia* e *Scymnus*, ou então esta exúvia é empurrada para o ponto de fixação, formando um anel ou colarinho que circunda a extremidade do abdômem, como acontece nas espécies afidófagas (Balduf 1935, Clausen 1940, Sweetman 1958).

O período pupal dura de 5 a 22 dias.

Quanto ao aparelho bucal, as larvas das espécies predadoras têm mandíbulas com dois dentes apicais e um dente basal, o que caracteriza o tipo picador. Os adultos apresentam o tipo mastigador.

Balduf (1935) relatou as observações de Smit sobre o modo de alimentação, com digestão pré-oral, de *Scymnus castroemi* Muls. atacando pulgão. O predador agarrou a presa pela tibia e após 10 minutos apareceu o fluido digestivo verde na perna do pulgão; decorridos mais 3 minutos, o fluido voltou para a larva. E assim, continuamente, a larva injetou o fluido digestivo e sugou de volta, até que a quantidade injetada aumentou tanto, que inchou o corpo do pulgão. A cada injeção, o líquido tornava-se mais escuro, devido a crescente proporção de fluido digestivo, até o corpo de presa ficar totalmente escuro. A larva repetiu o processo de injetar e sugar, cerca de 50 vezes num período de 63 minu-

tos. Em seguida largou o corpo vazio do pulgão e saiu em busca de outro.

Na fase adulta os coccinelídeos consomem a presa, ingerindo as partes sólidas e as partes líquidas.

Os adultos apresentam, também, hábito gregário, embora isto só tenha sido observado nas Regiões Paleártica e Neuártica, com os gêneros *Adonia*, *Axion*, *Ceratomegilla*, *Coccinella*, *Hyppodamia* e *Semiadalia*. Em todos os casos, relatados por Balduf (1935), o gregarismo ocorreu em dormência de inverno ou em ligação a hibernação. Entretanto, outros fatores podem condicionar o gregarismo; a estivação ocorre em *Harmونيا conformis* (Boisd.), que paralisa suas atividades de alimentação e reprodução.

Os coccinelídeos tem um ciclo geralmente curto. O período de ovo a adulto pode variar de 3 a 7 semanas e a longevidade do adulto varia de 1 a 4 semanas, no verão. Em regiões temperadas hibernam exclusivamente na fase adulta. Eles têm um rápido desenvolvimento, com várias gerações por ano. *Callimeda testudinaria* Muls. tem 1 geração por mês, no Havai; *Rodolia cardinalis* Muls. tem 11 gerações por ano na Louisiana (EUA) e 6 a 7 na Palestina (Balduf 1935, Clausen 1940, Sweetman 1958).

Guérin (1953) registrou os seguintes gêneros, no Brasil: *Azya*, *Ceratomegilla*, *Cycloneda*, *Exoplectra*, *Hyperaspis*, *Monoveda*, *Neocalvia*, *Olla*, *Poria*, *Psyllobora* e *Scymnus*.

Silva et alii (1968) relacionaram algumas Famílias da Ordem Homoptera, cujas espécies são presas de coccinelídeos. Assim, espécies de Asterolecaniidae são predadas por *Exochomus orbiculus* Ws.; de Coccidae por *Azya orbígera* Mulsant e *Rhizobius ventralis* Er.; de Diaspididae por *Cryptognatha*

sp. e *Exoplectra* sp.; de Margarodidae por *Exoplectra erythrogaster* Mulsant e *E. miniata* Germar; e de Pseudococcidae por *Nephus* sp.

Segundo Arruda (1976), *Nephaspis coccois* Gordon é predador da mosca branca do cajueiro, *Aleurodicus coccois* (Cutis) (Homoptera, Aleyrodidae).

*Cycloneda conjugata* Mulsant e *Olla v-nigrum* (Mulsant) predam *Psylla* sp. (Homoptera, Psyllidae) em sibipiruna, *Caesalpinia pelthophoroides* Benth.; *O. v-nigrum* também preda pulgões em colza, *Brassica napus* Metzg. (Machado 1982). *Cycloneda zischkai* Mader é predadora de *Psylla* sp. (A.C.B. Correia, comunicação pessoal).

Arioli (1983) citou as seguintes espécies, para o Rio Grande do Sul: *Coccinella ocelligera* Grotch, *Coccinellina ancoralis* (Germar), *C. pulchella* (Klug), *Coleomegilla maculata maculata* (DeGeer), *C. quadrifasciata* (Schönherr), *Cycloneda callispilota* (Guérin), *C. conjugata* (Mulsant), *C. devestita* (Mulsant), *C. sanguinea* (Linné), *Eriopis connexa connexa* (Germar), *Mononeda marginata* (Linné), *Hyppodamia convergens* Guérin, *Neocalvia ansatomozans* Crotch, *N. fulgurata* (Mulsant) e *Olla v-nigrum* (Mulsant).

*Coccinella septempunctata* Linné e *Hippodamia quinque-signata* Kirby foram introduzidas, respectivamente de Israel e dos Estados Unidos, para o controle biológico dos pulgões do trigo em Passo Fundo, RS (Gassen & Tambasco 1983). Estes mesmos autores citaram as seguintes espécies nativas, como predadoras dos pulgões: *Cycloneda sanguinea* (Linné), *Coccinellina pulchella* (Mulsant), *Eriopis connexa* (Germar), *Hyperspis* sp., *Hyppodamia convergens* Guérin-Mêneville, *Olla abdominalis* (Say) e *Scymnus* sp.

Fraga et alii (1986) relataram a ocorrência de *Eupalea reinhardti* Grotch., em Lavras-MG, atacando *Psylla* sp. (Homoptera, Psyllidae) em sibipiruna.

Dentre os inimigos naturais da cochonilha da palma, *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Homoptera, Diaprididae), foram citados os seguintes coccinelídeos predadores: *Coccidophilus citricola* (Brèthes), *Curinus* sp. e *Fagreus bimaculosus* (Mulsant) (Arruda & Arruda 1984, Silva 1984). A biologia de *Fagreus bimaculosus* (Mulsant) foi estudada por Silva & Barbosa (1984). Entretanto, segundo Natalie Vandenberg (Comunicação pessoal), *Fagreus* é uma grafia incorreta de *Zagreus* que é colocada no Catálogo de Korchefsky como um subgênero de *Exochomus* que foi sinonimizado e, portanto, o nome correto da espécie é *Exochomus bimaculosus* Mulsant.

#### EXEMPLOS DE SUCESSO

Sem sombra de dúvida, o exemplo mais notável de sucesso do uso de coleópteros entomófagos no Controle Biológico, considerado um marco no histórico do Controle Biológico Clássico, foi a introdução de *Rodolia cardinalis* (Mulsant) (Coccinellidae) em 1888, da Austrália para os Estados Unidos, onde controlou a cochonilha australiana *Icerya purchasi* Maskell (Homoptera, Margarodidae) que infestava os pomares de citros da Califórnia e da Flórida. Esta espécie foi, ainda, introduzida em vários outros países como Algéria, França, Nova Zelândia, Japão e em algumas regiões tropicais como o Brasil, onde se encontra até hoje.

Outras espécies de Coccinellidae efetivos são: *Crypto-*

*Laemus montrouzieri* Mulsant, introduzido da Austrália para a Califórnia (EUA). Encontra-se largamente distribuída nos Trópicos e é efetiva contra Homoptera, Pseudococcidae (*Dysmicoccus*, *Ferrisia*, *Phenacoccus*, *Planococcus* e *Pseudococcus*).

Segundo Sweetman (1958), *Coleomegilla maculata* DeGeer e *Cycloneda sanguinea* L. destroem grande quantidade de ovos e lagartas de Lepidoptera, Noctuidae, entre as quais *Alabama argillacea* (Hübner) e *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbot), na Venezuela. O autor sugeriu que a baixa ocorrência de *A. argillacea*, em certas áreas, seja devido a estes predadores. Citou também as espécies *Stethorus punctum* (Lec.), predando ácaros em pomares nos Estados Unidos e *Scymnus gracilis* como eficiente predador do ácaro da cana-de-açúcar, *Oligonychus indicus* (Hirst), na Índia.

*Plaesinus javanicus* Er. (Histeridae), nativo de Java, é predador da broca da bananeira, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera, Curculionidae), em cuja galerias penetra, destruindo as larvas da broca. Ele foi introduzido em Fiji, Austrália, Havaí, Formosa e Uganda (Clausen 1940).

*Calosoma sycophanta* L. (Carabidae), nativo da Europa, foi introduzido nos Estados Unidos para controlar uma praga introduzida, a mariposa cigana, *Porthetria dispar* (L.) (Lepidoptera, Lymantriidae). Cerca de 6.000 lagartas e pupas da praga são destruídas em um ano por um casal de *C. sycophanta* (Clausen 1978).

Entre os coleópteros predadores introduzidos com sucesso, para o controle da mosca do chifre *Haematobia irritans* (L.) (Diptera, Muscidae) no Havaí, Legner (1978) mencionou *Canthon humectus* (Say) e *Copris procius* Say (Scarabaeidae)

nativos do México, *Onthophagus gazella* (F.) (Scarabaeidae) da Rodésia do Sul, *Creophilus erythrocephalus* (F.) (Staphylinidae) da Austrália, *Hister bimaculatus* L. (Histeridae) da Alemanha, e *H. lutarius* Erich. e *Sphaeridium scarabaeoides* L. (Histeridae) do Ceilão.

Os coleópteros entomófagos introduzidos com sucesso no Havaí, para o controle da mosca doméstica *Musca domestica* L. e da mosca dos estábulos *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera, Muscidae), foram os seguintes: *Copris procius* Say (Scarabaeidae) do México, *Hister bimaculatus* L. (Histeridae) da Alemanha e *Creophilus erythrocephalus* (F.) (Staphylinidae) da Austrália (Legner 1978).

As larvas e os adultos de *Cycloneda conjugata* Mulsant e de *Olla v-nigrum* (Mulsant) são de grande importância no controle biológico de *Psylla* sp. (Homoptera, Psyllidae), praga da sibipiruna, *Caesalpinia pelthophoroides* Benth., onde esta leguminosa é utilizada para ornamentação e sombreamento (Machado 1982).

Correia et alii (1983) mostraram a importância de *Calida* spp. e *Calosoma granulatum* (Petry) (Carabidae) como predadores das lagartas da soja *Anticarsia gemmatilis* Hubner e *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae).

#### EXPECTATIVA DA EFICIÊNCIA DE COLEOPTERA NO CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS

Os dados compilados neste trabalho mostram, de maneira clara, a eficiência de Coleoptera predadores.

Entretanto, no Brasil, existe uma necessidade premente

de estudos sobre estes insetos úteis. O grande potencial de Carabidae não foi, até o presente, explorado como devia e a pesquisa neste aspecto é incipiente. O mesmo ocorre com Coccinellidae; *Rodolia cardinalis* (Mulsant) tem sido observada em pomares de citros e em cultivos de mandioca. *Cycloneda conjugata* Mulsant, *C. zischkai* Mader, *Eupalea reinhardti* Croth e *Olla v-nigrum* (Mulsant) são notáveis predadoras de Homoptera, Aphididae e Psyllidae, ainda não aproveitadas no manejo integrado. O mesmo ocorre com *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant que preda Homoptera, Pseudococcidae.

Há inúmeras possibilidades no uso de espécies de Histeridae e Staphylinidae no controle de formas imaturas de dípteros muscóides. A importância de *Canthon* spp. (Scarabaeidae) no controle de içãs dos gêneros *Acromyrmex* e *Atta* (Hymenoptera, Formicidae), só agora começa ser avaliada; enquanto que a ação predatória de espécies de Cleridae, Cicindelidae, Silphidae e de larvas de Meloidae exige conhecimentos mais amplos, que incluem os estudos sobre a biologia destes insetos.

Do exposto pode-se concluir que as expectativas de sucesso no uso de Coleoptera entomófagos estão estreitamente vinculadas às pesquisas bio-ecológicas deste importante grupo de agentes de Controle Biológico.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ARIOLI, M.C.S. **Coccinellini no Rio Grande do Sul, Brasil (Coleoptera, Coccinellidae)**. PUC, 1983. 179p. Tese Mestrado.
- ARRUDA, E.C. *Nephaspis cocois* (Coleoptera, Coccinellidae), novo predador da "mosca branca" do cajueiro, encontrado em Pernambuco. **Anais da UFRPE Ci. Biol.**, Recife, 3(1):39-43. 1976.
- ARRUDA, G.P. & ARRUDA E.C. Observação sobre o comportamento dos inimigos naturais da cochonilha *Diaspis echinocacti* (Bouché, 1833) (Homoptera, Diaspididae) em Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 9, Londrina, PR, 1984. **Resumo**. s.l. s.ed., 1984. p.194.
- ARTHUR, V.; WIENDEL, F.M.; TORNISIELO, V.L. Alguns aspectos sobre a biologia de *Lamprocera flavofasciata* (Blanch., 1837) (Col., Lampyridae) predador de caramujo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 9, Londrina, PR, 1984. **Resumo**. s.l. s.ed., 1984. p.193.
- BALDUF, W.V. **The bionomics of entomophagous Coleoptera**. E.W. Classey Ltd., Hampton, 1935. 220p.
- CAMARGO, F.C. Notas taxonômicas e biológicas sobre alguns Coccinélídeos do gênero *Neocalvia* Crotch., predadores de larvas do gênero *Psyllobora* Chevrolat (Col., Coccinellidae). **R. Entomol.**, Petrópolis, 7(4):362-77. 1937.
- CLAUSEN, C.P. **Entomophagous insects**. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1940. 688p.
- CLAUSEN, C.P. Lepidoptera. In: **Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: a world review**, Washington USDA, 1978. 551p. (Agriculture Handbook, 480).

- CORREIA, A.C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. Soja: controle biológico de lagartas e percevejos. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, **9**(104):42-48. 1983.
- FRAGA, A.I.A., BERTI FILHO, E., CIOCIOLA, A.I. Nota sobre a ocorrência de *Eupalea reinhardti* Crotch. (Coleoptera, Coccinellidae) atacando *Psylla* sp. (Homoptera, Psyllidae) em sibipiruna (*Caesalpinia pelthophoroïdes* Benth.). **R. Agric.**, Piracicaba, **61**(1):92. 1986.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B. **Manual de Entomologia Agrícola**. Editora Agronômica Ceres Ltda., São Paulo, 1978. 531p.
- GASSEN, D.N. & TAMBASCO, F.J. Controle biológico dos pulgões do trigo no Brasil. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, **9**(104):49-51. 1983.
- GUÉRIN, J. **Coleópteros do Brasil**. Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, 1953. 356p.
- JEANNEL, R. & PAULIAN, R. Ordre des Coléoptères - Famille des Lampyridae Olivier, 1790. In: **Traité de Zoologie**, Pierre-P. Grassé (Ed.), 1949. p.898-99.
- JEANNEL, R. & PAULIAN, R. Ordre des Coléoptères - Famille des Cicindelidae Latreille, 1860. In: **Traité de Zoologie**, Pierre-P. Grassé (Ed.), 1949. p.1038-40.
- LEGNER, E.F. Diptera. Medical and veterinary pests. In: **Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: a world review** (C.P. Clausen, ed.), Washington USDA, 1978. 551p. (Agriculture Handbook, 480).
- LIMA, A.M.C. Coleópteros. In: \_\_\_\_\_. **Insetos do Brasil**. Rio de Janeiro, ENA, 1952. v.7, pt.1. (Série didática, 9).
- LIMA, A.M.C. Coleópteros. In: \_\_\_\_\_. **Insetos do Brasil**. Rio de Janeiro, ENA, 1953. v.8, pt.2. (Série didática, 10).

- LIMA, A.M.C. Coleópteros. In: \_\_\_\_\_. **Insetos do Brasil**. Rio de Janeiro, ENA, 1955. v.9, pt.3. (Série didática, 11).
- MACHADO, V.L.R. Morfologia e aspectos biológicos de *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866) e *Cycloneda conjugata* Mulsant, 1866 (Col., Coccinellidae) predadores de *Psylla* sp. (Homoptera, Psyllidae) em sibiriruna (*Caesalpinia pelthoroides* Benth.). Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1982. 61p. (Tese Mestrado).
- PAULIAN R. & JEANNEL, R. Ordre des Coléoptères - Famille des Meloidae J. Leconte, 1853. In: **Traité de Zoologie**, Pierre-P. Grassé (Ed.), 1949. p.903-7.
- SILVA, A.G.A.; GONÇALVES, C.R.; GALVÃO, D.M.; GONÇALVES, A. J.L.; GOMES, J.; SILVA, M.N.; SIMONI, L. **Quarto Catálogo dos Insetos que vivem nas Plantas do Brasil, seus parasitos e predadores**. Rio de Janeiro, Laboratório Central de Patologia Vegetal, 1968. v.1, v.2, pt.2.
- SILVA, C.C.A. Flutuação populacional da cochonilha *Diaspis echinocacti* Bouché e seus predadores em palma forrageira *Nopalea cocheniilifera* (L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 9, Londrina, PR, 1984. **Resumo**. s.l. s.ed., 1984. p.195.
- SILVA, C.C.A. & BARBOSA, S.M.L. Ciclo biológico de *Fagrus bimaculosus* (Muls.) (Coleoptera, Coccinellidae), um predador da cochonilha da palma forrageira *Diaspis echinocacti* (Bouché, 1833), 1984. 15p. (EMBRAPA-EPEAL, **Boletim de Pesquisa**, 2).
- SWEETMAN, H.L. **The Principles of Biological Control**. W.M.C. Brown Company, Dubuque, Iowa, 1958. 560p.

José H. Guimarães<sup>1</sup>

Entre os insetos entomófagos, os dípteros juntamente com os himenópteros constituem os mais importantes agentes de controle natural sendo responsáveis pela regulação da densidade populacional de muitas pragas agrícolas e florestais. Muito embora encontremos entre os dípteros um grande número de espécies predadoras e parasitóides, poucas famílias foram efetivamente utilizadas como agente de controle biológico. As dificuldades encontradas na utilização destes insetos resulta na dificuldade encontrada na criação massal e colonização no campo, etc.

Entre os predadores encontramos famílias que apresentam boas perspectivas como agente de controle biológico e que poderiam ser explorados no futuro. Entre tais famílias destacamos os Asilidae (predadores na fase adulta e larval) e Syrphidae (com espécies predadoras de afídeos e outros homópteros na fase larval). Entre os parasitóides encontramos várias famílias que apresentam hábitos entomófagos tais como, Conopidae, Bombyliidae, Chloropidae, Phoridae, Sarcophagidae e Tachinidae. A literatura sobre o uso de dípteros em controle biológico é muito extensa e com resulta-

---

<sup>1</sup> Méd. Vet. Ph.D., Universidade de São Paulo, SP.

dos bastante variáveis.

No Brasil, Sauer (1946) realizou um dos mais importantes levantamentos dos inimigos naturais de insetos entomófagos (himenópteros e dípteros). Entre os dípteros registrados por este autor destacam-se três famílias - Tachinidae, Sarciphagidae e Syrphidae.

### *Syrphidae*

Entre os dípteros predadores, os sirfídeos receberam mais atenção como possíveis agentes de controle biológico. Guagliumi et al. (1969) registrou a ação de *Salpingogaster nigra* Schiner no controle da cigarrinha da folha da cana, *Mahanarva posticata* no nordeste do Brasil e iniciou alguns estudos sobre a criação deste sirfídeo. A criação da mosca *Salpingogaster* foi iniciada com ninfas "radicícolas" de outras cigarrinhas (*Mahanarva fimbriolata*, *Deois terreia*, *Aeneolamia selecta*) e paulatinamente continuada com ninfas "aerícolas" de *M. posticata* chegando a criar várias gerações no laboratório e soltando umas 300 moscas nos campos da Extensão Experimental do Cabo, PE. Um mês após a primeira liberação, foram encontrados pupário vazios da mosca, o que significa que o predador cumpriu pelo menos uma geração, alimentando-se das ninfas do novo hospede. Com a chegada do verão a criação deste predador foi suspensa devida à falta de ambiente artificial suficientemente úmido, que não permitiu o desenvolvimento normal das larvas do díptero e das ninfas da cigarrinha.

## *Tachinidae*

Esta família é considerada a mais importante entre os dípteros entomófagos. Entre seus hospedeiros encontramos larvas de Lepidoptera, adultos e larvas de Coleoptera, ninfas de Hemiptera, Orthoptera, etc. Os Tachinidae apresentam distribuição cosmopolita, na região neotropical foram descritos mais de 3.000 espécies em mais de 900 gêneros. Os adultos variam de comprimento de 2 a 20 mm, geralmente apresentam o corpo revestido de fortes cerdas e são frequentemente encontrados visitando flores ou se alimentam de secreções produzidas por homópteros. Entre os trabalhos mais importantes sobre a biologia e ecologia desta família citamos Clausen (1940) e Herting (1960). Townsend (1934-1942) contribuiu com grande quantidade de informações na biologia e ecologia de várias espécies.

Sob o ponto de vista taxonômico a família Tachinidae é uma das mais difíceis entre os Calyptratae. Várias classificações e arranjos sistemáticos foram propostos para este grupo. Modernamente Herting (1984) divide a família em 4 subfamílias (Exoristinae, Tachinidae, Dexiinae e Phasiinae). Guimarães (1971) apresentou o primeiro catálogo desta família para a Região Neotropical e a primeira lista de hospedeiro (Guimarães, 1977).

### *Tachinidae como agentes de controle biológico*

A única situação onde os Tachinidae foi utilizado com sucesso como agentes de controle biológico, foi no controle da broca da cana-de-açúcar nas Américas. Tais moscas

são importantes parasitos da fase larval da broca da cana nas Américas, em contraste com os himenópteros parasitóides que predominam no Velho Mundo (Jepson 1954).

A espécie de broca encontrada em quase todas as áreas de plantações de cana no Novo Mundo trata-se da *Diatraea saccharalis* (Pyralidae) e *Castnia licoides* (Castniidae). Outras espécies de Pyralidae são encontradas em certas regiões. A primeira tentativa de se usar Tachinidae para controle biológico da broca da cana-de-açúcar ocorreu em 1915 onde a *Lixophaga diatraea*, parasita da *D. saccharalis* foi importada de Cuba para Louisiana (Box 1928). O primeiro sucesso foi em 1933 quando a introdução da lixophaga em *St. Kitts*, propiciou um controle espetacular da *D. saccharalis* (Box 1935).

#### *Espécies de Tachinidae, hospedeiros e distribuição*

A primeira lista das espécies de Tachinidae que atacam as brocas da cana em várias partes do mundo foi apresentada por Box (1953). Tal lista revista e ampliada por Bennett (1969) há um registro de 17 espécies de Tachinidae com seus hospedeiros e distribuição. Nas Américas as seguintes espécies são importantes:

#### Metagonistylum minense Towns

<i>Diatraea busckella</i> Dyar & Heinr.	Venezuela
<i>D. centrella</i> (Moschl)	St. Lucia, Guyana
<i>D. impersonatella</i> (Wlk)	Venezuela

<i>D. rosa</i> Heinr.	Venezuela
<i>D. saccharalis</i> (Fab.)	Brasil, Peru, Porto Rico, Guadalupe, St. Lucia, Venezuela, Guyana

**Palpozenillia diatraeae Tns.**

<i>D. saccharalis</i> (Fab.)	Brasil (São Paulo), Bolívia
<i>D. rufescens</i> (Box)	Bolívia

**Paratheresia claripalpis (Wulp)**

<i>D. andina</i> Box	Venezuela
<i>D. busckella</i> Dyar & Heinr.	Venezuela
<i>D. centrella</i> (Moschl.)	Trinidad, Venezuela
<i>D. considerata</i> Heinr.	México
<i>D. dyari</i> Box	Argentina
<i>D. grandiosella</i> Dyar	México
<i>D. quatemallela</i> Schs.	Costa Rica
<i>D. impersonatella</i> (Wlk.)	Trinidad, Venezuela
<i>D. lineolata</i> (Wlk)	Venezuela, Costa Rica, México
<i>D. pediparbata</i> Dyar	Venezuela
<i>D. rosa</i> Heinr.	México, Guatemala, Panamá, Dominica, Guadalupe, Trinidad, Venezuela, Guyana, Brasil, Colômbia, Peru, Argentina, Bolívia, Costa Rica,
<i>D. tabermella</i> Dyar	Costa Rica, Panamá

Icelia flavescens Robineau-Desvoidy

*D. flavipenella* Box                      Brasil (Rio Grande do Norte)

Jaynesleskia jaynesi Aldrich

*Diatraea centrella* (Moschl.)              Venezuela  
*D. impersonatella* (Walk)                  Venezuela  
*D. saccharalis* (Ab.)                      Colômbia, Peru, Argentina, Brasil  
*D. savannarum* Box                          Venezuela

Leskiopalpus diadema (Wiedemann)

*D. andina* Box                                  Venezuela  
*D. busckella* Dyar & Heinr.                  Trinidad, Guyana  
*D. busckella setariae* Box                      Venezuela  
*D. impersonatella* (Wlk.)                      Trinidad, Guyana  
*D. saccharalis* (Fab.)                          Trinidad, Guyana, Venezuela

Lixophaga diatraeae Tns.

*D. lineolata* (Walker)                          Cuba  
*D. saccharalis* (Fabricius)                      Cuba, Jamaica, Haiti, República Dominicana, Porto Rico, USA (Fla, La) U.S. Virgin Island (St. Croix), St. Kitts, Antiqua, Guadalupe, Dominica, Barbados, Brasil

Leskiomima australis Tonsend

*D. saccharalis* (Fab.) Brasil (São Paulo)

Myobiopsis arturi Guimarães

*Diatraea* sp. Brasil (Alagoas)

Os Tachinidae mais usados como agente de controle biológico da broca são: *Lixophaga diatraea*, *Paratheresia claripalpis* (Wulp), *Metagonistylum minense* (Tns.) e *Palpozenillia palpalis* (Ald.). As três primeiras espécies constituem os principais parasitóides de *D. saccharalis* e foram introduzidas em vários países, onde elas não ocorriam não só para o controle de *D. saccharalis* como de outras espécies de brocas. *Palpozenillia palpalis* só é conhecida como parasitóide de *Castnia licoides*, atacando também *D. centrella*. Todas as quatro espécies podem ser cultivadas em laboratório o que facilita sua colonização de novas áreas. As demais espécies citadas na lista não são facilmente criadas em laboratório ou seu emprego não foi bem sucedido.

Não foram ainda realizados estudos intensivos nos Tachinidae parasitos de *Elasmopalpus lignosellus* (Phycitidae) outra broca importante da cana, no Novo Mundo. Somente duas espécies de Tachinidae da broca da cana ocorre naturalmente no Velho Mundo - *Diatraeophaga striatalis* Tns. e *Starmiopsis inferens* Tns.

Os Tachinidae apresentam 3 tipos de tipos reprodutivos - larvíparos, ovolarvíparos e ovíparos. O sistema reprodutivo interno das fêmeas variam de acordo com o tipo de ovo ou larva depositado. Todos os Tachinidae que parasitam a *Diatraea* são larvíparos. Nos gêneros *Lixophaga*, *Metagonistylum*, *Paratheresia*, *Leskiopulpus*, *Jaynesleskia* e *Diatraeophaga* após a cópula ocorre um período de gestação de vários dias: os ovos que descem dos ovários são fertilizados e são mantidos no útero que serve como uma câmara de incubação.

A eclosão freqüentemente ocorre no útero, porém em algumas espécies as larvas são depositadas dentro de uma fina membrana. A biologia das espécies parasitas da broca da cana foram estudadas por Jaynes (1933) Scaramuzza (1930), Bartlett (1941), Cleare (1939) e Brenière et al. (1966). As larvas são depositadas na entrada ou dentro do túnel da broca. A larva caminha ao longo do túnel e penetra na cutícula do hospedeiro, perfurando-o com seu gancho bucal (Thompson 1930). As larvas de *Lixophaga* e *Diatraeophaga* atravessam a cutícula penetrando na cavidade do corpo e se prende a um tronco traqueal. Ao redor da extremidade posterior da larva, forma-se o funil respiratório onde a larva permanece até o final de seu desenvolvimento. O hospedeiro geralmente é morto no estágio larval e o parasitóide então emerge a pupa no túnel produzido pelo hospedeiro.

A fecundidade varia de acordo com a espécie, fêmeas grávidas de *Lixophaga* geralmente contém menos de 100 larvas, podendo exceder de 600 para *Metagonistylum* e 200 para

*Paratheresia*.

## Ecologia

A cana-de-açúcar foi introduzida no Novo Mundo, e as brocas que atacam esta gramínea, foram transferidas de capins silvestres. As condições ecológicas dos Tachinidae nos canaviais podem ser muito diferentes de seu habitat natural. Os Tachinidae seguiram seu hospedeiro nos cultivos de cana com vários graus de sucesso. Por exemplo - *Paratheresia* em Trinidad parasita naturalmente *D. saccharalis* exercendo certo controle (Simmonds 1956) enquanto que *Leskiopalpus* raramente atinge bom índice de parasitismo embora seja um parasita comum de *D. saccharalis* em capim silvestre.

*Paratheresia claripalpus* está adaptada a uma grande variedade de condições ecológicas e apresenta uma distribuição que vai do México até o norte da Argentina. Esta espécie é capaz de parasitar várias espécies de *Diatraea* e apresenta várias raças biológicas (Box 1952). Já *Diatraeophaga* só ocorre naturalmente em Java onde sua distribuição parece ser restrita a uma única espécie de hospedeiro (*Chilo sacchariphagus*).

## *Metagonistylum minense* Townsend - "Mosca amazônica"

Esta espécie foi criada pela primeira vez de *D. saccharalis* em Minas Gerais em 1931 (Monte 1933). Foi obtida também em Santarém, na Região Amazônica para introdução nas Guyanas (Myers 1934). Foram enviadas para as Guyanas

3.000 pupas e cerca de 370.000 adultos foram liberados no campo entre setembro de 1933 e abril de 1945 (Cleare 1939). O estabelecimento desta espécie ocorreu rapidamente e *D. saccharalis* foi controlada com sucesso, sendo que *D. centrella* que raramente é parasitada por esta espécie tornou-se agora a praga mais importante. Naturalmente o *Metagonistylum minense* ocorre como parasito de brocas de capins aquáticos, encontrado na Amazônia e facilmente se adaptou às condições dos canaviais nas Guianas, Venezuela, St. Lucia e Sul do Brasil. Harland (1937) enfatizou as condições ecológicas na Amazônia e Sul do Brasil e sugeriu a ocorrência de raças ecológicas para esta espécie.

*Metagonistylum* foi também estabelecida em St. Lucia com o envio de 220 pupas das Guianas em 1934, numa rapidez quase sem paralelo em toda a história do controle biológico (Box 1938).

#### *Paratheresia claripalpis* (Wulp)

Esta espécie ocorre naturalmente desde o Sul do México ao Norte da Argentina. Apresenta várias raças biológicas que difere na capacidade de parasitar certas espécies de *Diatraea*. Foram feitas várias tentativas de introdução desta espécie nas diversas zonas canavieiras da América com resultados variáveis. Acredita-se que esta espécie originalmente parasitava larvas de coleópteros e secundariamente passou a atacar as brocas de Pyralidae (Lepidoptera) e daí passando para os canaviais, adaptando-se ao parasitismo da *Diatraea*. Pouco se conhece sobre os efeitos

do clima, práticas culturais, competição com outros parasitas, hiperparasitos e outros inimigos naturais para se avaliar a ação desta espécie.

### Lixophaga diatraea Townsend - "Mosca cubana"

Esta espécie originária das Antilhas, foi introduzida em várias regiões canavieiras da América do Sul para o controle da *Diatraea*. Box (1926) fez as primeiras introduções desta espécie nas Guianas em 1924, porém não houve estabelecimento. Gallo (1951a, 1951b) realizou as primeiras tentativas de introdução da *Lixophaga* nos canaviais de São Paulo também sem sucesso. Houve também insucessos na introdução desta espécie no Peru onde 167.000 adultos foram liberados durante 3 anos (Scaramuzza, 1952). As dificuldades em se estabelecer a *Lixophaga* no Brasil e outras regiões demonstra a falta de conhecimento do comportamento do adulto no campo, principalmente em relação a seus hábitos alimentares. Esta espécie foi contudo introduzida com sucesso em outras regiões das Antilhas como Antigua e St. Kitts.

### Criação em laboratório

Thompson (1930) trabalhando em Tachinidae parasitas da broca do milho na Europa verificou que os hospedeiros poderiam ser parasitados artificialmente colocando-se em seu tegumento larvas dissecadas de fêmeas grávidas. Este método foi usado por Scaramuzza (1930) para a criação de *Lixophaga* e com modificações de Box (1933) é conhecido como técnica Scaramuzza-Box. Esta técnica foi adotada para a

criação de outras espécies de Tachinidae que atacam a broca da cana-de-açúcar. Os detalhes de criação variam de laboratório para laboratório. A título de ilustração apresentaremos o método usado para a criação de *Lixophaga* em Trinidad.

As pupas são mantidas em musgo estéril ou bagaço de cana úmido em uma câmara de emergência. Os adultos emergem e são transferidos numa câmara maior para o acasalamento. A alimentação dos adultos é feita com açúcar diluído. A *Lixophaga* realiza a cópula rapidamente sem necessidade de manipulação especial com a câmara. As fêmeas acasaladas são removidas e mantidas até o desenvolvimento das larvas em outra câmara. Após 9-10 dias o abdômen é dissecado e as larvas são removidas e colocadas numa gota de salina ou água de torneira. Após a ruptura do útero a larva escapa do envoltório do ovo e são inoculadas de 1 a 3 no hospedeiro com o auxílio de um pincel. A lagarta é colocada num pequeno pedaço de cana dentro de um tubo fechado com algodão. Não é necessário muita atenção daí em diante até o parasita emergir da lagarta e pupar. A pupa é removida e o ciclo é repetido. Modernamente existem dietas sintéticas para a criação da lagarta de *Diatraea* e também pode-se utilizar hospedeiros alternativos como a *Galleria mellonella* que são mais fáceis de criar. A produção de híbridos e seleção de raças de *Paratheresia* adaptadas a novos ambientes ou a certas espécies de *Diatraea* foram propostas por Box (1953).

## Valor dos Tachinidae no controle biológico da broca da cana-de-açúcar

A ação dos Tachinidae como agentes de controle biológico em conjunção com outros fatores de mortalidade que tendem reduzir a população da broca, varia continuamente de local para local. O nível ou percentagem de parasitismo por Tachinidae necessária para controlar a broca (redução do prejuízo a um nível aceitável) irá portanto flutuar. Informações sobre a percentagem de parasitismo por Tachinidae sem dados paralelos sobre a mortalidade por outros fatores ou do tamanho da população do hospedeiro, apenas indicam a abundância dos Tachinidae em seus hospedeiros e não permite uma conclusão válida sobre sua eficiência como agentes de controle biológico. Tais informações mostram apenas que o parasita pode representar um importante fator de mortalidade, porém pequeno, a menos que eles possam estar associados com evidências conclusivas do decréscimo da população do hospedeiro e do prejuízo econômico da cultura, após a introdução do parasita.

Houve casos bem sucedidos como em St. Lucia, St. Kitts, Venezuela, etc. onde a broca foi substancialmente reduzida após a introdução do Tachinidae. Existe certamente grande necessidade de informações básicas de ecologia de Tachinidae parasitos da broca, o que é demonstrado pelos resultados inconsistentes alcançados quando eles são introduzidos em diferentes regiões. O contraste entre o sucesso espetacular obtido na introdução da *Lixophaga* em St. Kitts e seu fracasso em Barbados e no Brasil é um bom exemplo. As causas do fracasso no estabelecimento de Tachinidae quando

liberado em diferentes áreas podem ser explicadas de várias maneiras, tais como: hospedeiros inadequados; raridade dos hospedeiros na ocasião ou após a liberação; número de adultos liberados insuficientes; número de liberações insuficientes; competição com inimigos naturais nativos ou previamente estabelecidos; efeito de predadores, hiperparasitos e doenças e fatores abióticos adversos.

Os hiperparasitos aparentemente não tem sido importante no estabelecimento de uma espécie introduzida, entretanto poderá reduzir drasticamente a eficiência de espécies nativas (Risco 1963, Simmonds 1956). Não existe exemplos bem documentados do efeito nocivo de certas práticas agrícolas para os Tachinidae. Scaramuzza (1951) sugere que a queima antes da colheita pode alterar o balanço entre a *Diatraea* e *Lixophaga* em Cuba. Na Jamaica os inseticidas aparentemente não afetaram a *Lixophaga* (Manser & Bennett 1962) o mesmo foi observado em Trinidad em relação a *Paratheresia* onde inseticidas são aplicados anualmente nos canaviais. O uso de herbicidas nas áreas adjacentes aos canaviais podem destruir as flores produtoras de néctar, importantes fontes de alimentação para alguns Tachinidae como *Jaynesleskia*.

Clausen (1956) estima que 60 a 80 % dos inimigos naturais introduzidos num local para outro falham em se tornarem estabelecidos e se estabelecidos, falham em controlar o hospedeiro. De Bach & Hagen (1964) sugerem que as desvantagens inerentes ou devidas ao meio ambiente podem ser superadas por manipulação do parasita, de seus hospedeiros, ou do ambiente. Os métodos que podem ser utilizados neste contexto incluem: 1. colonização periódica; 2. desenvolvi-

mento de linhagem melhores adaptadas, por seleção artificial; 3. provisão de novos habitats, de alimento suplementar ou de outros requisitos para os adultos; 4. modificação do habitat para eliminar ou reduzir os efeitos adversos de certas práticas culturais.

Para se colocar qualquer destas medidas em prática, torna-se necessário que a biologia e ecologia da praga e do parasita seja muito bem conhecida.

## DISCUSSÃO

Os trabalhos de controle biológico utilizando-se Tachinidae desenvolvido na América Tropical tem apresentado vários graus de intensidade nestes últimos 50 anos. Durante este período praticamente todos os métodos de controle biológico foram utilizados tais como:

1. Método clássico - tentativas de estabelecimento através da introdução de pequenas liberações de parasitas exóticos.

Ex.: Introdução da *Paratheresia* nos vários países das Antilhas. *Limophaga* no Amapá.

2. Liberações inoculativas de um parasito nativo - Liberações anuais estrategicamente controladas de um parasito nativo com a finalidade de aumentar substancialmente o nível de controle. Esta é a técnica mais utilizada no Peru para o *Paratheresia claripalpis*, e na região centro-sul do Brasil para o *Metagonistylum*.

3. Liberação inoculativa anual de um parasito exótico já estabelecido.

Ex.: *Metagonistylum minense* na Venezuela e Colômbia.

4. Cruzamentos de raças geográficas diferentes com a finalidade de aumentar a eficiência de controle biológico. Na Venezuela a liberação de híbridos resultando de cruzamento de raças locais com a raça peruana de *Paratheresia claripalpis* resultou pelo menos em um aumento temporário do parasitismo. No Equador a introdução da raça peruana de *Paratheresia* substituiu a raça nativa.

Apesar de várias pesquisas terem sido desenvolvidas nas áreas onde se planta a cana-de-açúcar não existe nenhum meio de se prever qual o método ou combinações de métodos mais aconselhados para um novo ambiente, nem também se pode ainda fornecer explicações satisfatórias porque um método (ou parasito) funciona bem em uma dada região e falha completamente em outra.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARTLETT, K.A. The biology of *Metagonistylum minense* Tns., a parasite of the sugar cane borer. **Bull. P. Rico Agric. Exp. St. Fed Stn. Mayaguez**, 40:1-20, 1941.

BENNETT, F.D. Tachinid flies as Biological control agents for sugar cane moth borer. In: WILLIAMS, J.R.; METCALFE, J.R.; MUNGOMERY, R.M. & MATHES, R. eds. **Pest of sugar cane**. s.l., Elsevier, 1969. p.117-48.

BOX, H.E. The biological control of the sugar cane moth borer in the Leeward Island. With an appendix by J.G. Myers. **Trop. Agric.**, London, 12:89-96, 1935.

- BOX, H.E. **Further observations on sugar cane moth borers (*Diatraea* spp.) in St. Lucia.** Castries, St. Lucia Govt. Print Office, 1933. 10p.
- BOX, H.E. **Investigations sobre los taladradores de la cana de azucar (*Diatraea* spp.) en Venezuela.** Bol. Tec. Inst. Nac. Agric. Venez., 5:1-52, 1952.
- BOX, H.E. **List of sugar cane insects.** London, Commonwealth Institute of Entomology, 1953. 101p.
- BOX, H.E. **Observations on sugar cane moth borers (*Diatraea* spp.) in St. Lucia - III. The introduction and establishment of the Amazon fly (*Metagonistylum minense* Townsend) and control of *Diatraea saccharalis* Fabricius by means of its parasite.** Castries, St. Lucia Govt. Print Office, 1938. 25p.
- BOX, H.E. **Observations upon *Lixophaga Diatraea* Townsend. A Tachinid parasite of *Diatraea saccharalis* Fabr. in Puerto Rico.** Bull. Entomol. Res., London, 19:16, 1928.
- BOX, H.E. **Sugar cane moth-borers (*Diatraea* spp.) in British Guiana.** Bull. Entomol. Res., London, 16:249-66, 1926.
- BRENIÈRE, J.; BETBEDER-MATIBET, M. & ETIENNE, J. **Une tentative d'introduction à la Réunion et à Madagascar de *Diatraeophaga striatalis* Townsend pour la lutte contre *Procera sacchariphagus*, borer ponctué de la canne à sucre.** Agron. Trop., Nogent, 3:361-84, 1966.
- CLAUSEN, C. **Entomophagous insects,** New York, McGraw Hill, 1940. 688p.
- CLAUSEN, V. **Biological control of insect pests in the continental United States.** Washington, USDA, 1956. 151p. (USDA. Technical Bulletin, 1139).
- CLEARE, L.D. **The Amazon fly (*Metagonistylum minense* Towns.) in British Guiana.** Bull. Entomol. Res., London, 30:85-102, 1939.

- DE BACH, P. & HAGEN, K.S. Manipulation of entomophagous species. In: DE BACH, P., ed. **Biological control of insect pests and weeds**. London, Chapman and Hall, 1964. p.429-58.
- GALLO, D. A introdução da *Lixophaga diatraea* em nosso meio. **R. Agric.**, Piracicaba, **26**:117-26, 1951a.
- GALLO, D. A *Lixophaga diatraea* no controle da broca da cana. **Solo**, Piracicaba, **43**:95-100, 1951b.
- GUAGLIUMI, P.; MARQUES, E.J.; MENDONÇA FILHO, A.F. & MENEZES, C. Primeiros resultados na luta biológica contra a "cigarrinha da folha", *Mahanarva posticata* Stal (Hom'm Cercopidae) no Nordeste do Brasil. **Bol. Açuc.**, Recife, **8**:1-8, 1969.
- GUIMARÃES, J.H. **Family Tachinidae in Departamento de Zoologia, São Paulo, a catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States**. s.l., s.ed. 1971. 130p. (Fascículo, 104).
- GUIMARÃES, J.H. Host - parasite and parasite - host catalogue of South American Tachinidae (Diptera). **Arq. Zool.**, São Paulo, **28**(3):1-131, 1977.
- HARLAND, S.C. A note on two larval parasites of the sugar cane moth-borer in São Paulo, Brazil. **Trop. Agric.**, London, **14**:280, 1937.
- HERTING, B. **Biologie des westpalaartischen Raupenfliegen. Dipt., Tachinidae**. **Mon. Z. Angew. Ent.**, **16**:1-188, 1960.
- HERTING, B. Catalogue of Palearctic Tachinidae (Diptera). **Stuttg. Beitr. Naturk.** (A), Stuttgart., **369**:1-228, 1984.
- JAYNES, H.A. **The parasites of the sugar cane borer in Argentina and Peru and their introduction into the United States**. Washington, USDA, 1933. 26p. (USDA. Technical Bulletin, 363).

- JEPSON, W.F. A critical review of the world literature on the lepidopterous stalk borers of tropical graminaceous crops. London, Commonwealth. Institute of Entomology, 1954. 127p.
- MANSER, P.D. & BENNETT, F.D. Possible effects of the application of malathion on the small moth borer, *Diatraea saccharalis* (F.) and its parasite, *Lixophaga diatraea* (Tns.) in Jamaica. **Bull. Entomol. Res.**, London, **53**:75-82, 1962.
- MONTE, O. Um novo parasito da broca da cana (*Diatraea saccharalis*) e considerações sobre esta broca. **Bol. Agric. Zootec. Vet.**, Belo Horizonte, **6**:559-63, 1933.
- MYERS, J.G. The discovery and introduction of the Amazon fly. A new parasite for cane-borers, *Diatraea* ssp. **Trop. Agric.**, London, **11**:191-5, 1934.
- RISCO, S. Combate biológico contra *Diatraea saccharalis* Fabr., en el plantaciones de la Hacienda Cartavio (Trujillo). **Rev. Peru. Agric.**, **6**:69-72, 1963.
- SAUER, H.F.G., Constatação de himenópteros e dípteros entomófagos no estado de São Paulo. **B. Fitossanit.**, Rio de Janeiro, **3**(1):7-23, 1946.
- SCARAMUZZA, L.C. El control biologico y sus resultados en la lucha contra el barrenador a perforador de la cana, *Diatraea saccharalis* (Fabr.) en Cuba por medio de la mosca, *Lixophaga diatraea* (Townes). **Asmol. Latinoamer. Fitoparasitologia**, **1**:282-92, 1951.
- SCARAMUZZA, L.C. La mosca cubana. Informe sobre la introduccion de la *Lixophaga diatraea* . Tns., la mosca cubana para el control biologico del barreno de la cana en el Peru. **Mems. Estac. Exp. Agric. Soc. Nac. Agric.**, Lima, 1952. p.1-18.
- SCARAMUZZA, L.C. Preliminary report on a study of the biology of *Lixophaga diatraea* Tns. **J. Econ. Entomol.**, College Park, **23**:999-1004, 1930.

- SIMMONDS, F.J. Seasonal variation in attack by *Diatraea* spp. on sugar cane in Trinidad. *Trop. Agric.*, London, 33:221-31, 1956.
- THOMPSON, W.R. The biological control of insect and plant pests; a report on the organization and progress of the work of the Farnham House laboratory. *Publs Emp. Mktg Bd*, 29:1-124, 1930.
- TOWNSEND, C.H.T. **Manual of myiology.** São Paulo, s.ed., 1934-1942. 12pt.
- MONTE, O. Um novo parasita de brotos de cana-de-açúcar. *Rev. Agric. Soc. Paranaense*, 1933: 1-12.
- MYERS, J.C. The discovery and introduction of the Amazon fly. A new parasite for cane-borers. *Diabetes rep. Trop. Agric. London*, 1933: 1-12.
- RISCO, S. Control biológico de la *Diatraea saccharalis* Fabr., en el plantacion de la Hacienda Garraiva (Trujillo). *Rev. Peru. Agric.*, 6:69-77, 1953.
- SAUER, H.F.G. Control biológico de *Diatraea saccharalis* Fabr. en el estado de São Paulo. *W. Pflanzl. Rio de Janeiro*, 3(1):7-23, 1956.
- SCARAMUZZA, L.C. El control biológico y sus resultados en la lucha contra el barrenador a perforador de la caña. *Diatraea saccharalis* (Fabr.) en Cuba por medio de la mosca *Phaenicia sericeipes* (L.) y *Lucilia sericata* (L.). *Fitopatología*, 1952: 1-12.
- SCARAMUZZA, L.C. La mosca *Phaenicia sericeipes* (L.) y *Lucilia sericata* (L.) en el control biológico de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) en el Perú. *Rev. Peru. Agric.*, 1952: 1-12.
- SCARAMUZZA, L.C. Preliminary report on a study of the biology of *Diatraea saccharalis* Fabr. *J. Econ. Entomol.*, College Park, 23:99-1004, 1930.

## INTRODUÇÃO

**Controle biológico** é um fenômeno natural que consiste na regulação de plantas e animais por inimigos naturais (parasitóides, predadores e patógenos), os quais se constituem nos principais agentes de mortalidade biótica. Como todas as espécies de plantas e animais têm estes agentes atacando seus vários estágios de vida, eles devem ser amplamente utilizados em **Programas de Manejo de Pragas**, seja na forma de controle biológico **natural** (onde não há interferência do homem) ou **aplicado** (onde existe a manipulação dos inimigos naturais pelo homem para controlar pragas) Van den Bosch et al. 1982).

Portanto, existem várias maneiras de se utilizar o controle biológico em Programas de Manejo de Pragas:

1) conservando e aumentando os parasitóides e predadores já disponíveis através da manipulação do seu ambiente de alguma forma favorável (usar inseticidas seletivos, evitar práticas culturais inadequadas, etc.);

2) importando e colonizando parasitóides e predadores

---

<sup>1</sup> Professor Adjunto - Departamento Entomologia - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

contra pragas exóticas ou nativas;

3) criando massalmente e liberando parasitóides e predadores (liberações inoculativas, suplementares ou inundativas).

Desta forma, é de fundamental importância que se conheça a biologia destes inimigos naturais, para que eles possam ser manipulados e multiplicados em laboratório para posterior liberação no campo, quando isto for exigido em Programas de Manejo de Pragas.

O objetivo deste trabalho é discutir aspectos de criações de inimigos naturais e os problemas que existem levando-se em consideração os conhecimentos científicos atuais.

#### FORMAS DE OBTENÇÃO DE INIMIGOS NATURAIS

Os inimigos naturais (parasitóides e predadores) podem ser criados de 3 maneiras:

- 1) sobre o hospedeiro natural;
- 2) sobre hospedeiros alternativos ou de substituição;
- 3) em meios artificiais.

##### 1. Sobre o hospedeiro natural

Esta é a forma mais largamente utilizada no mundo, embora apresente uma série de dificuldades, pois há necessidade de se criarem 2 insetos: o hospedeiro e o inimigo natural.

Este tipo de criação vem sendo facilitada nos últimos anos devido ao grande avanço que houve na área de dietas ar-

tificiais para insetos (no caso, os hospedeiros), sendo que hoje existem 1329 espécies de insetos criadas em meios artificiais, incluindo quase todas as ordens de importância agrícola (Singh 1985) (Tabela 1).

Embora o avanço das pesquisas em dietas artificiais facilite a produção de hospedeiros (especialmente Coleoptera, Lepidoptera e Diptera) para criação de parasitóides e predadores, é interessante salientar que existem alguns representantes das Ordens Hemiptera, Homoptera (pulgões, cochonilhas, moscas brancas, cigarrinhas) e Thysanoptera, que, tomando-se por base os conhecimentos atuais, devem ser criados em plantas, ao invés de dietas, sugerindo-se, nestes casos, que se invista em pesquisas direcionadas para a produção contínua de plantas de uma maneira fácil e barata, visando a criação dos hospedeiros de uma forma ininterrupta.

Técnicas de criação em meios artificiais foram revistas por Singh (1977), Parra (1979), Kogan (1980), King & Leppla (1984), Singh & Moore (1985), Parra (1986), entre outros.

A despeito do grande avanço dos trabalhos com dietas, existem alguns aspectos que devem ser melhor pesquisados, tais como:

1) **Custo das dietas:** devem ser realizadas pesquisas visando barateá-las, especialmente para as condições brasileiras. Além disso, devem ser realizados trabalhos visando introduzir nas dietas componentes que sejam facilmente adquiríveis no mercado.

2) **Controle de qualidade:** especialmente em grandes criações deve-se proceder a um rigoroso controle de qualidade dos insetos de laboratório, ao longo das gerações, de tal

forma que eles apresentem as mesmas características do inseto do campo (Parra 1986).

3) **Estudos biológicos básicos:** devem ser realizados estudos básicos de comportamento, biologia, exigências nutricionais e estímulos físicos e químicos que controlem a alimentação, cópula e oviposição. Devem ser feitas pesquisas com cairomônios e tentativas de dietas para monófagos.

4) **Controle de microorganismos em laboratórios e em dietas:** devem ser estudadas doses e tipos de preservativos e produtos antimicrobianos que permitam a manutenção de colônias de insetos isentas de contaminantes.

5) **Automatização das criações:** em grandes criações a automatização deve ser feita, desde que em criações manuais o custo de mão-de-obra chega a ser de 60-70 % do custo total de produção.

## 2. Sobre hospedeiros alternativos ou de substituição

Assim como existem insetos que são criados em hospedeiros alternativos também os inimigos naturais podem ser criados em hospedeiros-de-substituição. É muito conhecido o fato de que algumas cochonilhas que atacam *Citrus* sejam criadas em abóboras ou outras cucurbitáceas para produção de coccinélidos e nitidulídeos. Outras espécies de cochonilhas, como a do cafeeiro, podem ser criadas em batatinhas brotadas.

De forma análoga, existem casos que o parasitóide é criado em hospedeiros que ele normalmente não ataca, mas que são suficientes para promover um bom desenvolvimento. É o caso de lagartas de *Heliothis virescens* que são utilizadas para manu-

tenção de parasitóides de *H. armigera*. De forma semelhante, *Anagasta kuehniella*, *Sitotroga cerealella*, *Corcyra cephalonica* e várias espécies de bicho-da-seda são utilizadas para produção de *Trichogramma* ou espécies de Chrysopidae. *Lixophaga diatraea*, um taquinídeo parasitóide de *Diatraea saccharalis*, é criado, em várias partes do mundo, sobre *Galleria mellonella*. Estudos mais recentes demonstram que a utilização de hospedeiros alternativos poderá ser aumentada, tratando-se especialmente ovos com estimulantes de oviposição.

Em casos de produção massal contínua de inimigos naturais, seria interessante que se pudesse armazenar o hospedeiro no período do ano em que não houvesse necessidade dos parasitóides ou predadores. Espécies de Trichogrammatidae podem ser criadas em ovos armazenados a  $-10^{\circ}\text{C}$  por mais de um ano (Drooz 1981).

Muitos predadores aceitam material morto para sua criação, sendo que os parasitóides exigem material vivo para oviposição e desenvolvimento. Exceções ocorrem em ectoparasitos que atacam estágios imóveis do hospedeiro e que apresentam exigências nutricionais mais simples. Assim, alguns pteromalídeos que atacam *Musca domestica* parasitam pupários que foram armazenados a  $-21^{\circ}\text{C}$  por mais de um ano. Existem ainda parasitóides de ovos, como espécies de Trichogrammatidae e Encyrtidae, que podem ser mantidos em ovos mortos (ou seja, que tiveram os embriões inviabilizados) por ultravioleta, radiações gama ou mesmo através de combinações de altas temperaturas e umidades relativas (vide artigo "Himenópteros parasitóides de ovos de insetos"). Esta inviabilização do embrião é necessária pelo fato de que algumas espécies de traças nas quais os

parasitóides são criados, são canibais, e se alimentariam, quando eclodissem, de ovos parasitados ou não e que se encontrassem disponíveis.

### 3. Em meios artificiais

Existem 2 princípios básicos de nutrição de insetos:

#### 1) Princípio da identidade das exigências nutricionais:

"Independente da posição sistemática e do hábito alimentar do inseto, as exigências nutricionais qualitativas são sempre as mesmas".

#### 2) Princípio da proporcionalidade dos nutrientes:

"Embora as exigências qualitativas sejam semelhantes, o que varia é a proporção dos nutrientes (especialmente proteína: carboidratos) para proporcionar um bom crescimento e desenvolvimento".

Tomando-se por base estes 2 princípios, as exigências dos inimigos naturais são as mesmas dos fitófagos (Tabela 2). Entretanto, são poucos os casos de sucesso de dieta artificial para parasitóides ou predadores, independentemente do hospedeiro, e nas diversas tentativas (Tabelas 3 e 4), tem sido frustrada esta criação "in vitro". Segundo Thompson (1986), esta escassez de resultados se deve à falta de conhecimentos básicos como fisiologia, biologia, nutrição, genética, metabolismo dos parasitóides além da falta de conhecimentos da natureza das interações hospedeiro-parasitóide, apesar destas interações endócrinas entre ambos terem sido extensivamente revisadas por Beckage (1985).

Como o parasitóide está muito adaptado fisiológica e

bioquimicamente ao hospedeiro vivo, para sobrevivência e desenvolvimento, torna-se muito difícil o preparo de um meio artificial. Mesmo para os predadores, cujo desenvolvimento é independente da fisiologia do hospedeiro, além de apresentarem menor especificidade, ainda hoje não se conseguiu uma dieta totalmente sintética.

Existem, atualmente, inúmeras dificuldades para se criarem inimigos naturais "in vitro", especialmente endoparasitos. As principais delas são:

- 1) Necessidade de um **suporte bioquímico**;
- 2) Escolha de **recipientes adequados**;
- 3) **Assepsia** (há necessidade de condições assépticas especiais);
- 4) **Consistência da dieta** (textura, forma, etc.);
- 5) **pH e pressão osmótica** adequados;
- 6) **Balaceamento de nutrientes**. Há necessidade de se formular um meio onde haja uma perfeita dissolução dos nutrientes e que este nível de dissolução seja mantido, pois como os parasitóides têm intestino "cego", e os resíduos não são eliminados, pode ocorrer **toxicidade metabólica**;
- 7) Tem que haver possibilidade de **trocias gasosas**;
- 8) No caso de parasitóides de ovos deve haver **atração para oviposição**;
- 9) **Temperatura e fotoperíodo** adequados.

Um exemplo da composição de um meio artificial para criação de um inseto "in vitro" é apresentado na Tabela 5.

No caso de predadores, a mudança de comportamento durante a criação é um dos fatores mais relevantes.

## CRIAÇÃO MASSAL DE INIMIGOS NATURAIS

Em países mais desenvolvidos existem "fábricas" de produção de inimigos naturais, que os comercializam como "inseticidas biológicos". Uma lista de 50 firmas que os vendem nos E.U.A. e Canadá, é apresentada em Ridgway & Vinson (1977). Um dos insetos mais produzidos no mundo hoje é *Trichogramma*, e especialmente em países socialistas, extensas áreas são tratadas com este parasitóide. Na Rússia, existe um grande número de "biofábricas" produzindo milhões de insetos por dia (Parra & Zucchi 1986), chegando a uma produção anual de 50 bilhões de insetos; no México, esta produção é de 28 bilhões/ano, sendo que em alguns países da América do Sul, como Colômbia, o número de insetos produzidos é bastante elevado. Alguns inimigos naturais disponíveis nos E.U.A. são apresentados na Tabela 6.

No Brasil, existem 2 grandes programas de controle biológico através da produção massal de inimigos naturais. Um deles é o de controle de *D. saccharalis* através de taquinídeos nativos (*Metagonistylum minense* e *Paratheresia claripalpis*) e de um parasitóide introduzido (*Apanteles flavipes*). Neste caso, os parasitóides são criados sobre *D. saccharalis* mantida em **dieta artificial**. Este programa é especialmente desenvolvido pelo PLANALSUCAR e COPERSUCAR em colaboração com Universidades.

Um outro programa, é o de controle biológico de pulgões do trigo, no qual estes são criados sobre plantas de trigo (hospedeiros naturais) e servem de alimento aos **parasitóides importados**. Este programa é desenvolvido pelo CNPT (EMBRAPA)

e como no caso do controle biológico da broca de cana já tem um alcance social muito grande, atintindo alguns milhares de hectares tratados.

Um resumo da produção destes programas é apresentado na Tabela 7. Detalhes destas criações podem ser encontrado em Parra (1984).

Existem outros programas de grandes criações de inimigos naturais no Brasil, como o de *Trichogramma* para controle de ovos de desfolhadores de *Eucalyptus*, iniciado em 1975, pela Universidade Federal de Minas Gerais, e o de *Trichogramma* para controlar *D. saccharalis*, *Heliothis virescens* e *Alabama argillacea* em algodoeiro, em fase inicial e desenvolvido pelo Departamento de Entomologia da ESALQ. Nestes casos, os parasitóides são produzidos em **hospedeiros alternativos** ou de **substituição**.

O projeto de controle de *Nezara viridula* através de *Trissolcus basalis* vem apresentando excelentes perspectivas, sendo pesquisado pelo CNPSo em Londrina, PR.

Em pernambuco, são criadas grandes quantidades de coccinelídeos para controlar *Diaspis echinocacti*. Neste caso, a cochonilha é criada sobre palma forrageira.

#### CONTROLE DE QUALIDADE

Sempre que populações de insetos são mantidas em laboratório ocorrem alterações devido à perda de variabilidade genética da população, principalmente pela seleção e cruzamento entre irmãos ("inbreeding"). Estes problemas são agravados quando se tratam de inimigos naturais, pois como a maioria é

criada em laboratório sobre o hospedeiro natural, são 2 insetos que apresentam possibilidades de degenerar.

O controle de qualidade de populações de laboratório foi discutido por Boller & Chambers (1977), Bartlet (1984) e Parra (1986). Assim, para produção de inimigos naturais é fundamental que sejam levados em consideração a **reprodução, colonização e adaptação** (Boller & Chambers, 1977). A própria proporção sexual pode ser alterada e isto deve ser, com outros parâmetros, avaliado ao longo das gerações, para evitar que quando o inseto for liberado em campo não seja competitivo com o inseto da natureza.

Segundo Mackjer (1980), citado por Waage et al. (1985), deve-se manter uma grande diversidade genética, iniciando as colônias de parasitóides com pelo menos 200-500 indivíduos, procedentes de diferentes localidades. Segundo Bartlet (1984), devem ser evitadas superpopulações; devem-se criar os insetos em condições de temperatura e fotoperíodo flutuantes; avaliar certas características bioquímicas e morfológicas na população inicial e acompanhar, através de gerações sucessivas, mudanças nas populações de laboratório e as liberadas no campo e comparar com os padrões pretendidos.

Em criações nas quais são utilizados hospedeiros alternativos, os cuidados com a eventual mudança de comportamento devem ser maiores, pois em função da espécie criada podem ocorrer variações, inclusive em tamanho como acontece com coccinelídeos criados em diferentes espécies de pulgões.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem, no mundo, inúmeros casos de sucesso de controle biológico, criando-se o inimigo natural em hospedeiros naturais ou mesmo em hospedeiros alternativos ou de substituição. Entretanto, existem muitos desafios ao entomologista, especialmente ao se pensar em criar o inimigo natural em ausência do hospedeiro, ou seja, em um meio artificial. Neste caso há, segundo Thompson (1986), necessidade de um maior aprofundamento nas pesquisas sobre fisiologia, nutrição, genética, comportamento e relações hospedeiro/parasitóide. Existem inúmeros aspectos de acasalamento, alimentação de adultos, oviposição, desenvolvimento de formas imaturas e mesmo diapausa (em regiões mais frias) que necessitam ser pesquisados e desvendados. Espera-se que com as novas técnicas de cultura de tecidos e engenharia genética estes desafios sejam vencidos.

É conveniente salientar, contudo, que o Brasil apresenta, no momento, excelentes programas de controle biológico (insetos x insetos), que o colocam em boa situação, se confrontado com outros países.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTLET, A.C. Genetic changes during insect domestication. In: KING, E.G. & N.C. LEPPLA eds. **Advances and challenges in insect rearing**. Washington, USDA-ARS, 1984. p.2-8.

- KOGAN, M. Criação de insetos: bases nutricionais e aplicações em programas de manejo de pragas. In: RAMIRO, Z.A.; GRAZIA, J. & LARA, F.M., eds. **Anais do VI Congresso Brasileiro de Entomologia.**, Campinas, Fundação Cargill, 1980. p.45-75.
- MARTIN, P.B.; RIDGWAY, R.L. & SCHUETZE, C.E. Physical and biological evaluations of an encapsulated diet for *Chrysopa carnea*. **Fl. Entomol.**, Gainesville, 6:145-52, 1978.
- PARRA, J.R.P. **Biologia dos insetos**. Piracicaba, ESALQ, 1979. 383p. (mimeografado).
- PARRA, J.R.P. Uso de parasitóides e predadores no manejo de pragas. In: CROCOMO, W.B., ed. **Manejo de pragas**. Botucatu, FEPAF, UNESP, 1984. p.85-116.
- PARRA, J.R.P. Criação de insetos para estudos com patógenos. In: ALVES, S.B., ed. **Controle microbiano de insetos**. São Paulo, Editora Manole, 1986. p.348-73.
- PARRA, J.R.P. & ZUCCHI, R.A. Uso de *Trichogramma* no controle de pragas. In: **Atualização sobre os métodos de controle**. Piracicaba, ESALQ/FEALQ, 1986. p.54-75 (mimeografado).
- RIDGWAY, R.L.; MORRISON, R.K. & BADGLEY, M. Mass-rearing a green lacewing. **J. Econ. Entomol.**, College Park, 63:834-6, 1970.
- RIDGWAY, R.L. & VINSON, S.B., eds. **Biological control by augmentation of natural enemies**. s.l., Plenum, 1977. 480p.
- SINGH, P. **Artificial diets for insects, mites, and spiders**. s.l., Plenum, 1977. 594p.
- SINGH, P. Multiple species rearing diets. In: SINGH, P. & MOORE, R.F., eds. **Handbook of insect rearing**. s.l., Elsevier, 1985. v.1, p.19-44.

- SINGH, P. & MOORE, R.F., eds. **Handbook of insect rearing.** s.l., Elsevier, 1985. 2v.
- SMIRNOFF, W.A. An artificial diet for rearing coccinellid beetles. **Can. Entomol.**, Ottawa, **90**:563-5, 1958.
- STARLER, N.H. & RIDGWAY, R.L. Economic and social considerations for the utilization of augmentation of natural enemies. In: RIDGWAY, R.L. & VINSON, S.B., eds. **Biological control by augmentation of natural enemies.** s.l., Plenum, 1977. p.431-53.
- SZUMKOWSKI, W. Dietas sin insectos vivos para la cria de *Coleomegilla maculata* Deg. (Coccinellidae, Coleoptera). **Agron. Trop.**, Maracay, **10**(4):149-54, 1961.
- THOMPSON, S.N. Nutrition and in vitro culture of insect parasitoids. **Annu. Rev. Entomol.**, Palo Alto, **31**:197-219, 1986.
- VAN DEN BOSCH, R.; MESSENGER, P.S. & GUTIERREZ, A.P. **An introduction to biological control.** s.l., Plenum Press, 1982. 247p.
- WAAGE, J.K.; CARL, R.P.; MILLS, N.J. & GREATHEAD, D.J. Rearing entomophagous insects. In: SINGH, P. & MOORE, R.F., eds. **Handbook of insect rearing.** s.l., Elsevier, 1985. v.1, p.45-66.

#### AGRADECIMENTOS

Expressamos nossos agradecimentos aos Drs. Evôneo Berti Filho e José Djair Vendramim do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP e Dr. José Roberto Salvadori do CNPT, EMBRAPA pela revisão e sugestões aos originais do trabalho.

- BECKAGE, N.E. Endocrine interactions between endoparasitic insects and their hosts. *Annu. Rev. Entomol.*, Palo Alto, 30:371-413, 1985.
- BERTI FILHO, E. Multiplicação de insetos predadores em laboratório. In: RAMIRO, Z.A.; GRAZIA, T. & LARA, F.M., eds. *Anais do VI Congresso Brasileiro de Entomologia*. Campinas, Fundação Cargill, 1980. p.141-55.
- BOLLER, E.F. & CHAMBERS, D.L. Quality aspects of massreared insects. In: RIDGWAY, R.L. & VINSON, S.B. eds. **Biological control by augmentation of natural enemies**. s.l., Plenum, 1977. p.219-235.
- DROOZ, A.T. Subfreezing eggs of *Lambdina pellucidaria* (Lepidoptera: Geometridae) alters status as factitious host for *Ooencyrtus ennophagus* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Can. Entomol.*, Ottawa, 113:775-6, 1981.
- GRENIER, S.; BONNOT, G.; DELOBEL, B. & LAVIOLETTE, P. Développement et milieu artificiel du parasitoïde *Lixophaga diatraea* (Diptera: Tachinidae). Obtention de l'ímago a partir de l'oeuf. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 287D:535-8, 1978.
- HAGEN, K.S. & TASSAN, R.L. A method of providing artificial diets to *Chrysopa* larvae. *J. Econ. Entomol.*, College Park, 58:999-1000, 1965.
- HAGEN, R.S. & TASSAN, R.L. The influence of food wheat and related *Saccharomyces fragilis* yeast products on the fecundity of *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Can. Entomol.*, Ottawa, 102:806-11, 1970.
- HOUSE, H.L. Nutrition of natural enemies. In: RIDGWAY, R.L. & VINSON, S.B., eds. **Biological control by augmentation of natural enemies**. s.l., Plenum, 1977. p.151-82.
- KING, E.G. & LEPLA, N.C., eds. **Advances and challenges in insect rearing.**, Washington, USDA-ARS, 1984. 306p.

Tabela 1. Número de espécies de insetos, de diferentes Ordens criados em meios artificiais (Singh, 1985).

Ordem	Nº de espécies criadas
Lepidoptera	556
Coleoptera	284
Diptera	279
Hemiptera	22
Homoptera	71
Hymenoptera	67
Orthoptera	24
Isoptera	5
Dermaptera	1
Dictyoptera	5
Mallophaga	3
Neuroptera	8
Phasmida	1
Siphonaptera	3
<hr/>	
Total	1329

Tabela 2. Exigências nutricionais qualitativas de alguns parasitóides (House 1977)

Nutriente	<i>Agria housei</i> (Diptera)	<i>Itolectis conquistator</i> (Hymenoptera)	<i>Exeristes roborator</i> (Hymenoptera)	<i>Chrysopa carnea</i> (Neuroptera)
<b>Aminoácidos</b>	+	!?	+	+
Arginina	+		+	+
Histidina	+		+	+
Isoleucina	+		+	+
Leucina	+		+	+
Lisina	+		+	+
Metionina	+		+	+
Fenilalanina	+		+	+
Treonina	+		+	+
Triptofano	+		+	+
Valina	+		+	+
Outros	±		-	-
<b>Carboidratos</b>	+	+	+	?
Glucose	U	U	U	
Frutose	U			
Sacarose	U			
Outros	U			
<b>Lipídeos</b>	+	+	!?	!?
<b>Esteróis</b>	+	!?	!?	!?
Colesterol	U	!?	!?	!?
Outros	U			
<b>Ácidos graxos</b>	+	+	-	?
Araquidônico	-			
Linoléico	-			
Oléico	±	+		
Palmitico	±			
Esteárico	±			
<b>Vitaminas</b>	+	+	!?	!?
Ácido ascórbico		-		

Continuação Tabela 2.

Nutriente	<i>Agria housei</i> (Diptera)	<i>Itopectis conquisitor</i> (Hymenoptera)	<i>Exeristes roborator</i> (Hymenoptera)	<i>Chrysopa carnea</i> (Neuroptera)
Biotina	+	+		
Cloreto de colina	+	+		
Ácido fólico	-	+		
Ácido nicotínico	+	+		
Ácido pantotênico	+	+		
Piridoxina	+	+		
Riboflavina	+	+		
Tiamina	+	+		
α-tocoferol	+	-		
Outros	±	-		
Ácidos nucleicos	+	-		
Ácido adenílico	+			
Ácido guanílico	+			
Ácido citidílico	+			
Ácido uridílico	+			
Nucleosídeos	-			
Bases purinas	-			
Bases pirimidinas	-			
Minerais	+	!?	!?	!?
Potássio	+			
Fósforo	+			

+ = exigido; - = não exigido; ± = benéfico; ! = presume-se que seja exigido, por ser requerido por todos os insetos; ? = exigência provável; U = utilizado.

Tabela 3. Exemplos de parasitóides criados "in vitro" (Thompson 1986).

Espécie	Dieta	Referência
<i>Agria housei</i> (Sarcophagidae)	Aminoácidos, sais, carboidrato (dextrose) colesterol e ácido ribonucleico	House (1954)
<i>Pimpla turionellae</i> (Ichneumonidae)	Fígado de porco + solução salina	Bronskill & House (1957)
<i>Pteromalus puparum</i> (Pteromalidae)	Hemolinfa de pupas de <i>Pieris brassicae</i>	Bouletreau (1968)
<i>Itoplectis conquisitor</i> (Ichneumonidae)	Aminoácidos, RNA, sais, lipídeos, KOH, glucose, vitaminas	Yazgan & House (1970)
<i>Trichogramma pretiosum</i> (Trichogrammatidae)	Hemolinfa de <i>H. zea</i>	Hoffmann et al. (1974)
<i>Trichogramma</i> <i>dendrolimi</i> (Trichogrammatidae)	Hemolinfa de <i>Antherea</i> <i>pernyi</i> em cápsulas de parafina	Guan et al.
<i>Exeristes roborator</i> (Ichneumonidae)	Aminoácidos livres glucose, ácidos graxos, vitaminas, sais minerais e fatores de crescimento lipogênicos	Thompson (1975)
<i>Pteromalus puparum</i> (Pteromalidae)	Hidrolisado de leve- dura, soro de feto bovino, meio de cultu- ra de tecidos Grace.	Hoffman et al. (1973)

Continuação Tabela 3.

Espécie	Dieta	Referência
<i>Itopectis conquisitor</i> (Ichneumonidae)	Dieta encapsulada	House (1978)
<i>Trichogramma dendrolimi</i> (Trichogrammatidae)	Embrião de galinha, solução de Ringer, glucose, hidrolizado de caseína e ácido nucléico comercial	Guan et al. (1978)
<i>Brachymeria intermedia</i> <i>B. lasus</i> (Chalcididae)	Albumina de soro de boi, aminoácidos livres, glucose, emulsão de fosfolipídeos sintéticos, vitami- nas, sais e fatores de crescimento lipogênicos.	Thompson (1980, 1981, 1983a, 1983b)
<i>Trichogramma dendrolimi</i> (Trichogrammatidae)	Embrião de galinha, leite bovino peptona e aminoácidos	Wu et al. (1980) Wu et al. (1982)
<i>Tetrastichus schoenobii</i> (Eulophidae)	Meio de cultura de tecido Gardiner BML- TC-10	Ding et al. (1980)

Continuação Tabela 3.

Espécie	Dieta	Referência
<i>Lixophaga diatraeae</i> (Tachinidae)	Ácidos orgânicos, aminoácidos, lecitina, glicogênio, hidrolizado de proteína (incluindo caseína e lactoalbumina), sais, vitaminas e fatores de crescimento lipogênicos	Grenier et al. (1978)
<i>Pachycrepoides vindemiae</i> (Pteromalidae)	Idem <i>Brachymeria</i>	Thompson et al (1983)
<i>Eucelatoria hyani</i> (Tachinidae)	Idem <i>L. diatraeae</i> mais bases purina e pirimidina, trehalose, trioleína, albumina e levedura hidrolizada	Neetles et al. (1980)

Tabela 4. Exemplos de predadores criados em dietas artificiais

Espécie	Dieta	Referência
<i>Coleomegilla maculata</i> (Coccinellidae)	Proteínas (carne, fígado, peixe, levedura)	Szumkowski (1961)
Coccinelídeos (19 espécies)	Mel, açúcar, geléia real, levedura de farinha de alfafa, ágar e insetos secos (presa)	Smirnoff (1958)
<i>Coleomegilla maculata</i>	Carne e fígado + Vitamina E	Berti Filho (1980)
<i>Cycloneda sanguinea</i> (Coccinellidae)	Larvas de abelha, fígado	
<i>Chrysopa carnea</i> (Chrysopidae)	Para adultos: proteína enzimática hidrolizada e Wheast (produto comercial: <i>Saccharomyces fragilis</i> e proteína de soro de leite)	Hagen & Tassan (1965, 1970)
<i>C. carnea</i>	Dieta artificial (levedura hidrolizada, caseína, sacarose, ácido ascórbico, parafina, gordura, vaselina, Vit. E)	Ridgway et al. (1970)
<i>C. carnea</i>	Dieta artificial encapsulada	Martin et al. (1978)

Tabela 5. Dieta artificial para *L. diatraea* (Grenier et al., 1978)\*

	mg/100 g		mg/100 g
<i>Ácidos orgânicos</i>		<i>Aminoácidos levógiros</i>	
Ácido málico	10	Asparagina	201
Ácido $\alpha$ -cetoglutárico	10	Treonina	78
Ácido succínico	5	Serina	57
Ácido fumárico	5	Ác. glutâmico	186
Ácido cítrico	10	Prolina	109
Ácido pirúvico	10	Glicina	91
		Alanina	169
<i>Sais minerais</i>			Valina
			104
			Metionina
			10
NaCl	78		Isoleucina
KCl	100		77
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	417		Leucina
CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	180		29
K <sub>2</sub>	0,02		Tirosina
Co(CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	0,02		89
Mn(CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	5,50		Fenilalanina
Cu(CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O	0,20		62
Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 9H <sub>2</sub> O	8,90		Lisina HCl
Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O	2,30		175
MoCl <sub>5</sub>	28 · 10 <sup>-4</sup>		Histidina HCl · H <sub>2</sub> O
SeO <sub>2</sub>	7 · 10 <sup>-4</sup>		260
VaCl <sub>3</sub>	18 · 10 <sup>-4</sup>		Triptofano
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	17		40
			Fosfoetanolamina
			20
			Arginina HCl
			176
			Cisteína
			10
<i>Vitaminas</i>		<i>Outras fontes proteicas</i>	
			Glutation
			10
			Gelatina
			608
			Hidrol. enzimático de
			lactoalbumina
			2.604
			ovoalbumina
			715
			proteína de soja
			916
			caseína
			41
			<i>Diversos</i>
			Glicogênio
			3.000
			ATP
			65
			ARN
			50
			Lecitina do ovo
			500
			Colina, HCl
			20
			Colesterol
			150
			Óleo de milho
			1600/2600
			Agarose
			700/800

Tabela 6. Alguns exemplos de inimigos naturais disponíveis para venda nos E.U.A. (Starler & Ridgway, 1977)

Parasitóides	Praga visada	Produção anual (bilhões)
<i>Trichogramma</i> spp.	Ovos de lepidópteros	3.264
<i>Aphytis melinis</i>	Cochonilha vermelha	203
<i>Pauridia</i> sp.	Cochonilha preta	8
<i>Metaphycus helvolus</i>	Cochonilhas	6
<i>Pediobius foveolatus</i>	<i>Cerotoma trifurcata</i>	-
<i>Apanteles scutellaris</i>	Besouro do tomate	-
<i>Chelonus blackburni</i>	Lagarta rosada	-
<i>C. texanus</i>	Lagarta militar	-
<i>Comperiella bifasciata</i>	Cochonilha vermelha	-
<i>Spalangia endius</i>	Moscas	-
<i>Muscidifurax raptor</i>	Moscas	-
<b>Predadores</b>		
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	Cochonilhas	26
<i>Chrysopa carnea</i>	Predador inespecífico	18
<i>Phytoseiulus persimilis</i>	Ácaros	-
<i>Typhlodromus</i> spp.	Ácaros	-

Tabela 7. Produção de insetos em programas de criação massal de inimigos naturais existentes no Brasil

Programa	Unidade executora	Total de insetos produzidos em um período de tempo
Controle de pulgões do trigo com parasitóides	CNPT-EMBRAPA	1984-86
		7.565-650 parasitóides
Controle da broca-da-cana <i>D. saccharalis</i>	COPERSUCAR	1982-85
		<i>M. minense</i> - 42.216.015
		<i>P. claripalpis</i> - 14.220.838
	PLANALSUCAR	1972-85
		<i>A. flavipes</i> - 7.703.152
		(massas = 50 casulos/massa)
		<i>A. flavipes</i> - 4.070.958.121

## ARANHAS NO CONTROLE BIOLÓGICO

Arno A. Lise<sup>1</sup>

As aranhas são exclusivamente predadoras e, dentre os artrópodes, representam o maior grupo a adotar tal comportamento alimentar.

Em seu predatismo adotam três técnicas principais na captura de presas: a caça visual, a caça por emboscada e a caça com teia.

As caçadoras visuais são assim chamadas por se utilizarem, como sensor principal, a visão além dos demais. Tais espécies podem ser divididas em dois grupos face o seu hábito. As nômades ou epígeas que são as que nunca saem do solo. Dentre elas encontram-se representantes das famílias Lycosidae, Ctenidae e a maioria dos Mygalomorphae. No segundo grupo ficariam as fitófilas que são as que vivem sobre a vegetação e um exemplo típico para este grupo são as Salticidae.

As que se utilizam da emboscada como mecanismo básico de captura o fazem face a sua pouca capacidade visual. Neste caso adotam uma postura passiva, geralmente sobre flores, cujas cores mimetizam com perfeição, à espera de um inseto

---

<sup>1</sup> Técnico Superior, Pesquisador Museu de Ciências Naturais da FZB. Caixa Postal 1188, 90610, Porto Alegre, RS. Professor Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

visitante. Incluem-se entre elas os Thomisidae.

Finalmente, a técnica de captura com teia é feita pelas aranhas tecelãs.

Assim como as que se utilizam da emboscada como artifício de caça, as tecelãs se valem da teia por, igualmente, terem uma pequena acuidade visual. Conseguem detectar e localizar suas presas, à distância, pelos fios da teia que transmitem estímulos vibratórios até seus sensores.

Em qualquer ambiente, seja natural ou não, vamos encontrar aranhas dos três tipos. Cerca de 40 % das aproximadamente 40.000 espécies de aranhas conhecidas utilizam-se da teia na captura de suas presas. As restantes 60 % ficam divididas, em percentuais mais ou menos idênticos, entre as caçadoras visuais e as caçadoras por emboscada, Brignoli (1983).

O tipo de presas que consomem no ambiente natural, no entanto, só é conhecido para algumas poucas espécies já investigadas uma vez que estudos neste sentido são muito escassos e só mais recentemente vem merecendo maior atenção por parte dos cientistas.

Igualmente, estudos que forneçam cifras a respeito do número de insetos predados não são mais numerosos do que os anteriormente mencionados.

Turnbull (1973) calculou em 42 toneladas de insetos predados por hectare/ano. Nyffeler (1982) calculou que o número de insetos predados, unicamente por aranhas tecelãs, é de 200.000 a 12.000.000 hectare/ano, em culturas de trigo, aveia e centeio. Por outro lado estima em 500.000 insetos hectare/ano predados, em culturas de trigo, unicamente por li-

cosídeos portanto, sô sobre o solo.

Tais cifras foram obtidas mediante uma complexa análise experimental levando-se em consideração os diversos manejos de uma lavoura tais como aragem, discagem, adubação, colheita, etc., a fim de ter-se uma visão mais realista da importância, no controle biológico, das aranhas.

Deve-se lembrar que os ambientes de lavouras estão longe de serem configurados entre os que possuem os maiores estoques de aranhas face à periodicidade de alteração, às vezes, duas vezes por ano.

Nas pesquisas aplicadas o problema crucial não é apurar se um certo animal é ou não predador mas de saber se ele preda o que interessa. Uma determinada espécie de aranha pode predar exclusivamente ou quase exclusivamente insetos indiferentes ou mesmo úteis do ponto de vista agrícola. Existem as que predam uma grande variedade de insetos, as generalistas, ao passo que em outras a captura é seletiva.

É certo que as aranhas não são predadores específicos mas que capturam um número finito, mais ou menos grande, de espécies que fazem parte de seu regime alimentar.

Um fator que deve ser levado em consideração e que é de vital importância é o "efeito filtro" movido pelo homem, a certas espécies de aranhas, face às modificações mais ou menos profundas do biótipo em que originalmente vivem. Em assim procedendo, não se tem qualquer garantia sobre a eventual presença, em um campo cultivado, das espécies que, em condições naturais, são mais freqüentemente predadoras dos insetos de interesse agrícola.

Em se tratando de aranhas tecelãs, pode acontecer que

num campo, com uma determinada cultura, não ocorra nenhuma espécie que, pelo tipo e posicionamento de teia, prede os insetos que, naquele campo, sejam praga. Tal espécie poderia normalmente estar presente numa área limítrofe da lavoura, onde as condições ambientais são as primitivas da área, mas por tratar-se de espécie não colonizadora não estará disponível na lavoura em questão.

Para estas mesmas aranhas, estudos vêm demonstrando que adotam diferentes tipos de comportamento tendo-se em vista as diferentes espécies de "insetos-presas".

O comportamento predatório de uma aranha é uma seqüência de unidades de comportamento. As seqüências podem variar tanto em número de unidades quanto em natureza de seus componentes. As unidades de comportamento atuam de maneira a facultar a aranha, localizar a presa na teia, a discriminá-la, a atacá-la, a imobilizá-la, a transportá-la e a desencadear o início da alimentação.

A localização é feita normalmente através do primeiro par de pernas com o qual "dedilha" os raios da teia. Com este procedimento induz as presas imóveis a se movimentarem (debaterem) e ao mesmo tempo testar se o que colidiu com a teia é um ser vivo ou não.

Feita a localização, num raio ou raios específicos de um setor da teia, segue-se a discriminação da presa o que lhe assegurará a escolha do mecanismo adequado a ser utilizado na unidade seguinte que é o ataque.

O ataque processa-se, nas aranhas tecelãs, sempre dentro do binômio "picada-enrolamento" ou "enrolamento-picada".

Se numa teia de *Araneus diadematus* por exemplo cair um

Diptera Muscidae, vivo, a primeira resposta será a de enrolá-lo para em seguida picá-lo. Em presença do mesmo inseto, porém morto jogado na teia, a primeira resposta será a picada para se seguir o enrolamento.

Robinson (1969) demonstrou que *Argiope argentata*, Araneidae comum em nosso meio, faz distinção entre Lepidoptera e demais Insecta de tamanhos similares utilizando-se do binômio picada-enrolamento para os primeiros e enrolamento-picada para os demais.

Esta discriminação taxonômica entre lepidópteros e outros insetos já ficou evidenciada em muitos Araneidae, Robinson (1975).

Aranhas dotadas desta capacidade discriminatória entre lepidópteros e outros insetos podem fazê-lo indistintamente quer esteja o inseto se debatendo quer esteja imóvel, quer esteja vivo ou morto e mesmo se lhes forem removidas as asas.

A discriminação é uma resposta adaptativa que faculta à aranha apanhar e imobilizar rapidamente insetos com alto potencial de fuga como é o caso de borboletas e mariposas. Faculta-lhe também o ataque a outros insetos de modo a minimizar os riscos de dano a si própria e também a reduzir o tempo dispendido no ataque, Robinson et al. (1969).

A imobilização se dá tanto pela ação da peçonha inoculada durante a picada quanto pelo enrolamento (empacotamento). Com auxílio do quarto par de pernas, a aranha gira a presa em torno do eixo longitudinal desta ao mesmo tempo em que a envolve com seda.

Artefatos não comestíveis que caem ou que são jogados na teia são picados repetidas vezes antes de serem rejeitados. As picadas múltiplas são um meio de investigação da pa-

latabilidade do objeto.

Uma das últimas, senão a última, das unidades de comportamento será o transporte da presa já empacotada até o centro da teia onde será fixada. O transporte se dá com o auxílio das quelíceras. Feita a fixação a aranha assume a posição de repouso.

A capacidade de captura das teias é limitada e varia de acordo com a natureza desta, forma, tamanho e posição, dentre outros elementos. Teias de fios viscosos tem maior eficiência de captura do que as de fios secos. Estas últimas por sua vez são mais duráveis por serem menos propensas ao armazenamento de água e de poeira.

As aranhas consideradas sociais atuam em conjunto na captura de suas presas sendo pois mais eficientes. *Mallos gregalis*, uma representante da família Dictynidae constroem teias comunitárias de modo que nela podem conviver até 20.000 indivíduos, de todas as idades, sem qualquer tipo de canibalismo.

Diguet (1909a, 1909b, 1915) foi quem fez as mais importantes observações, em ambiente natural, nas montanhas de Michoacan, no México envolvendo o comportamento da espécie acima. Verificou que os nativos da região usavam a teia de *Mallos gregalis* que eles chamavam de "el mosquero" na captura de moscas em suas casas.

Pela capacidade de captura, a espécie foi introduzida na França como um agente potencial no controle biológico de *Musca domestica*, Berland (1913) e Semichon (1910).

Outros fatores limitantes decorrem da própria natureza do inseto potencialmente passível de captura. Assim sendo, insetos dotados de pequena capacidade tanto visual quanto de

vôo são presas mais fáceis pois mais freqüentemente são arrastados pelos ventos e jogados nas teias. Grande área corporal, apêndices longos e pilosos aliados a uma cutícula delgada são fatores que também facilitam o enredamento nas teias.

A autotomia de apêndices como pode acontecer com as pernas dos Tipulidae, o revestimento das asas em Lepidoptera e Trichoptera tem valor de adesão em torno de zero o que enseja a fuga.

O próprio tamanho dos insetos em relação às teias com uma maior ou menor energia cinética (velocidade de vôo mais peso) é um elemento limitante de captura pois conseguem facilmente romper as teias e escaparem.

O uso de mandíbulas cortantes para seccionar os fios da teia tem se mostrado eficiente apenas em Formicidae e em algumas formas larvais. Nos demais, os movimentos feitos para cortar os fios apenas contribuem para um maior enredamento.

Asas longas e transparentes, desnudas, como as dos Odonata e Neuroptera, favorecem uma alta adesividade. Por outro lado, as asas compactas e muito enervadas dos Coleoptera, Orthopteroidea, Blattopteroidea e Hemiptera tem pequena adesividade.

Alguns animais que facilmente se enredam e que são passíveis de serem consumidos como é o caso de alguns Hemiptera, Staphylinidae, Carabidae, e algumas larvas de insetos e Hymenoptera parasitos conseguem se livrar mediante o uso de substâncias tóxicas ou repugnativas.

Exames do conteúdo das teias têm mostrado serem os insetos fitófagos como Thysanoptera, Aphididae, Homoptera, além de Acarina os mais freqüentemente apanhados nas teias.

Os ácaros normalmente não são consumidos mas acabam morrendo nelas. Insetos carnívoros, parasitos e polinizadores são raramente encontrados em teias.

Como vimos, as aranhas são eficientes predadoras, resta porém, saber-se até que ponto elas podem ser utilizadas como controladoras de pragas, em processos integrados, na agricultura.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERLAND, L. Utilisation pour la capture des mouches, des nids de L'Araignée mexicane *Coenothele gregalis* Simon. **Bull. Mus. Hist. Nat.**, 1913:432-3, 1913.
- BRIGNOLI, P.M. I ragni quali predatori de insetti: Il loro potenziale ruolo negli agroecosistemi (Araneae). In: CONGR. MAZ. IT. ENT. SESTRIERE, 13, Torino, 1983. **Atti...** Torino, 1983. p.591-7.
- DIGUET, L. Nouvelles observations sur le mosquero ou nid d'Araignées sociales employé comme piège a mouches dans certaines localités du Mexique. **Bull. Soc. Acclim.**, France, **62**:240-9, 1915.
- DIGUET, L. Le mosquero. **Bull. Soc. Acclim.**, France, **56**: 368-75, 1909a.
- DIGUET, L. Sur L'Araignée mosquero. **C.R. Acad. Sci.**, Paris, **148**:735-6, 1909b.
- JACKSON, R.R. Comparative studies of *Dictyna* and *Mallos* (Araneae, Dictynidae): III Prey and predatory behavior. **Psyche**, Cambridge, **83**(3/4):267-80, 1977.

- JACKSON, P.R. Does the web of the social spider *Mallos gregalis* (Araneae:Dictynidae) attract flies? **Bull. Br. Arachnol. Soc.**, London, 5(2):91-4, 1980.
- JACKSON, R.R. Predatory behavior of the social spider *Mallos gregalis*: is it cooperative? Paris, Masson, 26(4):300-12, 1979.
- NENTWIG, W. Epigeic Spiders, their potential prey and competitors: Relationship between size and frequency. **Oecologia**, Berlin, 55:130-6, 1982a.
- NENTWIG, W. The prey of web-building spiders compared with feeding experiments. **Oecologia**, Berlin, 56:132-9, 1983.
- NENTWIG, W. The selective prey of linyphiid-like spiders and of their space webs. **Oecologia**, Berlin, 45:236-43, 1980.
- NENTWIG, W. Why do only certain insects escape from a spider's web? **Oecologia**, Berlin, 53:412-7, 1982b.
- ROBINSON, M.H. & OLAZARRI, J. Units of behavior and complex sequences in the predatory behavior of *Argiope argentata* (Fabricius): (Araneae: Araneidae) Smithsonian. **Contrib. Zool.**, Washington, 65:1-36, 1971.
- ROBINSON, M.H. & ROBINSON, B. Discrimination between prey types: An innate component of the predatory behavior of araneid spiders. **Z. Tierpsychol.**, Berlin, 41:266-76, 1976.
- SEMICHON, L. Observations sur une araignée mexicaine transportée en France. **Bull. Soc. Entomol.**, France, 1910:338-40, 1910.
- TURNBULL, A.L. Ecology of the true spiders (Araneomorphae). **Annu. Rev. Entomol.**, Palo Alto, 18:305-46, 1973.

## FUNGOS NO CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS

Sérgio B. Alves<sup>1</sup>

A ocorrência de fungos em condições naturais, tem sido considerada como um fator importante na redução das populações de insetos pragas no Brasil, principalmente no que se refere a cigarrinhas, lagartas da soja, cochonilhas do café, etc. A Tabela 1 mostra o estágio de desenvolvimento das principais espécies de fungos entomopatogênicos no Brasil e em outros países.

Os fungos penetram basicamente através do tegumento do inseto apresentando as seguintes fases do ciclo das relações patógeno/hospedeiro:

a) Germinação: os esporos ou conídios germinam sobre o inseto sob umidade relativa próxima a 90 % e temperatura na faixa de 23 a 30°C.

b) Penetração: estão envolvidos processos físicos representados por pressão mecânica e químicos devido à ação enzimática produzida pelo patógeno.

c) Após a penetração a hifa se ramifica e coloniza todos os tecidos internos do inseto no período de 76 a 120 horas. Não ocorre putrefação devido à secreção pelo patógeno.

---

<sup>1</sup> Eng.-Agr., Prof. Adjunto - Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Piracicaba, SP.

no de uma substância de ação antibiótica.

d) Reprodução do patógeno: ocorre no período de 46 a 60 horas após a morte do inseto a qual ocorre depois de 4 a 5 dias da inoculação. Essa fase é caracterizada por grande produção de conídios que tomam toda superfície externa do inseto, sendo indispensável umidade relativa elevada e temperatura na faixa de 21 a 30°C.

### 1. Metarhizium anisopliae (Metsch.) Sorok

Vem sendo pesquisado para o controle das seguintes pragas:

a) Cigarrinha-das-folhas da cana-de-açúcar, *Mahanarva posticata*.

A época de aplicação do fungo deverá coincidir com os períodos chuvosos no Nordeste e com a aparecimento das cigarrinhas nos canaviais. O índice de infestação mínimo deve ser de 5 ninfas por planta, não considerando as ninfas do cartucho. A dose indicada deve ser superior a  $2,0 \times 10^{12}$  conídios/ha. Aplicações via terrestre usando atomizadores, deve-se gastar de 50 a 200 litros de água/ha. Nas aplicações aéreas gastam-se 20 a 30 litros de água/ha, realizando-se vôos de 2 a 5 metros acima do nível superior da cana. Deve-se utilizar cepas específicas para *M. posticata* como PL-43, PL-88, PL-95, etc.

b) Cigarrinhas-das-pastagens, *Deois* spp., *Zulia entre-riana*, etc.

O fungo *M. anisopliae* deve ser utilizado dentro de um esquema de manejo integrado das pragas das pastagens. A dose mínima indicada é  $2 \times 10^{12}$  conídios/ha fazendo-se apli-

cações sobre a 2ª e 3ª gerações de ninfas. Pode-se dar preferência para aplicações terrestres gastando-se 200 a 300 litros de água/ha. Deve-se utilizar cepas específicas para essas cigarrinhas como SPL-3F, SPL-10Z, etc. A eficiência dificilmente é superior a 60 %.

c) Broca da cana, *Diatraea saccharalis*

O fungo ocorre naturalmente nas condições do Nordeste chegando a índices de 10 % de infecção em lagartas. Em condições de campo na região de Piracicaba, SP, obteve-se uma mortalidade de até 58 % de lagartas quando se utilizou  $10^{13}$  conídios/ha.

Desenvolvendo experimentos com ovos, Almeida et al. (1984) verificaram que a idade máxima dos ovos para uma mortalidade de 50 % deve ser de aproximadamente 3,5 dias e que esse fungo é altamente patogênico para essa fase de desenvolvimento do inseto.

Mais pesquisas serão necessárias para a recomendação desse patógeno para o controle da praga.

d) Broca do café, *Hypothenemus hampei*

Experimentos desenvolvidos no Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, tratando-se insetos, grãos de café e folhas com uma suspensão com cerca de  $1,5 \times 10^8$  conídios/ml foi possível obter uma mortalidade corrigida de 91, 60 e 79 % respectivamente para os diferentes tipos de inoculação.

e) Outras pragas

O *M. anisopliae* têm se mostrado patogênico para outras pragas importantes nas condições do Brasil. Assim, já foi testado sobre os percevejos *Nezara* e *Piezodorus*, *Cosmopolites sordidus*, *Atta sexdens rubropilosa*, *Musca domestica*,

*Anthonomus grandis*, etc. Com relação ao bicudo, experimentos desenvolvidos em Piracicaba, SP, nas condições de laboratório resultaram em mortalidade de 70 e 96 % após 17 dias da inoculação do fungo na dose  $2,4 \times 10^4$  e  $2,4 \times 10^5$  conídios/inseto, respectivamente.

Ainda serão necessários mais estudos para a recomendação desse patógeno para o controle dessas pragas.

## 2. Beauveria spp.

As espécies *B. bassiana* e *B. brongniartii* ocorrem em condições naturais atacando um grande número de insetos.

Também, como em *M. anisopliae* podem ocorrer raças especializadas em determinados insetos e esse fato é de grande importância no controle microbiano.

A Tabela 2 mostra uma relação de insetos suscetíveis a *B. bassiana* no Brasil. Internacionalmente esta espécie é conhecida devido à formulação Boverin que contém  $6 \times 10^9$  conídios/g.

Na China *B. bassiana* vem sendo utilizada em mais de 400.000 ha de milho visando ao controle de *Ostrinia nubilalis*, com resultados muito favoráveis.

No Brasil *B. bassiana* tem sido testada em *Diabrotica speciosa*, *Nezara viridula*, *Atta sexdens rubropilosa*, *Castnia licus*, *Diatraea saccharalis*, *Anthonomus grandis*, *Cosmopolites sordidus*, etc., com resultados satisfatórios em condições de laboratório.

No tocante ao moleque-da-bananeira, *Cosmopolites sordidus*, a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária publicou algumas recomendações práticas visando ao controle

desta praga, que são as seguintes:

- a) devem ser usadas 50 iscas de 50 cm por hectare;
- b) as iscas devem ser pulverizadas com 300 g do fungo (esporos + micélio + meio) suspensos em 10 litros de água;
- c) substituir as iscas a cada 10 dias;
- d) o tratamento deve se prolongar por 6 meses até que o número de insetos capturados por isca sejam menor que 5.

A espécie *B. brongniartii* já foi constatada atacando *Castnia licus* no Nordeste e *Diatraea saccharalis* e *Anthonomus grandis* em São Paulo.

### 3. Nomuraea rileyi (Farlow) Samson

O fungo *N. rileyi* vem sendo muito estudado nos últimos anos visando à sua utilização no controle de pragas. Cerca de 90 % das espécies suscetíveis a *N. rileyi* pertencem a ordem Lepidoptera. No Brasil a sua grande importância está relacionada à elevada eficiência que apresenta no controle natural de *Anticarsia gemmatalis*.

Também, mostram-se suscetíveis *Heliothis zea*, *Trichoplusia ni*, *Plusia* sp., etc.

Pode-se sugerir a indução de epizootias pela aplicação do fungo produzido a partir de insetos doentes ou em meios de culturas no laboratório. Nesses casos deve-se dar especial atenção a viabilidade do patógeno e a dose a ser empregada.

### 4. Verticillium lecanii (Zimm.) Viègas

Ocorre freqüentemente sobre pulgões e cochonilhas.

No Brasil ataca *Coccus viridis* em cafeeiro mantendo a população dessa praga a níveis de danos não econômicos. Também, já foi isolado de diversas espécies de pulgões, sendo constatado em ocorrência epizoótica no Estado do Espírito Santo em pulgões da cana-de-açúcar (Alves 1985).

O produto Vertalec é utilizado em algumas regiões da Europa.

#### 5. Hirsutella thompsonii Fisher

Trata-se de um patógeno específico para ácaros sendo os eriofiídeos e tetranichídeos os hospedeiros preferidos.

O produto Mycar é um pó molhável que vem sendo testado na dose de 2,0 a 5,0 kg/ha. Os resultados das aplicações podem ser considerados razoáveis; porém, há necessidade de estudos mais profundos no tocante às condições favoráveis para aplicação desse fungo. Não tem sido observado infectando ácaros predadores.

Outras espécies de *Hirsutella* podem ocorrer naturalmente sobre insetos como *H. guiana*, *H. saussurei*, etc.

#### 6. Aschersonia aleyrodis Webber

Pode ser encontrado provocando doença em cochonilhas (Coccidae) e mosca branca (Aleyrodidae).

O fungo ataca a fase imóvel dos coccídeos e as ninfas das moscas brancas deixando-as de coloração alaranjada. Pode ser encontrado comumente sobre moscas brancas em todas as regiões onde se cultiva citros no Brasil, sendo que as epizootias coincidem com as épocas chuvosas.

Na União Soviética existe o produto "Aseronija" a base desse patógeno.

#### 7. Paecilomyces spp.

Esse gênero congrega diversas espécies entomopatogênicas sendo as mais frequentes *P. farinosus*, *P. tenuipes*, *P. fumosoroseus*, etc. Tem sido observado atacando *Stenoma decora*, *Eupseudosoma* spp., *Lagria villosa*, *Dalcera* sp. além de outras pragas.

#### 8. Cordyceps spp.

Existem mais de 150 espécies patogênicas para insetos pertencentes às ordens Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Isoptera e Orthoptera.

Os insetos atacados se caracterizam por apresentarem uma formação alongada denominada "estroma" que pode sair do corpo do mesmo e atingir até 300 mm de comprimento. No Brasil o gênero *Cordyceps* é comum em Formicidae na região Amazônica e em *Atta sexdens rubropilosa* no Estado de São Paulo.

#### 9. Entomophthora spp.

Esse patógeno ataca representantes das ordens Homoptera, Diptera, Orthoptera e Lepidoptera. As espécies *thaxteriana* e *aphidis* ocorrem em pulgões enquanto que *aulicae* e *gammae* são mais comuns em lepidópteros; *grylli* ocorre em gafanhotos e *muscae* em moscas.

O inseto morto por esse patógeno fica grudado ao substrato e ao seu redor aparece um halo branco devido a ejeção dos esporos dos cadáveres.

Tem sido constatado provocando epizootias em cigarrinha da raiz da cana-de-açúcar *M. fimbriolata*, nas condições de São Paulo, Sergipe e Bahia. Esse fungo já foi observado também em cigarrinhas das pastagens, pulgões do trigo, pulgão da couve, *Cerotoma* sp. e lagarta da soja. No Vale do Paraíba tem provocado epizootias sobre *Deois Schach*.

#### 10. Outros fungos entomopatogênicos

Também possuem importância no controle microbiano as seguintes espécies:

- *Erynia radicans* - ocorre em *Spodoptera*, *Empoasca*, etc.

- *Massospora* spp. - ataca cigarras tais como *Quesada*, *Carineta* e *Cicada*.

- *Myriangium* e *Uredinella* - patogênicos para cochonilhas.

- *Akanthomyces* - provoca doença em adultos de broca da cana.

#### 11. Fungos que atacam nematóides

Existem mais de 50 espécies sendo que os gêneros mais importantes são: *Arthrobotrys*, *Dactylaria*, *Dactylella*, *Trichothecium* e *Paecilomyces*.

O ataque ao nematóide pode ocorrer através de armadilhas representadas por bulbos adesivos, laços constricto-

res e laços de hifas adesivas. Também pode se dar a penetração do fungo através da cutícula do nematóide e posterior colonização do mesmo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L.C.; ALVES, S.B.; BOTELHO, P.S.M.; DEGASPARI, N. & PINHEIRO, J.B. Determinação de patogenicidade do *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., sobre ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) de diferentes idades. **R. Brasil Açuc.**, Rio de Janeiro, **102**(2):20-7, 1984.
- ALVES, S.B., ed. **Controle microbiano de insetos**. São Paulo, Editora Manole, 1986. 407p.
- BURGES, H.D , ed. **Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980**. London, Academic Press, 1981. 949p.
- BURGES, H.D. & HUSSEY, N.W., eds. **Microbial control of insects and mites**. London, Academic Press, 1971. 861p.

Tabela 1. Principais fungos entomopatogênicos com possibilidades de serem utilizados no Brasil

Fungo	Estágio de desenvolvimento		Campo para utilização
	Brasil	Outros países	
<i>Aschersonia aleyrodis</i>	***	****	Citros
<i>Beauveria bassiana</i>	***	****	Café, cana, pastagem, algodão, caupi
<i>Beauveria brongniartii</i>	***	*	Cana
<i>Entomophthora muscae</i>	*	*	Tanques de resti-lo, galinheiros, granjas, estábulos, etc.
<i>Erynia radicans</i>	*	**	Caupi
<i>Hirsutella thompsonii</i>	**	****	Citros
<i>Metarhizium anisopliae</i>	****	***	Cana, pastagem, algodão, café
<i>Nomuraea rileyi</i>	**	***	Soja
<i>Paecilomyces farinosus</i>	**	***	Cana, caupi
<i>Verticillium lecanii</i>	**	****	Café, citros, trigo

\* Uso em pequenos experimentos com cultivo de laboratório.

\*\* Experimentos de campo com pequena produção em laboratório.

\*\*\* Experimentos de campo com possibilidades de produção elevada.

\*\*\*\* Produção comercial.

Tabela 2. Espécies de insetos de importância agrícola suscetíveis a *Beauveria bassiana* no Brasil

Espécie	Planta hospedeira	Ocorrência	Estágio
<i>Aethalium reticulatum</i>	Diversas	Natural	Adulto
<i>Atta sexdens rubropilosa</i>	-	Natural	Rainha
		Laboratório	Operárias
<i>Anthonomus grandis</i>	-	Natural	Adultos
<i>Aracanthus</i> sp.	Caupi	Natural	Adulto
<i>Bombyx mori</i>	-	Natural	Lagarta
<i>Brassolis sophorae</i>	Palmáceas *	Natural	Lagarta
<i>Castnia licus</i>	Cana-de-açúcar	Laboratório	Lagarta
<i>Ceretoma arcuata</i>	Caupi	Natural	Adulto
<i>Chalcodermus aeneus</i>	Caupi	Natural	Adulto
<i>Cosmopolites sordidus</i>	Banana	Natural	Adulto
<i>Crimissa</i> sp.	Caju	Natural	-
<i>Deois flavopicta</i>	Pastagem	Natural	Adulto
<i>Diatraea saccharalis</i>	Cana-de-açúcar	Natural	Lagarta
		Laboratório	Lagarta
<i>Diabrotica speciosa</i>	Soja	Natural	Adulto
<i>Diabrotica</i> sp.	Caupi	Natural	Adulto
<i>Dichotomius anaglypticus</i>	Coprófago	Natural	Adulto
<i>Edessa meditabunda</i>	Soja	Natural	Adulto
<i>Galleria mellonella</i>	-	Laboratório	Lagarta
<i>Hypothenemus hampei</i>	Café	Natural	Adulto
<i>Lagriá villosa</i>	Hortícolas	Natural	Adulto
<i>Metamasius hemipterus</i>	Banana	Natural	Adulto
<i>Nezara viridula</i>	Soja	Natural	Adulto
<i>Piezodorus quildinii</i>	Soja	Natural	Adultos/ninfas
<i>Rodolia cardinalis</i>	Predador	Natural	Adultos
<i>Solenopsis invicta</i>	Predador	Laboratório	Adultos
<i>Stenoma decora</i>	Cacau	Natural	Lagarta
<i>Terastia meticulosalis</i>	Eritrina	Natural	Lagarta

## USO DE VÍRUS NO CONTROLE DE PRAGAS

F. Moscardi<sup>1</sup>

### INTRODUÇÃO

O controle biológico constitui tática importante e fundamental em programas de manejo integrado de pragas, representando alternativa viável ao uso unilateral de produtos químicos de amplo espectro predominantemente utilizados em nossos cultivos. Dentre os agentes de controle biológico, os vírus de insetos são considerados como de grande potencial para introdução e colonização em populações de pragas isentas destes agentes ou mesmo para utilização como bioinseticidas em diferentes agroecossistemas (Heimpel 1965; Stairs 1971; Ignoffo 1975a; Falcon 1976; Tinsley 1979; Burges 1981; Cunningham 1982; Payne 1982; Yearian & Young 1982; Moscardi 1984b; Alves 1986). O interesse no desenvolvimento e na utilização de vírus de insetos, particularmente os pertencentes ao grupo dos baculovírus, como tática componente de programas de manejo de pragas, tem sido estimulado por resultados de pesquisa que os indicam como: a) altamente específicos; b) seguros aos verte-

---

<sup>1</sup> Eng.-Agr., Ph.D., Pesquisador da EMBRAPA-CNPSO, Caixa Postal 1061, 86.001, Londrina, PR.

sim dedicar ênfase especial ao grupo dos baculovírus, buscando discorrer, resumidamente, sobre aspectos ligados a características, modo de ação, epizootiologia, produção, segurança a vertebrados e fatores que afetam sua eficiência, além de discutir a utilização prática destes agentes no exterior e no Brasil.

#### GRUPOS DE VÍRUS DE INSETOS: CARACTERÍSTICAS

Sete famílias de vírus produzem infecção em insetos: Baculoviridae, Reoviridae, Poxviridae, Iridoviridae, Parvoviridae, Rhabdoviridae e Picornaviridae, além de outros vírus pequenos, não classificados, constituídos de RNA (Payne e Kelly 1981; Faulkner e Boucias 1985). As três primeiras famílias têm sido testadas ou utilizadas mais frequentemente como bioinseticidas. Estas possuem as partículas virais encrustadas em corpos proteináceos (inclusões), que fornecem certa proteção à desativação por fatores climáticos e à degradação microbiana no solo, contribuindo para maior estabilidade destes grupos, quando utilizados no controle de pragas (Cunningham 1982; Yearian & Young 1982). As demais famílias possuem partículas livres.

A família Baculoviridae subdivide-se em três subgrupos (Mattews 1982). O subgrupo A contém os vírus de poliedro-se nuclear (VPN) e é o mais estudado. O subgrupo B é representado pelos vírus de granulose (VG), cujo corpo-se-inclusão é pequeno (0,2 a 0,5  $\mu\text{m}$ ), menor que o dos VPN, que podem atingir até 15  $\mu\text{m}$ . O formato do corpo-de-inclusão dos

brados (inclusive o homem), plantas, microorganismos e artrópodos benéficos; c) compatíveis com outras táticas de controle; d) alternativas para reduzir a presente dependência criada com o uso de produtos químicos.

Martignone & Iwai (1981) reportam o isolamento de um ou mais tipos de vírus para mais de 800 espécies de insetos e ácaros, sendo, grande número destas, de grande importância econômica para várias culturas. Desde esta revisão, a busca e o isolamento de vírus têm sido intensificados em vários agroecossistemas, de forma que se acredita que este número tenha, atualmente, se elevado para mais de 1.000 espécies, indicando o enorme potencial existente para a utilização de vírus no controle de pragas.

Dentre os grupos de vírus de insetos, o dos baculovírus é que tem sido apontado como de maior potencial para desenvolvimento como bioinseticida, sendo o mais estudado e, de fato, o mais utilizado na prática, devido às suas especificidade e virulência ao hospedeiro e ao maior volume de informações quanto à segurança a vertebrados. Esforços realizados, principalmente nas duas últimas décadas, levaram ao desenvolvimento e ao registro de produtos comerciais à base de vírus em vários países. No Brasil, os esforços no sentido da utilização prática de vírus de insetos são mais recentes, mas com resultados substanciais, uma vez que o vírus de poliedrose nuclear (VPN) da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis*, vem sendo utilizado em larga escala, ao nível do agricultor.

O presente trabalho não tem a pretensão de realizar uma abordagem exaustiva dos diferentes grupos de vírus, mas

VG é elipsoidal, enquanto os VPN possuem corpo-de-inclusão de formato poliédrico (triangular, cubóide, pentagonal hexagonal) com muitas partículas virais no seu interior. A inclusão dos VG possui, geralmente, apenas uma partícula viral no seu interior. O subgrupo C é representado por partículas virais livres (não inclusas em corpo-de-inclusão). Para todos os subgrupos a partícula viral apresenta forma de bastonete (baciliforme).

As partes componentes de VPN e VG são mostradas na Figura 1. Estes vírus apresentam um núcleo constituído de DNA envolto por uma estrutura protéica denominada de capsídeo. Este conjunto forma o nucleocapsídeo, que por sua vez é envolto por uma membrana lipo-protéica dupla denominada envelope. O envelope mais o nucleocapsídeo formam o vírion que é considerado como a unidade infectiva do vírus. No caso de VPN, quando, na matriz protéica (poliedro), encontra-se mais de um nucleocapsídeo por vírion, este é do tipo encrustrado múltiplo (MVPN); é do tipo encrustrado simples (SVPN), quando, no corpo-de-inclusão, ocorre apenas um nucleocapsídeo por vírion.

As famílias de vírus diferenciam-se em vários aspectos, dentre os quais: a) presença ou ausência de corpo-de-inclusão; b) forma de partícula viral; c) tipo de ácido nucleico (DNA ou RNA); d) presença ou ausência do envelope viral; e) tamanho da partícula viral; f) forma e tamanho do corpo-de-inclusão, se presente; g) tecido(s) hospedeiro(s); e h) local de multiplicação viral nas células hospedeiras (núcleo ou citoplasma). Várias características permitem a diferenciação dos diferentes grupos de vírus:

apresentadas na Tabela 1. A diferenciação de vírus dentro de um mesmo grupo é, no entanto, mais complexa e pode ser feita mediante análises bioquímicas, biofísicas, serológicas e biológicas (Payne & Kelly 1981). Além das diferenças apontadas na Tabela 1, os baculovírus, especialmente os VPN, são considerados como geralmente mais virulentos e de ação mais rápida sobre o hospedeiro que aqueles pertencentes aos outros grupos. Alguns grupos, como os vírus do poliedrose citoplasmática (Katagiri 1981), atuam de modo crônico sobre populações de insetos, podendo resultar em efeitos como desenvolvimento larval retardado, pupação incompleta, redução no tamanho e peso de pupas, redução na fecundidade e longevidade de adultos e esterilidade.

#### MODO DE AÇÃO

A literatura referente ao processo infeccioso, bem como outras características dos vírus de invertebrados, especialmente insetos, é abundante. Algumas publicações como as de Harrap (1973), Smith (1976), Maramorosch (1977), Granados (1980 e 1981), Kelly (1981) e Tanada & Hess (1984) englobam estes aspectos, para os diferentes grupos de vírus. Embora este grupos apresentem algumas diferenças quanto ao processo infeccioso, procurar-se-á abordar este aspecto, de forma resumida, para os baculovírus, em especial para o subgrupo A (vírus de poliedrose nuclear), baseado na revisão de Granados (1980).

Embora em condições naturais os vírus de insetos pos-

Apresentadas na Tabela I. A diferenciação de vírus dentro

sam ser adquiridos pelo inseto-hospedeiro transovariamente ou *transovum* (Fine 1984), pelos espiráculos e através de parasitóides, a rota de entrada mais comum é a via oral. O estágio larval de insetos é o mais suscetível à infecção por vírus e, conseqüentemente, a maioria dos estudos relativos aos processos infecciosos têm sido realizados neste estágio biológico.

A infecção típica por VPN em lepidópteros geralmente se inicia com a ingestão de alimento contaminado com poliedros (corpos-de-inclusão), os quais, no tubo digestivo, ao atingirem a região do mesentero, se dissolvem pela ação de sucos gástricos altamente alcalinos (PH 9,5 a 11,5) e, possivelmente, por degradação enzimática, ocorrendo a liberação dos vírions. Estes passam através da membrana peritrófica e entram em contato com os microvilosidades intestinais, havendo, em seguida, fusão do envelope viral com a membrana plasmática destas, liberando os nucleocapsídeos virais, que penetram através das microvilosidades, atingindo células colunares do epitélio do mesentero. No núcleo destas, ocorre uma multiplicação primária do vírus, caracterizada pela ausência de formação de corpos-de-inclusão. Para alguns VPN, como os de himenópteros-desfolhadores, a multiplicação viral se restringe principalmente ao epitélio do mesentero e, neste caso, com formação dos corpos poliédricos de inclusão neste tecido. A penetração no interior do núcleo ocorre através do poro nuclear. No núcleo há a liberação do ácido nucléico (DNA). As partículas virais geralmente atingem as células colunares em uma a quatro horas após a ingestão pelo inseto. A primeira mudança que se ve-

rifica em células do mesentero é um aumento no tamanho do núcleo. Dentro do núcleo formam-se massas densas de cromatina (estroma viral) que aparentemente representam locais de formação de nucleocapsídeos. Progênie viral pode ser observada no núcleo por volta de oito horas após a infecção.

Os nucleocapsídeos formados nas células colunares atravessam a membrana basal do tubo digestivo e atingem a hemolinfa do inseto, que lhes proporciona causar infecções secundárias e sucessivas no núcleo celular de vários tecidos (gorduroso, sangüíneo, reprodutivo, etc.) no homocelo do inseto. Inóculo de VPN pode passar através do epitélio do intestino imediatamente após a ingestão, estabelecendo infecção sistêmica no homocelo antes da multiplicação em células do intestino. Isto parece não ocorrer com as granuloses (VG), que apresentam ciclo de desenvolvimento geralmente mais longo que o dos VPN. Nucleocapsídeos formados em núcleos das células hospedeiras adquirem o envelope viral a partir de membranas nucleares ou síntese "de novo", formando inúmeros vírions. A multiplicação de VPN é limitada ao núcleo de células infectadas, ao passo que, no caso dos VG a multiplicação viral pode ocorrer tanto no núcleo como no citoplasma. Em locais de grande densidade de vírions formam-se gradativamente massas protéicas, que dão origem aos poliedros que, uma vez formados, conterão os vírions no seu interior. Poliedros são geralmente observados no núcleo aos 3-4 dias da infecção. Progressivamente, os núcleos dos vários tecidos infectados vão sendo tomados por poliedros virais acabando por provocar a morte do inseto, que geralmente ocorre aos 6-8 dias da infecção (ingestão de poliedros).

## SINTOMAS E EPIZOOTIOLOGIA

Durante grande parte do período de incubação de vírus entomopatogênicos, os insetos infectados não apresentam sinais da infecção. Um dos primeiros sintomas apresentados por insetos infectados por baculovírus é a perda de apetite e redução na mobilidade, que é acompanhada por uma progressiva descoloração do corpo, ocasionada pela rápida multiplicação do vírus na hemolinfa e no tecido adiposo (Vaughn 1974; Smith 1976). Numa fase mais avançada da doença, especialmente para larvas de lepidópteros, o inseto praticamente perde seus movimentos, não mais se alimenta e apresenta-se com o corpo acentuadamente descolorido (amarelo-esbranquiçado), flácido e de aparência oleosa, o que indica que o inseto encontra-se próximo à morte. No caso de lepidópteros desfolhadores, as larvas morrem geralmente dependuradas pelas patas abdominais em folhas e ramos da parte superior da planta-hospedeira. No caso dos iridovírus (vírus iridocentes), o inseto morto apresenta coloração metálica (verde, azul, lilás, marrom), devido à formação de cristais iridescentes pelas partículas virais nos tecidos atacados (Vaughn 1974; Smith 1976).

O tempo para o aparecimento dos primeiros sintomas e para a morte do inseto infectado é influenciado por diferentes fatores, como a espécie de inseto, quantidade de inóculo ingerida, virulência do vírus ao hospedeiro, idade do hospedeiro, quando da ingestão do vírus, e temperatura durante o período de incubação do patógeno (Vaughn 1974). Conseqüentemente, estes fatores têm efeito marcante sobre

a rapidez da ação destes vírus quando aplicados contra populações de um determinado inseto. Geralmente, os VPN matam o hospedeiro a partir do 5º dia, com pico do 6º ao 8º dia, em temperaturas de 25°C a 28°C. Este período é estendido quando as temperaturas são mais baixas ou quando o vírus é aplicado em doses reduzidas e encurtado quando as temperaturas são mais elevadas, quando são usadas doses maiores e/ou quando a aplicação do vírus é feita contra os instares iniciais da praga visada. O VPN da lagarta da soja, por exemplo, geralmente provoca a morte do inseto em cerca de uma semana, ocorrendo, os sintomas iniciais (descoloração e perda da mobilidade e da capacidade de alimentação), a partir do 4º dia da infecção, em condições prevalentes durante o período da safra da soja no Brasil (Moscardi 1983; Moscardi 1986). No entanto, em algumas regiões com temperaturas médias mais baixas, a morte do inseto ocorre por volta do 10º dia.

Após a morte, o corpo do inseto geralmente se rompe facilmente, liberando grande quantidade de vírus sobre as plantas, que servirá de inóculo para contaminar outros insetos-hospedeiros presentes na cultura. Uma lagarta grande (> 2,5 cm) de *A. gemmatilis*, por exemplo, libera em média 1,5 a 2,0 bilhões de poliedros (corpos-de-inclusão), sendo que cada poliedro pode conter 100 ou mais partículas virais. O inóculo liberado de insetos infectados ou mortos é disseminado de várias maneiras, em uma determinada área e para fora desta, de forma a provocar epizootias cíclicas sobre populações naturais do hospedeiro (Balch & Bird 1944; Tanada 1963).

A ação e o movimento de predadores, parasitóides e mesmo artrópodes-fitófagos, em áreas de ocorrência de vírus de insetos, têm se mostrado importantes na disseminação destes agentes. Insetos infectados, ao perderem sua mobilidade e capacidade de defesa, tornam-se presa fácil de predadores (insetos e pássaros), que carregam vírus em partes externas do corpo (patas, aparelho bucal, abdome) ou os disseminam através das fezes, uma vez que tem sido observado que corpos-de-inclusão (poliedros) de baculovírus geralmente passam intactos pelo aparelho digestivo de predadores (Balch & Bird 1944; Smirnoff 1959; Tanada 1963, Beegle & Oatman 1975; Smirnoff 1975; Lautenschlager & Podgwaite 1979; Lautenschlager et al., 1980; Abbas & Boucias 1984; Moscardi & Corrêa-Ferreira 1985). Quaisquer insetos e ácaros, inclusive o próprio hospedeiro e outros insetos fitófagos, que se movimentam de áreas contendo vírus para áreas isentas destes, são disseminadores potenciais destes patógenos (Tanada 1963; Szalay-Marzsó & Vago 1975, Gard & Falcon 1978). Trabalhos realizados com o VPN da lagarta da soja mostraram que este vírus passa ativo pelo trato digestivo de vários insetos predadores e que liberações de *Calosoma granulatum* e *Callida* sp., contaminados pelo patógeno, em gaiolas contendo lagartas de *A. gemmatalis* sadias sobre plantas de soja, promoveram altas mortalidades do inseto por vírus (Moscardi & Corrêa-Ferreira 1985). Além disto, os autores observaram, a campo, que, além dos predadores, vários insetos fitófagos como pentatomídeos, crisomelídeos (*Colaspis* sp., *Cerotoma* sp.), bem como lagartas sadias de *A. gemmatalis*, eram atraídos para la-

gatas infectadas ou mortas e destas se alimentavam.

O solo representa o principal reservatório para a preservação de vírus de insetos por longos períodos de tempo e, conseqüentemente, é importante fonte de inóculo inicial para o desenvolvimento de epizootias cíclicas naturais sobre populações de pragas (Jaques 1967b; 1975 e 1977). Sempre que ocorre mortalidade natural ou induzida de insetos por vírus em uma cultura, o patógeno é depositado em grandes quantidades na camada superficial do solo, pela ação de chuvas e pela queda de insetos mortos, onde é menos afetado pela ação da irradiação solar. Os corpos-de-inclusão dos baculovírus, além de conferirem certa proteção à desativação das partículas virais por fatores climáticos, não são facilmente degradados pela ação microbiana do solo (Jaques 1975). Em sistemas mais estáveis, como é o caso de florestas e pastagens, o vírus pode persistir em níveis elevados por vários anos no solo. Em culturas anuais, as modificações no solo são mais freqüentes e, conseqüentemente, a maior ou menor persistência de vírus no solo vai depender das operações de cultivo que são realizadas na área de ocorrência ou aplicação destes agentes. Os vírus presentes no solo de um ano para outro podem chegar às plantas aderidos às partículas de solo, através de respingos de chuva, pelo vento e pelo movimento de artrópodes do solo para as plantas. Insetos-hospedeiros ao se alimentarem de plantas contendo o vírus tornam-se infectados e morrem posteriormente, liberando mais vírus no ambiente, que podem ser suficientes para o início de uma epizootia sobre suas populações.

Em trabalhos realizados com o vírus da lagarta da soja, verificou-se que, depois de 14 meses, o vírus manteve cerca de 40 % de sua atividade original, em solo cultivado em sistema de plantio direto, comparado a cerca de 15 % da atividade original em solo cultivado em sistema de plantio convencional (Moscardi & Kastelic, dados não publicados). Neste mesmo estudo, observou-se que operações de aração e gradagem provocaram reduções substanciais na atividade do patógeno presente no solo. Verificou-se, ainda, que o nível remanescente de vírus no solo de um ano para outro, em ambas as áreas, foi suficiente para provocar epizootias sobre populações naturais da lagarta da soja.

Alguns vírus, inclusive diversos baculovírus, podem ser transmitidos para gerações subseqüentes na superfície (*transovum*) ou no interior dos ovos (transmissão transovariana) (Bird 1961; Fine 1984). Este tipo de transmissão pode desempenhar papel fundamental na disseminação e no desenvolvimento de epizootias em populações de pragas (Tanada 1963; Smith 1976). Outros fatores como temperatura, umidade, precipitação, irradiação solar, densidade do hospedeiro, virulência do vírus e tipo de planta, contribuem e/ou afetam o desenvolvimento de epizootias por vírus de insetos (Tanada 1963; Smith 1976). No entanto, a ocorrência de epizootias naturais, em tempo de evitar danos econômicos a uma determinada cultura, vai depender da intensidade e das interações entre os fatores que promovem epizootias, bem como da velocidade e da taxa de aumento da população do inseto-praga.

## ESPECIFICIDADE E SEGURANÇA DE BACULOVÍRUS

Os baculovírus, especialmente os vírus de poliedrose nuclear (VPN), têm sido mais extensivamente estudados quanto à especificidade e à segurança a diferentes organismos como invertebrados, plantas, vertebrados (inclusive o homem) e microorganismos (Summers et al. 1975). Em recente revisão sobre testes relativos à segurança de baculovírus, realizada por Burges et al. (1980), ficou demonstrado que vários VPN testados se mostraram inócuos e não se replicaram em microorganismos, vertebrados, plantas, em invertebrados não insetos e em culturas de células dos últimos três organismos. Verificou-se, ainda, que a reaplicação de VPN foi pouco freqüente em famílias de insetos diferentes da do hospedeiro original. O resumo referente a testes realizados com diferentes tipos de organismos, que será apresentado a seguir, baseia-se, na sua maior parte, na revisão de Burges et al. (1980) sobre o assunto.

### *Testes com invertebrados*

Os baculovírus são considerados como bastante específicos. Embora a maioria dos testes tenham sido realizados com VPN, os vírus de granulose (VG) têm sido detectados apenas em lepidópteros e são apontados também como altamente específicos. Alguns VPN podem ser tão específicos ao ponto de infectar apenas uma espécie de inseto, como tem sido observado para algumas espécies de himenópteros-desfolhadores (Burges et al. 1980). Outros restringem-se ao ní-

vel de gênero, como é o caso do VPN de *Heliothis* que infecta sete espécies deste gênero (Ignoffo 1968; Ignoffo 1973; Ignoffo e Couch 1981). Este vírus não infectou 32 outras espécies de insetos (22 lepidópteros e 15 espécies de outras ordens), em doses variando de 10 a 100 vezes a dose recomendada para o controle de *Heliothis* a campo. Já o VPN de *Autographa californica* tem mostrado espectro mais amplo de hospedeiros, infectando 13 espécies de diferentes gêneros e famílias de lepidópteros. Testes realizados com o VPN da lagarta da soja, *A. gemmatalis*, mostraram que este infecta outras espécies de lepidópteros, inclusive em diferentes gêneros e famílias (Carner et al. 1979; Moscardi e Corso 1981; Pavan e Boucias 1981), entretanto em doses muito elevadas em relação àquelas necessárias para provocar mortalidades em *A. gemmatalis*. O bicho-da-seda, *Bombyx mori*, por exemplo, só apresentou alguma infecção (2,0 %) na dose de  $2,5 \times 10^6$  poliedros/lagarta, enquanto o hospedeiro original, *A. gemmatalis*, com apenas 10 poliedros/lagarta apresentava mortalidade de 12,5 % (Moscardi e Corso 1981). Testes realizados com outros invertebrados (não insetos), como aqueles realizados com o VPN de *Heliothis* (Ignoffo e Couch 1981), mostraram que o vírus não foi capaz de infectar diferentes espécies de camarão, ostras, ácaros, dentre outros invertebrados.

#### Testes com vertebrados

Os baculovírus ocorrem somente em invertebrados. Não há registro de vírus semelhantes pela pesquisa médica e ve-

terinária. Segundo Burges et al. (1980), isto pode ser considerado como uma evidência que é vasta em abrangência e no tempo, porque os vertebrados, inclusive o homem, têm sido continuamente expostos a vírus de invertebrados na natureza, muitas vezes a quantidades maciças destes agentes.

Esta evidência é suportada por grande quantidade de dados experimentais, os quais abrangem atualmente mais de 40 baculovírus testados em diferentes vertebrados, os quais foram submetidos a exposições extremas a estes agentes, sem que houvesse evidência de efeitos adversos nos organismos testados (Heimpel 1971; Ignoffo 1973 e 1975b; Burges et al. 1980; Burges 1981; Cunningham & Entwistle 1981; Ignoffo e Couch 1981; Lewis 1981). Nestes testes, os vertebrados testados abrangeram camundongos, ratos, cobaias, coelhos, cachorro, porco, macaco, galinha, peru e várias espécies de pássaros e de peixes. O VPN de *Heliothis*, primeiro vírus registrado nos EUA, foi o mais estudado, tendo sido testado inclusive no homem. Os vírus foram geralmente ministrados aos vertebrados por via oral, por inalação e por aplicação intradérmica, intramuscular, intracerebral, intravenenosa, intraperitoneal ou subcutânea, utilizando-se corpos-de-inclusão (poliedros) intactos ou dissolvidos, vírions ou DNA infectivo como inóculo. As avaliações envolveram testes de curto e longo prazo, quanto à toxicidade, à patogenicidade, aos efeitos alérgicos, à irritação da pele e dos olhos, e, inclusive, à possibilidade de efeitos carcinogênicos e teratogênicos. Diversos baculovírus foram testados em culturas de células de vários vertebrados, inclusive do homem, sem que ocorressem efeitos citopáticos nas células submeti-

das aos vários vírus testados (Ignoffo 1975b; Burges et al. 1980).

O volume substancial de dados experimentais com baculovírus mostra que estes agentes são muito específicos, havendo pouca probabilidade de ocorrência de efeitos adversos a vertebrados e outros organismos. Até o momento, segundo Burges et al. (1980), os baculovírus de insetos têm desafiado as tentativas da ciência em induzir infecções em vertebrados, como também em outros organismos que não insetos.

### PRODUÇÃO DE VÍRUS DE INSETOS

Presentemente, os vírus de insetos podem ser produzidos em grande escala somente no inseto-hospedeiro (in vivo), embora seja possível sua multiplicação, especialmente dos vírus de poliedrose nuclear, em linhas de células de insetos (in vitro) (Ignoffo 1966; Ignoffo & Couch 1981; Lewis 1981; Shapiro 1982). Este segundo método tem sido possível para alguns VPN, mas em pequena escala, visando o desenvolvimento de estudos cuja realização in vivo seria difícil ou impossível. Sua aplicação como método de produção massal de baculovírus, entretanto, esbarra em problemas técnicos e econômicos ainda não superados (Shapiro 1982).

A produção in vivo implica na disponibilidade do inseto-hospedeiro em grande quantidade para inoculação com o vírus que se deseja produzir. Esta produção pode se dar das seguintes maneiras: a) em populações naturais ou em insetos

coletados a campo; b) em insetos produzidos em laboratório, em dieta artificial; e c) pela combinação dos dois métodos anteriores.

### Multiplicação em populações naturais ou em insetos coletados a campo

Desde o início da utilização de vírus de insetos até o presente, tem sido utilizada a multiplicação a campo. Este método consiste na aplicação do vírus contra populações naturais do inseto-hospedeiro e na posterior coleta dos insetos mortos pelo patógeno, visando sua utilização na forma impura ou após processamento (purificação e formulação). Durante a década de 1950, produtores de alfafa na Califórnia, EUA, tinham como prática a coleta de lagartas de *Colias eurytheme* mortas por um VPN, para posterior uso na forma impura contra o inseto ou mesmo para armazená-las de um ano para outro (Thompson & Steinhaus 1950). Esta prática foi comum até o início dos anos 60, quando as primeiras formulações comerciais de *Bacillus thuringiensis* se tornaram disponíveis (Falcon 1975). O vírus de *Trichoplusia ni*, introduzido na Colômbia, foi utilizado da mesma forma, propiciando a solução para um problema grave que representava o inseto na cultura do algodão. Vírus de *Spodoptera* spp. e de espécies de *Plusiine* chegaram também a ser coletados a campo e utilizados na forma impura nos EUA (Falcon 1975; Hall 1963). Devido à indisponibilidade de dietas artificiais para himenópteros-desfolhadores (Diprionidae), em florestas nos EUA, Canadá e Europa, vários VPN, especial-

mente os de *Neodiprion sertifer*, *N. lecontei* e *N. swaini*, têm sido produzidos em insetos coletados a campo e infectados no laboratório, ou através do tratamento de populações a campo com posterior coleta de larvas mortas (Cunningham & Entwistle 1981). No Brasil, o vírus da lagarta da soja, *A. gemmatalis*, é predominantemente multiplicado a campo (Moscardi 1983; Moscardi & Corrêa-Ferreira 1985; Moscardi 1986).

A produção de vírus em populações naturais do inseto-hospedeiro é, sem dúvida, o método mais econômico e o que produz maior rendimento por unidade de esforço. Resultados de coletas efetuadas nas safras 84/85 e 85/86, propiciaram produções médias de 20 kg de lagartas mortas/dia, em lavouras de soja infestadas pelo inseto, utilizando-se 25-30 homens/dia na coleta (Moscardi, dados não publicados). Num só dia de coleta, conseguiu-se até 105 kg de lagartas mortas, suficiente para o tratamento de 7.000 ha, levando-se em conta que 15 g de lagartas mortas por *Baculovirus anticarsia* são necessárias para tratar 1 ha. Em cada uma das safras coletou-se, durante 20 dias, vírus para cerca de 40.000 ha, a um custo equivalente ao tratamento químico em 1.000 ha. Insetos coletados a campo podem, também, ser inoculados em laboratório, sob condições controladas.

A coleta a campo ou a multiplicação em insetos coletados no campo, entretanto, dependem da sazonalidade do inseto-hospedeiro, ou seja, a produção ocorre geralmente em períodos curtos durante o ano, quando diversos fatores como baixa ocorrência do inseto, alta incidência de parasitoides, predadores e outros entomopatógenos, podem prejudicar

a multiplicação de vírus. Por exemplo, a alta incidência do fungo *Nomuraea rileyi* sobre populações de lagarta da soja, típica de anos úmidos, reduz substancialmente a multiplicação do seu VPN a campo. Além disto, a produção de vírus a campo é muito dificultada, se não impossível, quando o inseto-hospedeiro apresenta hábitos subterrâneos ou passa grande parte da fase larval no interior de partes da planta-hospedeira, a exemplo das brocas e dos minadores.

### *Produção sobre insetos criados em laboratório*

A criação massal de insetos em dietas artificiais permite a produção contínua de vírus sobre populações uniformes do hospedeiro, além da utilização de insetos criados assepticamente que, em conseqüência, pode possibilitar a obtenção de vírus com menor nível de contaminantes, quando comparada a outros métodos de multiplicação in vivo de vírus. Este método implica na aplicação do vírus na superfície ou na incorporação do patógeno na dieta que é oferecida ao inseto-hospedeiro, sendo os insetos mortos coletados e armazenados sob congelamento para posterior uso do patógeno na forma impura ou na forma purificada, após sua formulação ou não. Vários vírus, especialmente baculovírus, vêm sendo produzidos em insetos criados em dieta artificial (Ignoffo 1966; Ignoffo & Couch 1981; Lewis 1981; Shapiro 1982). O rendimento na produção de vírus vai depender da biomassa larval produzida por recipiente de criação (Shapiro 1982), uma vez que a quantidade de vírus produzido por lagarta aumenta proporcionalmente ao aumento no comprimento e no

peso em que o inseto morre após a inoculação. Conseqüentemente, o estágio ou tamanho no qual o inseto é inoculado, a dose do patógeno utilizada, a densidade do hospedeiro por recipiente de criação e a temperatura, dentre outros fatores, tornam-se importantes para maximizar o rendimento na produção de vírus e minimizar, em decorrência, os custos de produção (Shapiro 1982).

O VPN da lagarta da soja é produzido em laboratório segundo esquema apresentado na Figura 2. Os insetos são criados continuamente em dieta artificial, segundo metodologia desenvolvida no CNPSo-EMBRAPA (Hoffmann-Campo et al. 1985). A maior parte (90-95 %) da produção diária de lagartas (20.000 - 25.000) é utilizada para a multiplicação do vírus. No laboratório de multiplicação do patógeno, este é produzido segundo Moscardi et al. (1985). As lagartas são inoculadas quando atingem o início do 5º instar (cerca de 2,0 cm); estas são colocadas em número de 25 por copo de papelão parafinado (Hoffmann-Campo et al. 1985) contendo dieta artificial, a qual é pulverizada na superfície com uma suspensão purificada do vírus, contendo  $1,0 \times 10^7$  a  $4,0 \times 10^7$  poliedros do patógeno/ml. As lagartas inoculadas são incubadas a uma temperatura de 26-28°C. As lagartas morrem do 6º ao 10º dia (pico no 7º ao 8º dia) da inoculação, sendo coletadas e armazenadas a -18°C para posterior processamento e uso do vírus pelo agricultor. Esta combinação de fatores foi a que proporcionou maior rendimento na produção do VNP de *A. gemmatalis*, quando comparada a outras combinações envolvendo o estágio de infecção do inseto, densidade por copo de criação e dose do vírus (Moscardi et al. 1985).

A temperatura é um fator importante na produção de vírus, uma vez que pode regular a síntese de proteínas e ácidos nucleicos virais, como também a síntese de componentes celulares do hospedeiro (Thompson 1959; Ignoffo 1966; Martignoni & Iwai 1977; Boucias et al. 1980; Johnson et al. 1982). O vírus da lagarta da soja, por exemplo, desenvolve infecção sobre o hospedeiro, com tempo de desenvolvimento (inoculação a morte do inseto) variando de 18,1 dias (15°C) a 5,5 dias (30°C), sendo, no entanto, a infecção viral inibida a 10°C e a 40°C (Johnson et al. 1982). Para que se minimize possíveis alterações genéticas de vírus, provocadas por sucessivas passagens deste pelo hospedeiro, é importante a produção inicial de grande quantidade de inóculo purificado do patógeno e o seu armazenamento em subamostras, a -20°C, de forma a garantir inóculo-padrão para vários anos de produção (Ignoffo & Couch 1981). Métodos para a purificação dos vários grupos de vírus de insetos são atualmente disponíveis (Payne & Kelly 1981). O controle de qualidade de cada lote de vírus obtido pode ser feito mediante biotestes com o inseto-hospedeiro e avaliações quantitativas e qualitativas de contaminantes (especialmente bactérias e outros patógenos) presente no material produzido (Ignoffo 1966; Ignoffo 1973; Shapiro 1982). Quando o vírus é processado em formulações, é necessária a avaliação de possíveis perdas da atividade do patógeno através de biotestes, em cada etapa do processo de formulação.

## Outros métodos de produção *in vivo*

A produção de vírus em insetos criados massalmente em dieta artificial é, geralmente, muito menos econômica que a produção efetuada a campo. Por outro lado, a produção a campo é descontínua, pois restringe-se à época de ocorrência natural do inseto. À exceção de brocas, insetos-subterrâneos e outros de hábito críptico, é possível uma combinação dos dois métodos, de forma a garantir produção contínua de vírus e reduzir os custos envolvidos na sua produção. Estes métodos consistem na utilização de insetos criados em laboratório para promover infestações em plantas cultivadas em casa-de-vegetação, em gaiolas e casas teladas a campo, em cultivos semeados fora de época. As populações assim obtidas são pulverizadas com suspensões do patógeno, sendo os insetos mortos posteriormente coletados e armazenados sob congelamento.

O uso de casas teladas de 24 m<sup>2</sup>, sobre soja semeada antes da época normal, para liberações de mariposas da lagarta da soja obtidas de criação massal em laboratório, mostrou-se viável para a produção do VPN de *A. gemmatalis* (Moscardi & Oliveira 1984a). Neste caso, as populações de lagartas resultantes da liberação de mariposas eram tratadas com o vírus, para posterior coleta de lagartas mortas. O uso de telado grande (160 m<sup>2</sup>) móvel, com o mesmo fim, mostrou-se adequado para grandes produções de vírus. Da mesma forma, o uso de gaiolas pequenas (1,20 x 1,20 m) a campo, com liberação de lagartas obtidas em laboratório, mostrou-se satisfatório e vem sendo utilizado no CNPSo-EM-

BRAPA para produção do patógeno.

## FATORES QUE AFETAM A EFICIÊNCIA DE VÍRUS DE INSETOS

Vários fatores afetam a estabilidade e a eficiência de vírus de insetos, sendo estes resumidos a seguir:

### a) Irradiação solar

A irradiação solar, principalmente o espectro ultravioleta, tem sido apontada como o principal fator que concorre para a desativação de vírus de insetos (Steinhaus 1960; Tanada 1973; Yendol & Hamlen 1973; Jaques 1977). Os vírus que possuem corpo-de-inclusão (VPN, GV, EPV, CPV) são, em função da proteção conferida por estes corpos proteínicos, menos sensíveis à radiação solar que os vírus de partículas livres (VI, DSV, sigmavírus, enterovírus, etc.) (Jaques 1977). Vários estudos têm demonstrado que o comprimento de onda da luz ultravioleta predominante na luz solar (280-300 nm) inativa baculovírus em intensidade semelhante à luz ultravioleta considerada mais efetiva como germicida, que se situa ao redor de 237 nm (Bullock 1967; Gudauskas & Cannerday 1968; Jaques 1968; David 1969; Bullock et al. 1970; Smirnoff 1972). Vírus aplicados sobre a superfície de plantas, a campo, podem ser desativados rapidamente pela irradiação solar. A literatura mostra que, no geral, vários vírus são desativados de dois a cinco dias, quando aplicados sobre plantas, a campo (Jaques 1977).

A adição de adjuvantes, que promovem proteção aos vírus, têm sido testada e utilizada em formulações de bioinseticidas virais, com o objetivo de prolongar a atividade destes agentes a campo (Ignoffo & Batzer 1971; Jaques 1971, 1972 e 1977; Ignoffo & Couch 1981). Desta forma, o VPN de *Trichoplusia ni* e o VG de *Pieris rapae* mantiveram atividade por cinco dias, quando aplicados isoladamente sobre plantas-hospedeiras dos insetos, enquanto que misturas destes vírus com levedura de cerveja + carvão ou com leite desnatado + carvão promoveram retenção de 80 % da atividade original dos patógenos, aos 15 dias da aplicação (Jaques 1971 e 1972). A aplicação em couve, a campo, mostrou que misturas de leite desnatado + carvão ou albumina de ovo + carvão proporcionaram um aumento de até três vezes na meia-vida destes vírus. Diferentes substâncias foram testadas com o VPN de *Heliothis*, várias delas proporcionando maior persistência de atividade do vírus (Ignoffo e Couch 1981). Trabalhos desenvolvidos com o VPN da lagarta da soja mostraram que diferentes preparações do vírus apresentaram comportamento diferenciado quanto à persistência sobre folhas de soja (Moscardi 1983, 1986). A meia-vida do vírus purificado mais um adjuvante (argila) foi de cerca de oito dias, enquanto para uma preparação impura do vírus (maceração de lagartas e coagem) a meia-vida foi de sete dias. O vírus purificado (desprotegido) apresentou meia-vida de quatro dias. O prolongamento da atividade de vírus impuro em relação a vírus purificado tem sido relatado na literatura (David 1969; David & Gardiner 1966; Jaques 1971, 1972). Esta constatação tem sido atribuída a materiais proteínacos

e outras substâncias do inseto contidas em suspensões impuras de vírus (Jaques 1975 e 1977).

Devido ao efeito exercido pela irradiação ultravioleta sobre vírus de insetos, sua aplicação ao entardecer, tem sido preconizada como forma de garantir manutenção da atividade destes agentes nas horas subseqüentes à aplicação e, em conseqüência, aumentar a probabilidade dos insetos presentes na lavoura tratada entrarem em contato com uma dose letal do patógeno (Smirnoff 1972; Moscardi 1983 e 1986; Ignoffo 1985). Embora a desativação de vírus seja rápida, a grande mortalidade provocada por estes agentes, quando pulverizados sobre culturas, proporciona altos níveis de reposição do patógeno no ambiente, que pode resultar na manutenção do inseto em populações abaixo do nível de dano econômico para a cultura. A lagarta da soja geralmente é controlada com apenas uma aplicação do seu VPN durante o ciclo da cultura, devido à reposição contínua do vírus em áreas tratadas com o patógeno (Moscardi 1983 e 1986).

## b) Temperatura

Os vírus de insetos são muito pouco afetados, em sua atividade, por baixas temperaturas. De fato, estes mantêm a atividade por longos períodos de tempo, sob refrigeração ou congelamento (Jaques 1977). O VPN purificado de *Heliothis*, por exemplo, manteve substancial parcela da atividade após 25 anos de armazenamento a 5°C (Ignoffo 1985). Da mesma forma, o VPN de *Bombyx mori* reteve mais de 50 % de atividade após 20 anos, a 4°C (Steinhaus 1960). Na revisão efetuada por Jaques (1977) é relatado que vários vírus pu-

rificados, armazenados de zero a 4°C, perderam menos de 10 % da atividade após 4 a 6,5 anos. O congelamento retém a atividade de vírus purificado ou impuro por longos períodos (David & Gardiner 1967; Jaques 1977) e é recomendado para a manutenção de vírus-estoque utilizado na multiplicação sucessiva sobre o hospedeiro em laboratório ou para o armazenamento visando aplicação a campo (Ignoffo e Couch 1981). O vírus da lagarta da soja, após cinco anos de armazenamento a -18°C não apresentou evidência de perda de atividade (Moscardi, dados não publicados). O armazenamento de suspensões de vírus impuro ou de lagartas mortas deve, necessariamente, ser feito em condições de congelamento. Do contrário, há grande multiplicação de bactérias, que inviabiliza o uso do material.

Embora altas temperaturas possam desativar vírus de insetos (Jaques 1977; Tanada 1963; Ignoffo 1985), os trabalhos realizados por vários autores demonstram que as temperaturas máximas, que normalmente ocorrem em agroecossistemas, provavelmente não desativam vírus de poliedrose nuclear e granuloses a uma taxa suficientemente rápida, após a aplicação, para afetar, substancialmente, a eficiência da aplicação destes agentes (Jaques 1977; Tanada 1963; Ignoffo 1985). Entretanto, tem-se observado que o processo de infecção viral no hospedeiro pode ser inibido em altas e em baixas temperaturas. O vírus de *Heliothis* teve sua multiplicação no inseto inibida a 40°C (Ignoffo & Couch 1981). Resultados semelhantes foram observados a 36°C com o VG de *Pieris rapae* e a 39°C com o VPN de *Trichoplusia ni* (Tanada 1963). O VPN da lagarta da soja, *A. gemmatilis*, teve seu

processo infeccioso inibido a 10°C e a 40°C (Johnson et al. 1982). Esta aparente resistência do hospedeiro à infecção viral, em condições de baixas ou altas temperaturas, parece estar relacionada a um efeito sobre o mecanismo ou modo de invasão de vírus no inseto ou a um aumento nas imunidades celulares e hormonais, em resposta a baixas ou altas taxas metabólicas do inseto nestas condições (Tanada 1963). Estes estudos foram realizados em laboratório em temperaturas constantes. Entretanto, quando houve alternância entre baixas e altas temperaturas, os mesmos insetos geralmente se tornaram suscetíveis à infecção (Tanada 1963).

### **c) Umidade**

A umidade tem pouco efeito sobre a estabilidade e a eficiência de vírus de insetos, ao contrário do que se verifica para outros grupos de entomopatógenos (Jaques 1977). Tem se observado, também, que a precipitação geralmente não reduz significativamente a quantidade e a atividade de depósitos de vírus sobre folhas e outras partes de plantas (David & Gardiner 1966; Bullock 1967; Jaques 1967a). Pulverizações do VPN da lagarta da soja, antecedendo chuvas, em vários locais, não indicaram perda de atividade do patógeno sobre folhas (Moscardi, observações pessoais).

### **d) Substrato**

Depósitos de vírus sobre plantas podem ser desativados de maneira diferenciada, em função da arquitetura da planta, local e espécie de planta onde o patógeno é deposi-

tado, dentre outros fatores inerentes ao substrato. Plantas cuja arquitetura propicia proteção à ação da radiação solar sobre depósitos de vírus, promovem maior persistência da atividade de vírus que plantas cuja arquitetura permite maior penetração da radiação solar em seu interior; da mesma forma, vírus depositados nas folhas internas de uma planta arbustiva são mais protegidos que aqueles depositados em folhas da periferia (Jaques 1977; Jaques & Morris 1981). Em testes realizados na África, observou-se que o VPN de *Heliothis* apresentou meia-vida de menos de dois dias em algodão, enquanto em sorgo a meia vida do vírus foi superior a 30 dias, sendo ainda detectada atividade na colheita (mais de 80 dias da aplicação) (Roome & Daoust 1976). Esta persistência prolongada foi atribuída à maior proteção contra a radiação solar conferida aos corpos-de-inclusão depositados na "cabeça" do sorgo (grãos). O VPN de *Heliothis* depositado no cálice, bráctea ou flor e na parte inferior de folhas do algodão foi mais protegido do que quando depositado na superfície superior de folhas terminais ou maduras; a persistência do vírus foi cerca de dez vezes maior no cálice e na superfície interna de brácteas do que em folhas maduras (Yearian & Young 1974, citados por Ignoffo & Couch 1981).

Há evidência que algumas substâncias presentes em folhas podem contribuir para a perda de atividade de vírus aplicados a campo, a exemplo do observado por Andrews & Sikorowski (1973). Os autores verificaram que em folhas de algodão o VPN de *Heliothis* spp. era desativado durante a noite e observaram que o orvalho formado na superfície fo-

liar da cultura era alcalino (pH 9,6 - 10,1). PH alcalino (> 9,0) tem sido relacionado à desativação de vírus de insetos. Este fator pode estar relacionado à menor persistência da atividade observada para o VPN de *Heliothis* em folhas de algodão, quando comparada à persistência observada em folhas de soja e tomate (Young & Yearian 1974).

O solo, como substrato de vírus de insetos, fornece proteção a estes agentes por longos períodos de tempo e é principalmente a partir de vírus remanescente no solo que se iniciam epizootias anuais sobre populações de insetos, como já discutido anteriormente neste trabalho.

#### **e) Idade e população do hospedeiro**

Adultos de insetos são geralmente resistentes à infecção por vírus, particularmente baculovírus, embora estes possam transmitir vírus, na forma ativa ou latente, a sua progênie (Bird 1961; Tanada 1963; Fine 1984). Na fase larval, geralmente a mais suscetível, os insetos tendem a se tornar mais resistentes à infecção viral à medida que estes progridem no seu desenvolvimento (Tanada 1963 e 1965; Smith 1976; Whitlock 1977; Ignoffo & Couch 1981). Conseqüentemente, a composição etária de uma população de inseto é fator limitante para o sucesso na aplicação de vírus a campo. A lagarta da soja, por exemplo, quando inoculada no 5º ínstar, apresentou decréscimo de 40-50 vezes na suscetibilidade ao seu VPN, em relação a lagartas do 1º ínstar (Moscardi 1983). O maior decréscimo na suscetibilidade ocorreu a partir do 4º ínstar (1,5 cm), indicando que aplicações a campo deveriam ser efetuadas quando a maioria das lagartas

tivessem tamanho igual ou inferior a 1,5 cm.

Além do conhecimento da suscetibilidade em função do instar e tamanho larval, a decisão quanto à aplicação ou não de um inseticida viral deve levar em conta o nível populacional do inseto visado. Embora o consumo de insetos infectados seja substancialmente reduzido, o nível de desfolha ou de dano provocado por insetos contaminados pode ultrapassar os limites críticos para determinada cultura, dependendo de sua intensidade populacional. Desta forma, é importante o estabelecimento de limites máximos, em termos de abundância do hospedeiro, para a aplicação de vírus de insetos. No caso do vírus da lagarta da soja, sua aplicação é condicionada pela existência na lavoura de larvas na maioria (> 80 %) menores que 1,5 cm e pelo número máximo de 20 larvas por metro linear de soja (Moscardi & Oliveira 1984b; Moscardi 1983).

#### **f) Hábito de hospedeiro**

Como os vírus de inseto atuam por ingestão, insetos desfolhadores são mais facilmente controlados por estes agentes que insetos de hábito críptico (subterrâneos, brocas, minadores, etc.). Estes últimos, embora possam apresentar alta suscetibilidade aos seus vírus em laboratório, podem escapar ao controle por estes agentes, quando aplicados a campo, pela baixa probabilidade destes insetos ingerirem dose letal do patógeno. Conseqüentemente, as aplicações de vírus a campo para o controle de brocas, por exemplo, devem ser feitas visando estágios iniciais de infesta-

ção da praga, baseadas no monitoramento de populações de adultos e no conhecimento da biologia do inseto. O controle da lagarta da maçã do algodoeiro com vírus é realizado mediante a aplicação do patógeno contra os primeiros instares larvais do inseto (Ignoffo & Couch 1981). A adição de atraentes para alimentação, na formulação do vírus, foi uma outra forma encontrada para aumento da eficiência do patógeno contra a lagarta da maçã. Richards (1986) recomenda o monitoramento de população de adultos e a utilização de informações sobre exigências térmicas de *Cydia pomonella*, para que pulverizações de seu vírus de granulose possam ser dirigidas contra os instares iniciais do inseto em pomares de maçã.

#### g) Equipamentos e tecnologia de aplicação

A maioria das aplicações de vírus de insetos tem sido realizadas mediante pulverização, seja terrestre ou aérea, com equipamentos e tecnologias desenvolvidos para a aplicação de produtos químicos. Embora hajam muitos exemplos de uso bem sucedido de vírus com estes equipamentos e tecnologias, existem também número substancial de insucessos (Yearian 1978). De um modo geral, para a maioria das espécies de pragas, uma melhor e mais uniforme cobertura de plantas é fator fundamental para uma aplicação eficiente de vírus, uma vez que estes agentes têm que ser ingeridos para poderem atuar sobre o inseto visado. O grau de cobertura de plantas obtido é muito afetado pelo tamanho de gotas e o volume de água, os quais são afetados pelo tipo de

equipamento utilizado. Outros fatores como a formulação utilizada, viscosidade do líquido, altura de aplicação, pressão, velocidade horizontal do vento, umidade relativa, temperatura, precipitação, tipo de planta e hábito do inseto visado, desempenham influência marcante sobre a eficiência de aplicação de vírus (Smith & Bouse 1981). Em função das inúmeras variáveis que podem influenciar a aplicação de vírus, a comparação de resultados obtidos em dois ou mais locais, mesmo quando a mesma combinação inseto-planta-vírus-equipamento é estudada, torna-se muito difícil (Smith & Bouse 1981).

A aplicação terrestre de vírus é geralmente considerada mais eficiente que a aplicação aérea, em termos de deposição do agente ativo na cultura visada (Yearian 1978), devido, principalmente, à distância relativamente curta dos bicos de pulverização em relação ao topo das plantas visadas e ao maior volume de suspensão normalmente empregado em equipamento terrestre. Por outro lado, produtos virais, aplicados por via aérea, são mais sujeitos à perda por deriva e por evaporação, especialmente quando o veículo é água aplicado em baixo volume. Ware et al. (1970), citados por Yearian (1978), verificaram perdas devido à deriva 4 a 5 vezes maiores que aquelas verificadas com equipamento terrestre, a um mesmo volume de líquido. No entanto, o uso de substâncias que aumentam a viscosidade da suspensão e de substâncias que retardam a evaporação podem ser utilizadas para aumentar a deposição do agente ativo na área visada e, conseqüentemente, tornar a aplicação aérea de vírus eficiente, mediante melhor cobertura das plantas (Yearian

1978; Smith e Bouse 1981). O uso de melação e óleos vegetais e minerais, além de outras substâncias, como veículo de agentes microbianos, resultou, em vários estudos, em aumento da deposição destes agentes na área visada, bem como em uma menor perda por evaporação (Yearian 1978; Smith & Bouse 1981). Segundo Smith & Bouse 1981, a mortalidade de insetos é geralmente aumentada para tamanho de gotas entre 100 a 150  $\mu\text{m}$ , em contraste com tamanhos maiores, sendo que a aplicação deve ser realizada em condições atmosféricas estáveis, quando a velocidade horizontal do vento se encontra entre 0,6-2,0 m/s, como forma de se minimizar a perda por deriva, principalmente em aplicações aéreas. De acordo com os mesmos autores, a pesquisa com equipamentos e tecnologia de aplicação de agentes microbianos tem sido insuficiente para assegurar a aplicação de modo eficiente e efetivo destes agentes.

No Brasil, esta é uma área ainda mais carente de informação. Acredita-se que alguns dos aparentes insucessos de aplicação não só de vírus, como de outros entomopatógenos, podem estar relacionados ao uso de equipamentos e tecnologia de aplicação inapropriados. Recentes trabalhos desenvolvidos com o VPN da lagarta da soja mostram que cuidados especiais devem ser tomados na aplicação deste patógeno, especialmente quando esta é realizada via aérea. Trabalhos iniciais desenvolvidos na EMBRAPA-UEPAE de Dourados, MS, mostraram que as aplicações do vírus por "micronair" (3 l/ha) e canhão (15 l/ha) foram ineficientes para o controle da praga, quando comparadas à aplicação com barra (154 l/ha) (Gomez et al. 1984). Silva (1986), testando a.

eficiência do VPN de *A. gemmatalis* aplicado com diferentes equipamentos, concluiu que o avião equipado com "micronair" (8 l/ha) não proporcionou controle adequado da lagarta, enquanto que o controle foi considerado eficiente quando os equipamentos utilizados foram pulverizador costal (105 l/ha), pulverizador-de-barras com bicos cone (100 l/ha) ou bicos leque (200 l/ha) e atomizador (canhão) (94 l/ha). Trabalhos posteriores mostraram que a água como veículo, a partir de 15 l/ha (Silva & Rosa 1985) e melão ou óleo de soja a 5 l/ha (S.A. Gomez, EMBRAPA-Dourados, dados não publicados), propiciaram controle adequado de *A. gemmatalis* pelo vírus aplicado via aérea, comparável ao obtido pelo uso de pulverizador-de-barras ou atomizador.

#### USO DE VÍRUS DE INSETOS

O uso prático de vírus de insetos foi incentivado a partir dos trabalhos de Balch & Bird (1944) e de Steinhaus & Thompson (1949) e remonta, provavelmente, da década de 1950, quando agricultores na Califórnia, EUA, coletavam lagartas mortas de *Colias eurytheme* por vírus de poliedrose nuclear (VPN), para o controle do inseto em alfafa (Hall 1963). Por muitos anos o VPN de *Trichoplusia ni* foi utilizado desta forma em várias regiões dos EUA em diversas culturas (Falcon 1975). A partir da década de 1960, foram iniciados esforços, principalmente nos EUA, no sentido do desenvolvimento de produtos comerciais à base de vírus, visando maior padronização, controle de qualidade e atendi-

mento de exigências de órgãos estaduais e federais quanto a testes de segurança a vertebrados e outros organismos, além de outras informações necessárias para o registro destes produtos. Estes esforços culminaram no desenvolvimento do primeiro bioinseticida viral, destinado ao controle de *Heliothis zea*, denominado Viron HR (formulado pela "International Minerals and Chemical Corporation"). Um produto à base de VPN de *Heliothis*, produzido pela "Sandoz-Wander Incorporation", sob o nome Elcar<sup>R</sup>, foi registrado nos EUA em 1975 para uso em algodão (Ignoffo 1973; Ignoffo & Couch 1981). Produto similar, Biotrol VHZ ("Nutrilite Products Inc."), também para *Heliothis* spp., vem sendo formulado e utilizado experimentalmente nos EUA. Posteriormente, os VPN de *Orgyia pseudotsugata* e *Lymantria dispar*, lepidópteros desfolhadores de florestas, foram registrados nos EUA, em 1976 e 1978, respectivamente (Podgwaite & Mazzone 1981; Lewis 1981). A partir da década de 1960, outros vírus foram formulados, comercial ou experimentalmente, para diversos lepidópteros e himenópteros-pragas, em diferentes países (Tabela 2). À excessão do produto MATSUKEMIN<sup>R</sup>, à base do vírus de poliedrose citoplasmática (VPC) de *Dendrolimus spectabilis* (lepidóptero-desfolhador de florestas), formulado e registrado comercialmente no Japão, os outros inseticidas virais produzidos, ou, presentemente, em desenvolvimento, são do grupo dos baculovírus (VPN e VG).

O VPC de *D. spectabilis*, embora de ação muito mais lenta, relativamente a dos baculovírus, tem sido aplicado em florestas de *Pinus*, no Japão, por via aérea (helicóptero), proporcionando controle adequado do inseto (Katagiri 1981).

Este mesmo vírus foi aplicado na China em cerca de 3.300 ha, também com bons resultados. O VPN de *Heliothis* é provavelmente o vírus mais estudado (Ignoffo & Couch 1981) e o seu registro, em 1975, praticamente abriu o caminho para o desenvolvimento e obtenção de registro de outros vírus para uso nos EUA. Embora registrado para uso em algodão, sua utilização tem se mostrado eficiente para o controle de espécies de *Heliothis*, principalmente *H. zea*, em soja, milho e sorgo, sendo mais eficiente quando aplicado contra infestações baixas a moderadas de *Heliothis* (Ignoffo & Couch 1981). Dois vírus (VPN) foram também registrados na Austrália, para o controle de *Heliothis* (*H. armigera* e *H. punctigera*) em sorgo e em algodão.

Vários dos bioinseticidas virais hoje disponíveis foram desenvolvidos para o controle de pragas de florestas. Além do VPC de *Dendrolimus*, destacam-se os VPN destinados ao controle dos lepidópteros *L. dispar* e *O. pseudotsugata* e de himenópteros-desfolhadores (especialmente das famílias Diprionidae e Tenthredinidae). O VPN de *L. dispar*, importante praga de florestas nos EUA, Europa e Japão, foi intensivamente estudado em vários países, a partir da década de 1960, sendo desenvolvido e registrado como produto comercial nos EUA, sob o nome Gypchek<sup>R</sup> (Lewis 1981; Podgwaite & Mazzone 1981). Este produto é obtido de maneira simples, a partir de lagartas contaminadas em laboratório, resultando em um custo de US\$ 4,37 l/ha (Lewis 1981). Similar produto (Virin-ENS) é produzido e utilizado também na Rússia, tendo sido aplicado em cerca de 60.000 ha, neste país, em 1978. Os VPN isolados de himenópteros-desfolhadores repre-

sentam alternativa viável para o controle destes insetos, em *Pinus* spp. e outras plantas florestais (Cunningham & Entwistle 1981; Cunningham 1982). O VPN de *Neodiprion sertifer* se constitui no vírus de himenópteros mais pesquisado e utilizado, nas regiões de maior ocorrência do inseto (América do Norte e Europa), sendo que considerável esforço da pesquisa tem sido dedicado, também, com os VPN de outras espécies de *Neodiprion*, especialmente *N. lecontei* e *N. swainei*. Devido à não-disponibilidade de dietas artificiais para os himenópteros em questão, a produção destes vírus é realizada em insetos criados em plantas-hospedeiras, através da infecção em laboratório de insetos coletados a campo, ou coleta de lagartas mortas por VPN, em áreas tratadas com o vírus, sendo posteriormente processados para uso. Durante alguns anos na década de 1960 o VPN de *N. sertifer* foi produzido por uma cooperativa de produtores do Estado de Indiana, EUA. A partir de 1972, uma indústria química finlandesa (Kemira Oy) iniciou produção comercial de VPN parcialmente purificado de *N. sertifer*, a um custo estimado de US\$ 11,00/ha, enquanto o vírus impuro obtido de larvas coletadas a campo apresentava um custo de cerca de US\$ 2,50/ha (Cunningham & Entwistle 1981). Presentemente, este VPN vem sendo produzido comercialmente em pequena escala nos EUA, sob o nome de Neochek. Considerável esforço com vírus de várias espécies de himenópteros-desfolhadores vem sendo realizado no Canadá, vários deles com possibilidade de desenvolvimento industrial (Cunningham & Entwistle 1981). O ambiente florestal é considerado ideal para uso de vírus de insetos, pois tende a proporcionar

maior estabilidade destes agentes e, conseqüentemente, manutenção substancial de inóculo para o controle natural de insetos em anos subseqüentes. O VPN de *Gilpinia hercyniae*, por exemplo, foi provavelmente introduzido no Canadá, junto com parasitóides importados da Europa para o controle do inseto na década de 1930 (Cunningham & Entwistle 1981). O VPN se estabeleceu em populações do inseto em distintas regiões, provocando epizootias anuais e mantendo o inseto em populações inferiores ao nível de dano econômico.

Os outros vírus formulados (Tabela 2) tem sido produzidos em pequena escala (produção piloto), sendo empregados em áreas reduzidas. Vários destes, no entanto, encontram-se em fase de desenvolvimento comercial e representam a possibilidade de controle biológico de pragas importantes em vários cultivos (espécies de *Spodoptera*, incluindo *S. frugiperda*, e *T. ni*, por exemplo). O VG de *C. pommonella* vem sendo intensivamente estudado em vários países. Sua disponibilidade em grandes quantidades como formulação padronizada (SAN 406) produzida pela Sandoz, Inc., permitiu o tratamento de área substancial de maçã na Europa (Richards 1986). Nos EUA, uma empresa privada de biotecnologia (Microgenesys Inc.) desenvolveu produto comercial (DECYDE™) à base do VG de *C. pommonella*, que vem sendo experimentalmente testado com autorização da "Environmental Protection Agency (EPA) (Richards 1986). O VPN do noctuídeo *Autographa californica*, cujo espectro de hospedeiros é maior que o dos outros baculovírus, vem sendo considerado para registro nos EUA pela EPA, visando o controle de *T. ni* e outros lepidópteros suscetíveis. Na América do Sul, é importante destacar

o emprego do VPN de *T. ni*, introduzido na Colômbia, em 1971, a partir dos EUA (Falcon 1975 e 1985). Aplicações maciças deste vírus, na forma impura (maceração de lagartas mortas), em algodão, foram tão bem sucedidas ao ponto de substituir todos os outros métodos de controle da praga, que, praticamente, deixou de ser importante na cultura naquele país.

Embora a aplicação de vírus como bioinseticida seja a forma predominante de uso destes agentes, cabe salientar que outros métodos como os de introdução e colonização, bem como procedimentos não convencionais de aplicação ou disseminação de vírus, podem proporcionar controle eficiente de pragas. A contaminação proposital de organismos como parasitóides, predadores, e mesmo o próprio hospedeiro, por vírus, visando à disseminação destes agentes, tem sido proposta como meio de induzir epizootias em populações de insetos-pragas (Smirnoff 1959; Elmore & Howland 1964; Gard & Falcon 1978; Ignoffo et al. 1980). A possibilidade de sucesso deste método pode ser melhor exemplificada com o programa de controle do besouro escarabeídeo *Oryctes rhinoceros* por baculovírus no sudeste asiático (Bedford 1981). Este inseto ataca palmeiras de importância econômica para a região, provocando grande mortalidade de plantas, pela destruição de seu meristema apical. Um baculovírus de partículas livres, encontrado na Malásia, em 1966, foi introduzido em diferentes países e ilhas do sudeste asiático visando o controle do inseto, através de liberações de adultos infectados. Estes eram alimentados em laboratório, com uma mistura de pó-de-serra e vírus, tornando-se infecta-

dos, após o que eram liberados. A dispersão destes para locais de ocorrência de insetos sadios, permitiu a deposição do vírus, através de fezes ou de acasalamento com insetos sadios, em locais de reprodução da espécie e de ocorrência de larvas, provocando a disseminação do patógeno e o conseqüente colapso de populações da praga e a redução dos danos provocados pelo inseto a níveis insignificantes, em várias regiões.

### USO DE VÍRUS NO BRASIL

No Brasil, o uso prático de vírus de insetos remonta de época mais recente, comparada à utilização em outros países, especialmente da América do Norte e Europa. Esforços pioneiros desenvolvidos no Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo) - EMBRAPA, a partir de 1977, viabilizaram o uso em larga escala do VPN da lagarta da soja, *A. gemmatalis*, denominado de *Baculovirus anticarsia*, ao nível de agricultor. Atualmente, outro baculovírus, um VG do mandarová da mandioca, *Erinnyis ello*, vem sendo utilizado na prática, a partir de trabalhos desenvolvidos pela EMPASC-Itajaí, SC. Vários outros vírus possuem potencial de uso no país, alguns deles em fase final de desenvolvimento, como o VG da broca-da-cana, *Diatraea saccharalis*.

#### Uso de *Baculovirus anticarsia*

Um VPN de *A. gemmatalis* foi isolado pela primeira vez

no Peru em insetos mortos, coletados em alfafa (Steinhaus & Marsh 1962). No Brasil, um VPN desta espécie foi encontrado pela primeira vez em lagartas mortas coletadas em soja, na região de Campinas, SP, (Allen & Knell 1977), seguindo-se constatações posteriores em outras regiões do país (Carner & Turnipseed 1977; Corso et al. 1977). Os primeiros trabalhos realizados a campo com este vírus demonstraram sua alta virulência a lagartas de *A. gemmatalis* e o indicaram como agente com grande potencial para uso em pulverização na cultura da soja, para o controle da praga (Carner & Turnipseed 1977; Moscardi 1977; Moscardi et al. 1981). Com o objetivo de desenvolver uma alternativa ao controle químico de *A. gemmatalis* no Brasil, o CNPSo-EMBRAPA empreendeu, a partir de 1977, esforços de pesquisa com o vírus, culminando na implantação de um programa para sua utilização, já na safra 1982/83.

Trabalhos realizados, principalmente a partir de 1979, permitiram a obtenção de informações importantes para a viabilização do programa, tais como: especificidade do vírus, dose eficiente a campo, efeito do patógeno no consumo foliar do inseto, eficiência em função do tamanho e da população de lagartas, persistência sobre folhas de soja e produção massal do patógeno, dentre outras (Moscardi 1983, 1984a, 1986; Moscardi & Corrêa-Ferreira 1985). Detalhes sobre estes aspectos foram resumidos anteriormente neste trabalho, em itens específicos. No geral, estes estudos mostraram que: a) o vírus é altamente específico para a lagarta da soja, chegando a infectar algumas espécies de lepidópteros, mas em doses extremamente elevadas; b) larvas

infectadas têm sua alimentação bastante reduzida, a partir do 4º dia de infecção, chegando a 75 % para larvas infectadas no 3º ínstar; c) para aplicação a campo, o vírus proporciona controle adequado ( $> 80\%$ ) do inseto na dose de 50 lagartas equivalentes (cerca de  $1,0 \times 10^{11}$  poliedros) por hectare; d) o pico de mortalidade, a campo, geralmente ocorre aos 7 dias da aplicação; e) a suscetibilidade ao vírus decresce à medida que a lagarta progride no seu desenvolvimento, com a maior queda na suscetibilidade ocorrendo a partir do início do 4º ínstar (lagartas com 1,5 cm ou mais de comprimento); f) a aplicação deve ser efetuada quando a maioria ( $\geq 80\%$ ) das lagartas são pequenas (menores que 1,5 cm) com um número máximo de 20 exemplares/m linear da soja; g) a meia-vida do vírus impuro (maceração e coagem de lagartas mortas) sobre folhas de soja é de 6-7 dias, sendo de 8 dias para vírus purificado + argila e de 4 dias para o vírus purificado; e h) o controle do inseto é geralmente conseguido com apenas uma aplicação durante a safra, devido à grande reposição de vírus no ambiente, decorrente da morte de lagartas a partir do 7º dia da aplicação.

Estudos posteriores, como os referentes à disseminação do vírus por predadores e à sua persistência no solo, foram relatados anteriormente neste trabalho (item IV). Em outro trabalho verificou-se que o vírus mostrou-se compatível com vários inseticidas e herbicidas químicos, indicando que resíduos de produtos químicos no tanque de aplicação não oferecem risco de desativação do vírus, para os produtos testados (Leite & Moscardi 1986). Experimentos reali-

zados em laboratório e a campo, visando avaliar possíveis interações entre o vírus e o fungo *Nomuraea rileyi*, evidenciaram uma predominância do vírus sobre o fungo quando ambos os patógenos foram aplicados simultaneamente contra lagartas de *A. gemmatalis*, indicando que aplicações do vírus podem reduzir o inóculo do fungo em uma determinada área, caso as aplicações ocorram antes do desenvolvimento epizootico do fungo em populações da praga (Moscardi & Quintela 1984; Moscardi & Corrêa-Ferreira 1985). Trabalhos relacionados à eficiência do vírus, em função de equipamentos de aplicação, mostraram que o patógeno controla adequadamente o inseto quando aplicado por barra ou canhão, desde que haja boa cobertura das plantas. Resultados negativos iniciais com a aplicação aérea do vírus foram aparentemente solucionados (Silva & Rosa 1985; S.A. Gomes, EMBRAPA-Dourados, dados não publicados), sendo estes trabalhos anteriormente discutidos no item VII-g.

Antes de seu uso efetivo, o VPN foi testado na forma de "programa-piloto" pelo CNPSo-EMBRAPA, em conjunto com a EMATER-PR e algumas cooperativas, em diferentes regiões produtoras de soja do Paraná, por duas safras consecutivas (1980/81 e 81/82). Nestes locais, e inclusive posteriormente no Rio Grande do Sul, eram instaladas áreas (1 ha) de aplicação de vírus contíguas a áreas de aplicação de inseticidas químicos e áreas-testemunhas (sem aplicação). A aplicação do vírus era efetuada na forma impura, com equipamentos disponíveis nas propriedades agrícolas, levando-se em conta os parâmetros definidos pela pesquisa: dose de 50 LE/ha, contra populações de lagartas pequenas (< 1,5 cm),

na maioria (80 %), e número máximo de 20 exemplares/m<sup>2</sup> linear de soja. Em todos os locais onde foi testado, o vírus mostrou-se eficiente para manter populações da lagarta da soja abaixo de níveis críticos para a cultura ou para evitar desfolhas acima dos níveis de danos estabelecidos para a soja. Em situações em que a população de lagartas evoluiu para níveis elevados nas áreas-testemunhas, observaram-se grandes diferenças quanto à população do inseto, à desfolha e ao rendimento de grãos, quando foram comparadas às áreas tratadas por vírus ou inseticida (Moscardi 1983, 1984a e 1986; Moscardi & Corrêa-Ferreira 1985). Em nenhum caso, verificou-se produções significativamente diferentes entre as áreas tratadas com vírus e aquelas tratadas com inseticida. Este "programa-piloto" mostrou a viabilidade do uso do VPN de *A. gemmatalis* para substituir aplicações de inseticidas químicos contra esta praga, desde que os parâmetros definidos pela pesquisa fossem seguidos. Observou-se, ainda, em alguns locais, que enquanto uma só aplicação do vírus era suficiente para proteção da soja durante todo o ciclo, foram realizadas duas ou três aplicações de inseticidas químicos, em função da ressurgência do inseto nas áreas de uso dos produtos químicos. Além das vantagens ecológicas, inerentes à aplicação do vírus, evidenciou-se uma vantagem econômica de cerca de 70 %, quando comparada ao emprego de inseticidas químicos, em anos de alta ocorrência do inseto.

A difusão da técnica ao agricultor iniciou-se na safra 1982/83, primeiramente no Paraná e Rio Grande do Sul e, posteriormente, em outros Estados produtores de soja do

país. O programa baseou-se, inicialmente, na produção massal do patógeno em laboratório, no CNPSo-EMBRAPA, para posterior distribuição de amostras iniciais a agricultores, visando sua multiplicação ao nível de lavoura, sobre populações naturais da lagarta da soja, para aplicação em áreas maiores da cultura ou armazenamento (em congelador) para uso na safra seguinte. A distribuição do vírus era geralmente efetuada por órgãos da extensão rural, que instruíam o agricultor na aplicação, efetuada após a maceração de lagartas mortas com água e coagem, colocando-se a suspensão obtida no tanque do pulverizador. O agricultor era, também, instruído a coletar lagartas recém-mortas na lavoura, após a aplicação, e acondicioná-las adequadamente, sob congelamento, para uso posterior. A multiplicação do vírus em lavouras de soja mostrou-se satisfatória e fundamental para um rápido aumento na área tratada com o patógeno no país. Da mesma forma, a multiplicação do vírus em laboratório a partir de 1984, por várias instituições, inclusive algumas cooperativas de produtores, principalmente no Paraná e Rio Grande do Sul, contribuiu para um aumento na sua disponibilidade ao agricultor. A multiplicação do vírus em laboratório, bem como a campo e em casas-teladas, foi discutida anteriormente neste trabalho (item "produção massal de vírus de insetos").

#### *Evolução no uso de B. anticarsia no Brasil*

Na primeira safra em que o vírus foi efetivamente difundido ao agricultor (safra 82/83), a disponibilidade de

vírus era baixa e, conseqüentemente, o patógeno foi aplicado em cerca de 2.000 ha, principalmente no Paraná. Na safra 83/84, o patógeno foi utilizado em cerca de 20.000 ha de soja, predominantemente no Paraná e Rio Grande do Sul. A elevada ocorrência da lagarta da soja nesta safra permitiu substancial multiplicação do vírus a campo que, aliada à produção em laboratórios regionais em 1984, propiciou que a área tratada com o patógeno atingisse mais de 200.000 ha no país, na safra 84/85. Na safra seguinte (85/86) a área tratada atingiu aproximadamente 300.000 ha, com cerca de 130.000 ha no Rio Grande do Sul, 105.000 no Paraná e 65.000 ha nos demais estados produtores de soja (Tabela 3). Em função da quantidade de vírus armazenada nesta safra por agricultores, cooperativas, EMATERs, CNPSO e outras instituições, estima-se que a área a ser tratada na safra 86/87 poderá ultrapassar 600.000 ha. Somente no Rio Grande do Sul, estima-se que a área ultrapassará os 300.000 ha. A rápida expansão do uso do patógeno no RS, situando-se atualmente como o principal usuário da tecnologia, se deveu a uma ação incisiva e organizada da EMATER-RS, principalmente a partir de 1984, com a colaboração do CNPT-EMBRAPA, CNPTB-EMBRAPA, IPAGRO, FECOTRIGO e COTRIJUÍ, quando essa instituição passou a coordenar esforços não só na área de utilização e multiplicação do patógeno, a campo, mas também quanto à produção massal do vírus em laboratório e o controle de qualidade do vírus coletado a campo por agricultores.

Atualmente, em termos de área atingida, este é o maior programa de uso de vírus de insetos, a nível mundial, o que foi possível devido à estratégia adotada (multiplicação a

campo) e à simplicidade do programa. Com as atuais taxas de aumento na utilização do patógeno, estima-se que este poderá ser empregado em cerca de dois milhões de hectares, numa única safra, em aproximadamente três anos.

#### *Estratégias para o aperfeiçoamento do programa*

Além de uma programa, iniciado em 1984, de fomento à criação de laboratórios regionais de produção do *B. anti-carsia*, em diferentes instituições do Paraná e Rio Grande do Sul, principalmente, levando a um aumento na disponibilidade do vírus ao agricultor, o CNPSo-EMBRAPA vem dedicando esforços no sentido do desenvolvimento de formulações à base do patógeno. Uma primeira formulação simples, obtida após secagem de vírus impuro, extraído de lagartas mortas, mostrou-se eficiente a campo e já vem sendo utilizada pelo agricultor desde a safra 85/86 (Moscardi, dados não publicados). Esta formulação "caseira", por ser simples e de baixo custo e por não demandar equipamentos sofisticados, é passível de uso por cooperativas, presentemente produzindo o vírus em laboratório ou a campo. O uso de formulações é desejável por permitir maior padronização do vírus no produto e por facilitar o controle de qualidade do patógeno, seu transporte e manuseio. Acredita-se, no entanto, que a multiplicação a campo, por agricultores, continuará a predominar e a desempenhar papel importante no programa de uso do vírus. Formulações de vírus purificado, com alto padrão de qualidade, permitindo a exploração deste agente pela empresa privada, encontram-se em desenvolvimento e podem

representar uma opção a mais para o aumento da disponibilidade do vírus ao agricultor.

Um dos principais problemas relacionados ao uso do vírus, a partir da coleta de lagartas mortas, a campo, tem sido a variabilidade, que se tem verificado em algumas regiões, na quantidade do agente biológico presente no material coletado. A baixa presença ou qualidade de vírus, em amostras armazenadas de um ano para outro, é, geralmente, consequência da coleta de lagartas ainda vivas, em decomposição ou mortas por outras causas. Com o objetivo de reduzir a possibilidade de uso de material inadequadamente coletado, ou deteriorado durante o armazenamento, foi desenvolvida no CNPSo-EMBRAPA uma metodologia para avaliação da qualidade das amostras coletadas a campo, a qual foi implantada no Paraná e no Rio Grande do Sul, a partir da safra 1985/86 (Moscardi, dados não publicados). Ela foi repassada a instituições de pesquisa, órgãos de extensão oficial e cooperativas, tornando possível a coleta de amostras de vírus estocado por agricultores e sua análise na entressafra, em tempo de se evitar o uso de material estocado de baixa qualidade, na safra seguinte.

Embora possam existir problemas com a prática do uso de vírus não purificado, estes tem ocorrido em pequena proporção, comparados ao grande volume de material manuseado e às extensas áreas de soja anualmente tratadas com o vírus, com enormes benefícios econômicos, ecológicos e sociais para os agricultores e para o país, que justificam todo e qualquer esforço para a ampliação de seu uso.

## Uso do VG de *Erinnyis ello*

Um vírus de granulose isolado do mandorová da mandioca, *E. ello*, em Santa Catarina, apresenta alta virulência ao inseto, chegando a provocar 90 % de mortalidade aos nove dias da infecção, em laboratório, com uma dose equivalente a 0,2 ml de suspensão do vírus diluído em 500 ml de água (Schmitt 1984 a, b). Nestes trabalhos, o VG foi provavelmente identificado erroneamente como VPN, uma vez que a análise ao microscópio eletrônico, por especialistas, aponta, por enquanto, somente a ocorrência de VG. Em testes realizados a campo, este vírus mostrou-se eficiente para o controle de *E. ello* (Schmitt 1985), tendo sido implantado um programa para seu uso a nível de agricultor a partir de esforços desenvolvidos pela EMPASC-Itajaí, SC.

Este programa baseia-se na multiplicação do VG em lagartas alimentadas com folhas de mandioca, para posterior coleta de lagartas mortas, armazenamento e distribuição ao agricultor. Atualmente este agente vem sendo empregado em lavouras de mandioca em Santa Catarina, Paraná e, inclusive, em alguns locais do Nordeste do país, tendo sido utilizado, em 1985, em aproximadamente 2.000 ha cultivados com a cultura (A.T. Schmitt, EMPASC, comunicação pessoal).

## Potencial de uso de vírus no Brasil

Embora somente o VPN da lagarta da soja, *A. gemmatilis*, e o VG do mandorová da mandioca, *E. ello*, estejam sendo efetivamente utilizados no Brasil, o potencial de uso

destes agentes no país é enorme. Vários vírus têm sido isolados de pragas importantes de culturas como a cana-de-açúcar, algodão, milho, trigo, arroz, frutíferas, hortaliças e de pastagens e florestas. Além disto, vários vírus foram isolados em outros países de pragas que também ocorrem no Brasil, o que significa que estes podem ser avaliados no país, caso estes não sejam encontrados naturalmente em nossos agroecossistemas. Algumas pragas-hospedeiras de um ou mais tipos de vírus são apresentadas na Tabela 4. Alguns vírus já vem sendo avaliados experimentalmente, ou encontram-se em fase final de desenvolvimento para uso como bioinseticida, a exemplo do VG da broca-da-cana, *D. saccharalis* (Almeida et al. 1986).

O VG da broca da cana vem sendo desenvolvido pela UNICAMP-Departamento de Genética e o IAA/PLANALSUCAR (Araras, SP). Sua patogenicidade, replicação e ultraestrutura tem sido estudadas (Pavan et al. 1983). A produção é realizada em lagartas criadas em dieta artificial (Pavan & Botelho 1982). Segundo Almeida et al. (1986) o custo de produção do patógeno pode ser bastante reduzido pela utilização de lagartas normalmente descartadas no processo de criação massal de parasitóides de *D. saccharalis*. Trabalhos relativos à persistência do vírus, aplicado com água + melão (5 %) sobre plantas de cana-de-açúcar, mostraram que a meia vida do VG foi de aproximadamente dois dias, com pouca atividade (< 10 %) detectada aos 16 dias da aplicação (Almeida et al. 1986). Aos 32 dias, verificou-se um aumento na atividade do patógeno, em relação ao 16º dia, provavelmente em decorrência da reposição do vírus no ambiente ocasionada

pela morte de lagartas nas parcelas experimentais. A aplicação do VG a campo, na dose de  $1,8 \times 10^{11}$  cápsulas virais/ha produziu controle máximo de 10 %. A aplicação aérea do vírus na dose de  $1,8 \times 10^{12}$  cápsulas/ha misturado a água mais melaço (20 %), resultou em controle variável da broca, em várias aplicações efetuadas, com uma média de 11,76 % e um máximo de 26,78 % de mortalidade pelo vírus (Almeida et al. 1986). Segundo estes autores, os resultados obtidos com o VG da broca-da-cana são ainda insuficientes para que se possa recomendá-lo para aplicação em escala comercial.

Resultados experimentais com a aplicação de um vírus de *Sibine* spp. (lepidóptero-praga do dendê) demonstraram potencial para o uso deste patógeno (Lucchini et al. 1984). Um vírus de poliedrose citoplasmática (VPC) e um densovírus foram, recentemente, obtidos de lagartas de *Eacles imperialis magnifica* (praga do cajueiro), por pesquisadores do EMPARN, RN, sendo que a aplicação experimental de suspensões virais, obtidas pela maceração e coagem de lagartas mortas, em lavouras comerciais de cajueiro, proporcionaram controle adequado da praga (Chagas et al. 1986). Como se pode observar na Tabela 4, vírus para alguns lepidópteros importantes do algodoeiro (*A. argillacea*, *H. zea*, *H. virescens*, *P. gossypiella* e *T. ni*) são disponíveis e apresentam possibilidade de desenvolvimento como alternativa ao uso de inseticidas químicos, predominantemente utilizados na cultura. A disponibilidade de VPN e VG de *S. frugiperda*, isolados do inseto no Paraná (Moscardi & Kastelic 1985) e, posteriormente, um VG em Minas Gerais, por pesquisadores do CNPMS-EMBRAPA (Valicente, comunicação pessoal), repre-

senta potencial de desenvolvimento para uso em arroz, milho, pastagens e trigo, onde o inseto ocorre freqüentemente, em populações elevadas. Trabalhos visando avaliar a eficiência de controle de *S. frugiperda* em milho, por estes vírus, vem sendo, atualmente, realizados no CNPMS-EMBRAPA, Sete Lagoas, MG. A constatação de vírus associados a vários lepidópteros importantes de florestas (Alves 1986) tem despertado o interesse de empresas governamentais e empresas privadas ligadas ao setor florestal, no sentido de sua avaliação, desenvolvimento e utilização contra estas pragas.

O crescente interesse da pesquisa brasileira nesta área, bem como a disponibilidade de vírus para diversas pragas importantes, permitem antever a utilização futura destes agentes em diversos agroecossistemas no país, desde que estes sejam convenientemente estudados e desenvolvidos. Em função da carência de especialistas em virologia de insetos no país, a formação de recursos humanos na área deve merecer especial atenção, para que possamos explorar o enorme potencial existente para o uso de vírus no Brasil. A necessidade e a importância de tal empreendimento para o país são plenamente justificadas pelos benefícios que podem advir desta tecnologia.

Tabela 1. Algumas características das principais famílias de vírus de insetos<sup>1</sup>

Família	Ácido nucléico <sup>2</sup>	Corpo-de-inclusão <sup>3</sup>	Formato da partícula	Envelope <sup>3</sup>	Tamanho da partícula	Tecido	Multiplicação na célula
Gen. Baculovírus					40-70 nm x		
Sub. gr. A	DNA(d)	+	Baciliforme	+	250-400 nm	Vários	Núcleo
Sub. gr. B	DNA(d)	+	Baciliforme	+		Gorduroso	Núcleo e citoplasma
Sub. gr. C	DNA(d)	-	Baciliforme	+		Vários	Núcleo
Gen. Reovírus (polyedrose citoplasmática)	RNA(d)	+	Isométrica	-	50-60 nm	Epitélio do ventrículo	Citoplasma
Gen. Entomopoxvírus	DNA(d)	+	Ovóide ou cubóide	+	250 x 450 nm	Gorduroso	Citoplasma
Gen. Iridovírus	DNA(d)	-	Isométrica	+	130-195 nm	Vários	Citoplasma
Gen. Densovírus	DNA(s)	-	Isométrica	-	20-22 nm	Vários	Núcleo
Gen. Enterovírus	RNA(s)	-	Isométrica	-	27-30 nm	Vários	Citoplasma
Gen. Sigmavírus	Desconhecido (provável RNA)	-	Forma de bala	+	140-180 x 70 nm	Reprodutivo (ovário)	Citoplasma

<sup>1</sup> Baseadas em Vaughn (1974), Smith (1976) e Payne & Kelly (1981).<sup>2</sup> (d) = ácido nucléico de cadeia dupla e (s) = ácido nucléico de cadeia simples.<sup>3</sup> + indica presença e - ausência das estruturas mencionadas.

Tabela 2. Formulações comerciais ou experimentais à base de vírus de insetos, desenvolvidos em vários países

Tipos de vírus e inseto-hospedeiro	Nome comercial ou experimental	Cultura	País
Vírus de poliedrose citoplasmática <i>Dendrolimus spectabilis</i>	MATSUKEMIN	Floresta de <i>Pinus</i>	Japão
Vírus de granulose <i>Cydia pomonella</i> <i>Hypantrea cunea</i>	DECYDE VIRIN ABB	Maçã Floresta	E.U.A. Rússia
Vírus de poliedrose nuclear <i>Heliothis</i> spp.	ELCAR VIRON H BIOTROL VHZ	Algodão	E.U.A. E.U.A. E.U.A.
<i>H. armigera</i>	-	Algodão e sorgo	Austrália
<i>H. punctigera</i>	-	Algodão	Austrália
<i>Lymantria dispar</i>	GYPCHEK VIRIN ENS	Floresta	E.U.A. Rússia
<i>Mamestra bonstilae</i>	VIRIN ERS	Couve	Rússia
<i>M. brassicae</i>	-	Couve	França
<i>Neodiprion sertifer</i>	NEOCHEK -	Floresta	E.U.A. Finlândia
<i>Orgyia pseudotsugata</i>	TM BIOCONTROL-1	Floresta	E.U.A.
<i>Pieris rapae</i>	VIRIN GKB	Couve	Rússia
<i>Spodoptera frugiperda</i>	VIRON S	Milho	E.U.A.
<i>Trichoplusia ni</i>	BIOTROL VTN VIRON T	Couve, algodão	E.U.A. E.U.A.

Tabela 3. Uso de *Baculovirus anticarsia* no Brasil (safra 1985/86)

Estado	Número produtores	Área tratada (ha)	Doses armazenadas para safra 1986/87
Rio Grande do Sul*	8.000	130.000	400.000
Paraná	7.000	105.000	300.000
Outros**	5.000	65.000	150.000
Total	20.000	300.000	850.000

\* Baseado em levantamentos da EMATER-RS (Sechi 1986) e Cooperativas.

\*\* Estimativa baseada em número de doses enviadas pelo CNPSo e Cooperativas e doses armazenadas ao nível de agricultor na safra 84/85.

Tabela 4. Alguns lepidópteros-pragas hospedeiros naturais de viroses<sup>1</sup>

Espécie hospedeira	Tipos de vírus <sup>2</sup>
<i>Agrotis ipsilon</i>	VPN
<i>Alabama argillacea</i>	VPN
<i>Anagasta kuehniella</i>	VPN
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	VPN, VI
<i>Cadra cautela</i>	VPN, VG, VPC
<i>Cydia molesta</i>	VG
<i>C. pommonella</i>	VG
<i>Colias lesbia pyrrhotea</i>	VPN
<i>Corcyra cephalonica</i>	VPN
<i>Diatraea saccharalis</i>	VG, DSN
<i>Dione juno juno</i>	VPN
<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	VG
<i>Epinotia aporema</i>	VG
<i>Erinnyis ello</i>	VG
<i>Eupseudosoma aberrans</i>	VPN
<i>Euselasia</i> sp.	VPN
<i>Galleria mellonella</i>	VPN, VPC, VI
<i>Glena</i> sp.	VPC
<i>Heliothis virescens</i>	VPN, VPC
<i>H. zea</i>	VPN, VG, VPC, VI
<i>Pectinophora gossypiella</i>	VPN, VPC
<i>Plodia interpunctella</i>	VPN, VG
<i>Plutella xylostella</i>	VPN, VG, VI
<i>Pseudaletia sequax</i>	VPN
<i>Pseudoplusia includens</i>	VPN
<i>Rachiplusia nu</i>	VPN
<i>Sibine</i> sp.	Possível DSN
<i>Spodoptera eridania</i>	VPN
<i>S. frugiperda</i>	VPN, VG, VI
<i>S. latifascia</i>	VPN
<i>Thyrintheina arnobia</i>	VPN, VG, vírus de partícula livre
<i>Trichoplusia ni</i>	VPN, VG, VPC, VI
<i>Urbanus proteus</i>	VPN

<sup>1</sup> Baseadas em Alves (1986); Lucchini et al. 1984; Martignoni & Iwai (1981); Moscardi et al. 1984; Moscardi & Kastelic 1985; Kitajima, E. (UNB, comunicação pessoal).

<sup>2</sup> VPN = vírus de poliedrose nuclear;  
 VG = vírus de granulose;  
 VPC = vírus de poliedrose citoplasmática;  
 VI = vírus iridescente;  
 DSN = densovírus

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAS, M.S.T. & BOUCIAS, D.G. Interaction between nuclear polyhedrosis virus-infected *Anticarsia gemmatalis* (Lepidopteros: Noctuidae) larvae and predator *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae). **Environ. Entomol.** 13:599-602, 1984.
- ALLEN, G.E. & KNELL, J.D. A nuclear polyhedrosis virus of *Anticarsia gemmatalis*: I. Ultrastructure, replication, and pathogenicity. **Florida Entomol.** 60:233-40, 1977.
- ALMEIDA, L.C.; BOTELHO, P.S.M. & PAVAN, O.H.O. Avaliação do vírus da granulose para o controle da broca-da-cana-de-açúcar. In: ALVES, S.B. Coord.. **Controle microbiano de insetos**. Editora Manole, São Paulo, 1986. p.201-9.
- ALVES, S.B. Vírus entomopatogênicos. In: ALVES, S.B., Coord.. **Controle microbiano de insetos**. Editora Manole, São Paulo, 1986. p.171-87.
- ANDREWS, G.L. & SIKOROWSKI, P.P. Effects of cotton leaf surface on the nuclear-polyhedrosis virus of *Heliothis zea* and *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae). **J. Invertebr. Pathol.** 22:290-1, 1973.
- BALCH, R.E. & BIRD, F.T. A disease of the european spruce sawfly *Gilpinia hercyniae* (Htg.) and its place in natural control. **Sci. Agr.**, Ottawa, 25:65-80, 1944.
- BEDFORD, G.O. Control of rhinoceros beetle by baculovirus. In: BURGESS, H.D., ed. **Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980**. Academic Press, New York, 1981. p.409-26.
- BEEGLE, C.C. & OATMAN, E.R. Effect of a nuclear polyhedrosis virus on the relationship between *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae) and the parasite, *Hyposoter exiguae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **J. Invertebr. Pathol.** 25:59-71, 1975.

- BIRD, F.T. Transmission of some insect viruses with particular reference to ovarian transmission and its importance in the development of epizootics. **J. Invertebr. Pathol.** 3:352-80, 1961.
- BOUCIAS, D.G.; JOHNSON, D.W. & ALLEN, G.E. Effects of host age, virus dosage, and temperature on the infectivity of a nucleopolyhedrosis virus against velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis*, larvae. **Environ. Entomol.** 9:59-61, 1980.
- BULLOCK, H.R. Persistence of *Heliothis* nuclear-polyhedrosis virus on cotton foliage. **J. Invertebr. Pathol.** 9:434-6, 1967.
- BULLOCK, H.R.; HOLLINGSWORTH, J.P. & HARTSACK, A.W. Virulence of *Heliothis* nuclear polyhedrosis virus exposed to monochromatic ultraviolet irradiation. **J. Invertebr. Pathol.** 16:419-22. 1970.
- BURGES, H.D. **Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980.** Academic Press, New York, 1981. 949p.
- BURGES, H.D. Safety, safety testing and quality control of microbial pesticides. In: BURGES, H.D., ed. **Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980.** Academic Press, New York, 1981. p.737-67.
- BURGES, H.D.; CROIZIER, G. & HUBER, J. A review of safety tests on baculoviruses. **Entomophaga.** 25(4):329-39, 1980.
- CARNER, G.R.; HUDSON, J.S. & BARNET, O.W. The infectivity of a nuclear polyhedrosis virus of the velvetbean caterpillar for eight Noctuidae hosts. **J. Invertebr. Pathol.** 33:211-6, 1979.
- CARNER, G.R. & TURNIPSEED, S.G. Potential of a nuclear polyhedrosis virus for control of the velvetbean caterpillar in soybean. **J. Econ. Entomol.** 70:608-10, 1977.

- CHAGAS, M.C.M.; KITAJIMA, E.W. & COSTA, O.G. Utilização de vírus no controle da lagarta verde do cajueiro, *Eacles imperialis magnifica* Walker, 1856 (Lepidoptera-Attacidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10, SEB, Rio de Janeiro, RJ. **Resumos...** Rio de Janeiro, 1986. p.212.
- CORSO, I.C.; GAZZONI, D.L.; de OLIVEIRA, E.B. & GATTI, I.M. Ocorrência de poliedrose nuclear em *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, na região sul do Brasil. **An. Soc. Entomol. do Brasil.** 6:312-4, 1977.
- CUNNINGHAM, J.C. Field trials with baculoviruses: Control of forest insect pests. In: KURSTAK, E., ed.. **Microbial and viral pesticides.** Marcel Dekker, New York, 1982. p.335-86.
- CUNNINGHAM, J.C. & ENTWISTLE, P.F. Control of sawflies by baculovirus. In: BURGESS, H.D., ed.. **Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980.** Academic Press, New York, 1981. p.379-407.
- DAVID, W.A.L. The effect of ultraviolet radiation of known wave-lengths on a granulosis virus of *Pieris brassicae*. **J. Invertebr. Pathol.** 14:336-42, 1969.
- DAVID, W.A.L. & GARDINER, B.O.C. Persistence of a granulosis virus of *Pieris brassicae* on cabbage leaves. **J. Invertebr. Pathol.** 8:180-3, 1966.
- DAVID, W.A.L. & GARDINER, B.O.C. The effect of heat, cold, and prolonged storage on a granulosis virus of *Pieris brassicae*. **J. Invertebr. Pathol.** 9:555-62, 1967.
- ELMORE, J.C. & HOWLAND, A.F. Natural versus artificial dissemination of nuclear polyhedrosis virus by contaminated adult cabbage loopers. **J. Invertebr. Pathol.** 6:430, 1964.

- FALCON, L.A. Use of field-collected insect viruses for pest control. In: SUMMERS, M.; ENGLER, R.; FALCON, L. & VILL, P. **Baculovirus for insect pest control: Safety considerations.** American Society for Microbiology, Washington, 1975. p.162.
- FALCON, L.A. Problems associated with the use of arthropod viruses in pest control. **Annu. Rev. Entomol.** 21:305-24, 1976.
- FALCON, L.A. Development and use of microbial insecticides. In: HOY, M.A. & HERZOG, D.C., eds. **Biological control in agricultural IPM systems.** Academic Press, New York, 1985. p.229-41.
- FAULKNER, P. & BOUCIAS, D.G. Genetic improvement of insect pathogens: emphasis on the use of baculovirus. In: HOY, M.A. & HERZOG, D.C. eds. **Biological control in agricultural IPM Systems.** Academic Press, New York, 1985. p.263-81.
- FINE, P.E.M. Vertical transmission of pathogens of invertebrates. In: CHENG, T.C., ed.. **Comparative pathobiology**, vol. 7; Pathogens of invertebrates: application in biological control and transmission mechanisms. Plenum Press, New York, 1984. p.205-41.
- GARD, I.E. & FALCON, L.A. Autodissemination of entomopathogens: virus. In: ALLEN, G.E.; IGNOFFO, C.M. & JAQUES, R.P. **Microbial control of insect pests: future strategies in pest management systems.** NSF-U.S. Dept-Agric. - Univ. Florida. Workshop, Gainesville, Florida, 10-12 de Janeiro, 1978. p.46-54.
- GOMEZ, S.A.; GAZZONI, D.L.; ALBERTON, O.C.; RUMIATTO, M.; GOMES, D.S. & STAUT, R.E. Efeito de métodos de aplicação na eficiência de *Baculovirus anticarsia* sobre a lagarta da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 9, Londrina, 1984. **Resumos...** Londrina, 1984. p.150.

- GRANADOS, R.R. Infectivity and mode of action of baculoviruses. **Biotechnol. Bioeng.** 22:65-93, 1980.
- GRANADOS, R.R. Entomopoxvirus infections in insects. In: DAVIDSON, E.W. ed.. **Pathogenesis of invertebrate microbial diseases.** Allanheld, New Jersey, 1981. p.101-26.
- GUDAUSKAS, R.T. & CANNERDAY, D. The effect of heat, buffer salt and H-ion concentration and ultraviolet light on the infectivity of *Heliothis* and *Trichoplusia* nuclear-polyhedrosis viruses. **J. Invertebr. Pathol.** 12:405-11, 1968.
- HARRAP, K.A. Virus infection in invertebrates. In: GIBBS, A.J., ed.. **Viruses and invertebrates.** North-Holland, Amsterdam, 1973. p.271-99.
- HALL, I.M. Microbial control. In: Steinhaus, E.A., ed.. **Insect pathology.** Academic Press, New York, 1963. p.477-517.
- HEIMPEL, A.M. Microbial control of insects. **World Rev. Pest Control.** 4:150-61, 1965.
- HEIMPEL, A.M. Safety of insect pathogens for man and vertebrates. In: BURGESS, H.D. & HUSSEY, N.W., eds.. **Microbial control of insects and mites.** Academic Press, New York, 1971. p.469-89.
- HOFFMANN-CAMPO, C.B.; OLIVEIRA, E.B. de & MOSCARDI, F. Criação massal da lagarta da soja. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR, Documentos 10, 1985. 23p.
- IGNOFFO, G.M. Insect viruses. In: SMITH, C.N., ed.. **Insect colonization and mass production.** Academic Press, New York, 1966. p.501-30.

- IGNOFFO, C.M. Specificity of insect viruses. **Bull. Entomol. Soc. Amer.** 12:265-76, 1968.
- IGNOFFO, C.M. Development of a viral insecticide: concept to commercialization. **Experimental Parasitology.** 33:380-406, 1973.
- IGNOFFO, C.M. Entomopathogens as insecticides. **Environ. Letters.** 8:23-40, 1975a.
- IGNOFFO, C.M. In vivo specificity of insect viruses. In: SUMMERS, M.; ENGLER, R.; FALCON, L. & VAIL, P. **Baculovirus for insect pest control: safety considerations.** American Society for Microbiology, Washington, 1975b. p.52-7.
- IGNOFFO, C.M. Manipulating enzootic - epizootic diseases of arthropods. In: HOY, M.A. & HERZOG, D.C., eds.. **Biological control in agricultural IPM systems.** Academic Press, New York, 1985. p.243-61.
- IGNOFFO, C.M. & BATZER, O.F. Microencapsulation and ultraviolet protectants to increase sunlight stability of an insect virus. **J. Econ. Entomol.** 64:850-3, 1971.
- IGNOFFO, C.M. & COUCH, T.L. The nucleopolyhedrosis virus of *Heliothis* species as a microbial insecticide. In: [H.D. BURGESS, ed.]. **Microbial control of pests and plant diseases.** 1970-1980. Academic Press, London, 1981. p.329-62.
- IGNOFFO, C.M.; GARCIA, C.; HOSTETTER, D.L. & PINNELL, R.E. Transplanting: a method of introducing and insect virus into an agroecosystem. **Environ. Entomol.** 9:153-4, 1980.
- JAKES, R.P. The persistence of a nuclear-polyhedrosis virus in the habitat of the host insect, *Trichoplusia ni*. I. Polyhedra deposited on foliage. **Can. Entomol.** 99:785-94, 1967a.

- JAQUES, R.P. The persistence of a nuclear polyhedrosis virus in the habitat of the host insect, *Trichoplusia ni*. II. Polyhedra in soil. **Can. Entomol.** 99:820-29, 1967b.
- JAQUES, R.P. The inactivation of the nuclear-polyhedrosis virus of *Trichoplusia ni* by gamma and ultraviolet radiation. **Can. J. Microbiol.** 14:1161-3, 1968.
- JAQUES, R.P. Tests protectants for foliar deposits of a polyhedrosis virus. **J. Invertebr. Pathol.** 17:9-16, 1971.
- JAQUES, R.P. The inactivation of foliar deposits of viruses of *Trichoplusia ni* and *Pieris rapae* and tests on protectant activities. **Can. Entomol.** 104:1985-94, 1972.
- JAQUES, R.P. Persistence, accumulation, and denaturation of nuclear polyhedrosis and granulosis virus. In: SUMMERS, M.; ENGLER, R.; FALCON, L.A. & VAIL, P. **Baculovirus for insect pest control: safety considerations.** American Society for Microbiology, Washington, 1975. p.90-9.
- JAQUES, R.P. Stability of entomopathogenic viruses. **Miscellaneous Publications**, Entomological Society of America, 10(3):99-116, 1977.
- JAQUES, R.P. & MORRIS, O.N. Compatibility of pathogens with other methods of pest control and with different crops. In: BURGESS, H.D. ed.. **Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980.** Plenum Press, London, 1981. p.695-715.
- JOHNSON, D.W.; BOUCIAS, D.G.; BARFIELD, C.S. & ALLEN, G.E. A temperature-dependent developmental model for a nucleopolyhedrosis virus of the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). **J. Invertebr. Pathol.** 40(2):292-8, 1982.

- KATAGIRI, K. Pest control by cytoplasmic polyhedrosis viruses. In: BURGESS, H.D., ed.. **Microbial control of pest and plant diseases 1970-1980**. Academic Press, New York, 1981. p.433-40.
- KELLY, D.C. Non-occluded viruses. In: DAVIDSON, E.W., ed.. **Pathogenesis of invertebrate microbial diseases**. Allanheld, New Jersey, 1981. p.39-60.
- LAUTENSCHLAGER, R.A. & PODGWAITE, J.D. Passage of nucleopolyhedrosis virus by avian and mammalian predators of the gypsy moth, *Lymantria dispar*. **Environ. Entomol.** 8(2):210-4, 1979.
- LAUTENSCHLAGER, R.A.; PODGWAITE, J.D. & WATSON, D.E. Natural occurrence of the nucleopolyhedrosis virus of the gypsy moth, *Lymantria dispar* (Lep.: Lymantridae) in wild birds and mammals. **Entomophaga.** 25(3):261-7, 1980.
- LEITE, L.G. & MOSCARDI, F. Compatibilidade de inseticidas e herbicidas químicos com o vírus de poliedrose nuclear da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis* Hübner. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10, Rio de Janeiro, RJ. **Resumos...** SEB, Rio de Janeiro, 1986. p.209.
- LEWIS, F.B. Control of the gypsy moth by baculovirus. In: BURGESS, H.D., ed.. **Microbial control of pest and plant diseases 1970-1980**. Academic Press, New York, 1981. p.363-77.
- LUCCHINI, F.; MORIN, J.P.; ROCHA SOUZA, R.L.; LIMA, E.J. & SILVA, J.C. Perspectivas de uso de entomovírus para o combate de *Sibine* sp. (Lep., Limacodidae) desfoliador de dendê no Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 9, SEB, Londrina, PR. **Resumos...** Londrina, 1984. p.153.
- MARAMOROSCH, K. **The atlas of insect and plant viruses** (Vol. 8 of Ultrastructure of biological systems). Academic Press, New York, 1977.

- MARTIGNONI, M.E. & IWAI, P.J. Thermal inactivation characteristics of two strains of nucleopolyhedrosis virus (Baculovirus Subgroup A) pathogenic for *Orgyia pseudotsugata*. **J. Invertebr. Pathol.** 30:255-62, 1977.
- MARTIGNONE, M.E. & IWAI, P.J. A catalogue of viral diseases of insects and mites. In: BURGESS, H.D. ed.. **Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980**. Academic Press, New York, 1981. p.897-911.
- MATTEWS, R.E.F. Classification and nomenclature of viruses. **Intervirology.** 17:1-199, 1982.
- MOSCARDI, F. Control of *Anticarsia gemmatalis* Hübner on soybean with a baculovirus and selected insecticides and their effect on natural epizootics of the entomogenous fungus *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson. Gainesville, University of Florida, 1977. 68p. Tese Mestrado.
- MOSCARDI, F. **Utilização de *Baculovirus anticarsia* para o controle da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis***. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. 1983. 21p. (EMBRAPA-CNPSo, Comunicado Técnico, 23).
- MOSCARDI, F. Controle biológico da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis*, por baculovirus. In: ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 3, Florianópolis, SC, 5 a 9 de novembro de 1984. Ministério da Agricultura. **Anais...** 1984a. p.93-101.
- MOSCARDI, F. Microbial control of insect pest in grain legume crops. In: MATESON, P.C., ed.. INTERNATIONAL WORKSHOP IN INTEGRATED PEST CONTROL FOR GRAIN LEGUMES, Goiânia, GO, 1984. **Proceedings...** EMBRAPA-CNPAF/ University of California-CICP, 1984b. p.189-222.

- MOSCARDI, F. Utilização de vírus para o controle da lagarta da soja. In: ALVES, S.B., Coord. **Controle Microbiano de insetos**. Editora Manole, São Paulo, 1986. p.188-202.
- MOSCARDI, F.; ALLEN, G.E. & GREENE, G.L. Control of the velvetbean caterpillar by nuclear polyhedrosis virus and insecticides and impact of treatments on the natural incidence of the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi*. **J. Econ. Entomol.** **74**(4):480-5, 1981.
- MOSCARDI, F. & CORRÊA-FERREIRA, B.S. Biological control of soybean caterpillars. In: SHIBLES, R., ed.. **WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE III: Proceedings**. Westview Press, Boulder, London, 1985. p.703-11.
- MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; OLIVEIRA, E.B. de & BOUCIAS, D.G. Ocorrência de entomopatôgenos em lepidópteros que atacam a cultura da soja no Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 9, Londrina, PR. **Resumos...** SEB, Londrina, 1984. p.143.
- MOSCARDI, F. & CORSO, I.C. Ação de *Baculovirus anticarsia* sobre a lagarta da soja (*Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818) e outros lepidópteros. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2, Brasília, DF, 1981. **Anais...** Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1982. p.51-7.
- MOSCARDI, F. & KASTELIC, J.G. Ocorrência de vírus de poliedrose nuclear e vírus de granulose em populações de *Spodoptera frugiperda* atacando soja na região de Sertaneja, PR. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. **Resultados de pesquisa de soja 1984/85**. Londrina, 1985. p.128. (EMBRAPA-CNPSO, Documentos, 15).

- MOSCARDI, F.; LEITE, L.G. & ZAMATARO, C.E.O. Produção massal de *Baculovirus anticarsia* em laboratório. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. **Resultados de pesquisa de soja 1984/85**. Londrina, 1985. (EMBRAPA-CNPSO, Documentos, 15). p.134-44.
- MOSCARDI, F. & OLIVEIRA, R.F. Estudo da viabilidade de produção em massa de *Baculovirus anticarsia* em telados de campo. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. **Resultados de pesquisa de soja 1983/84**. Londrina, 1984a. p.206-8.
- MOSCARDI, F. & OLIVEIRA, R.F. Efeito da época de aplicação de *Baculovirus anticarsia* sobre populações da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis*. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. **Resultados de pesquisa de soja 1983/84**. Londrina, 1984b. p.216-9.
- MOSCARDI, F. & QUINTELA, E.D. Estudos sobre a interação de *Baculovirus anticarsia* e *Nomuraea rileyi* no controle da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis*. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. **Resultados de pesquisa de soja 1983/84**. Londrina, 1984. p.209-16.
- PAVAN, O.H. & BOUCIAS, D.G. Virus de poliedrose nuclear de *Anticarsia gemmatalis*: métodos de inoculação e especificidade. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2, Brasília, DF, 1981. **Anais...** Londrina, EMBRAPA-CNPSO. p.191-7.
- PAVAN, O.H.O.; BOUCIAS, D.G.; ALMEIDA, L.C.; GASPAR, J.O.; BOTELHO, P.S.M. & DEGASPARI, N. Vírus de granulose de *Diatraea saccharalis* (Fabr.): I. Patogenicidad, repetition y ultraestructura. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 28, Havana, Cuba. **Proceedings...** v.2., t.2., Havana, 1983. p.645-59.

- PAVAN, O.H.O. & BOTELHO, P.S.M. Produção de *Baculovirus* em lagartas da broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*). In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, Campinas, SP, 1982. p.723.
- PAYNE, C.C. Insect viruses as control agents. *Parasitology* 84:35-77, 1982.
- PAYNE, C.C. & KELLY, D.C. Identification of insect and mite viruses. In: BURGESS, H.D., ed.. **Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980**. Academic Press, New York, 1981. p.61-91.
- PODGWAITE, J.D. & MAZZONE, H.M. Development of insect viruses as pesticides: the case of the gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) in North America. *Protection Ecology*. 3:219-27, 1981.
- RICHARDS, M.G. Aspects of the commercialization of codling moth granulosis virus. In: SAMSON, R.A.; VLAK, J.M. & PETERS, D. **Fundamental and applied aspects of invertebrate pathology**. Foundation of the Fourth International Colloquium of Invertebrate Pathology, Wageningen, Holanda, 1986. p.95-8.
- ROOME, R.E. & DAOUST, R.A. Survival of the nuclear polyhedrosis virus of *Heliothis armigera* on crops and in soil in Botswana. *J. Invertebr. Pathol.* 27:7-12, 1976.
- SCHMITT, A.T. Controle de *Erinnyis ello* (Lep., Sphingidae) pela aplicação de vírus de poliedrose nuclear. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 9, SEB, Londrina, PR. **Resumos...** Londrina, 1984a. p.152.
- SCHMITT, A.T. Inimigos naturais do *Erinnyis ello* da mandioca. In: Encontro Nacional de Fitossanitaristas, 3, Florianópolis, SC, 5 a 9 de novembro de 1984. Ministério da Agricultura. **Anais...** 1984b. p.201-8.

- SCHMITT, A.T. Eficiência da aplicação de *Baculovirus erinnyis* no controle do mandarová da mandioca. In: SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO-EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Florianópolis, SC, Comunicado Técnico 88, 1985. 7p.
- SECCHI, V.A. *Baculovirus anticarsia*: evolução e economia gerada no controle biológico da lagarta da soja. EMATER-RS, Porto Alegre, RS, Informativo Técnico - Série defensivos agrícolas no. 17, 1986. 4p.
- SHAPIRO, M. In vivo mass production of insect viruses for use as pesticides. In: KURSTAK, E. ed.. **Microbial and viral pesticides**. Marcel Dekker Inc., New York, 1982. 640pp.
- SILVA, M.T.B. da. Estudo comparativo sobre o uso de *Baculovirus anticarsia* por diversos equipamentos de aplicação. **Trigo e Soja**. 87:22-9, Porto Alegre, 1986.
- SILVA, M.T.B. da & ROSA, N.O. da. Efeito de diversos equipamentos de pulverização no desempenho de *Baculovirus anticarsia* sobre populações de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, em soja. In: FECOTRIGO. Diretoria de Pesquisa e Assistência Técnica. **Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa a XIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul**. Porto Alegre, RS, 30 de julho a 02 de agosto de 1985. p.82-94.
- SMIRNOFF, W.A. Predators of *Neodiprion swainei* Midd. (Hymenoptera: Tenthredinidae) larval vectors of virus diseases. **Can. Entomol.** 91:246-8, 1959.
- SMIRNOFF, W.A. The effect of sunlight on the nuclear-polyhedrosis virus of *Neodiprion swainei* with measurement, of the solar energy received. **J. Invertebr. Pathol.**, 19:179-88, 1972.

- SMIRNOFF, W.A. Parasites and predators as vectors of insect viruses. In: SUMMERS, M.; ENGLER, R.; FALCON, L. & VAIL, P. **Baculovirus for insect pest control: safety considerations**. American Society for Microbiology, Washington, 1975. p.131-3.
- SMITH, D.B. & BOUSE, L.F. Machinery and factors that affect the application of pathogens. In: BURGESS, H.D., ed.. **Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980**. Academic Press, New York, 1981. p.635-53.
- SMITH, K.M. **Virus-insect relationships**. Longman, New York, 1976. 291pp.
- STAIRS, G.R. Use of viruses for microbial control of insects. In: BURGESS, H.D. & HUSSEY, N.W., eds.. **Microbial control of insects and mites**. Academic Press New York, 1971. p.97-124.
- STEINHAUS, E.A. The duration of viability and infectivity of certain insect pathogens. **J. Insect Pathol.** 2:225-9, 1960.
- STEINHAUS, E.A. and MARSH, G.A. Report of diagnosis of diseased insects, 1951-1961. **Hilgardia**. 33:349-90, 1962.
- STEINHAUS, E.A. & THOMPSON, C.G. Preliminary field tests using a polyhedrosis virus to control the alfalfa caterpillar. **J. Econ. Entomol.**, 42:301-5, 1949.
- SUMMERS, M.; ENGLER, R.; FALCON, L. & VAIL, P. **Baculovirus for insect pest control: safety considerations**. American Society for Microbiology, Washington, 1975. 186pp.
- SZALAY-MARZSÓ, L. & VAGO, C. Transmission of baculovirus by mites. Study of granulosis virus of codling moth (*Laspeyresia pomonella* L.). **Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae**. 10(1-2):113-22, 1975.

- TANADA, Y. Epizootiology of infectious diseases. In: STEINHAUS, E.A., ed.. **Insect pathology - an advanced treatise**, vol.2., Academic Press, New York, 1963. p.423-75.
- TANADA, Y. Factors affecting the susceptibility of insects to viruses. **Entomophaga**. 10(2):139-50, 1965.
- TANADA Y. Environmental factors external to the host. In: **Regulation of insect populations by microorganisms**. An. N.Y. Acad. Sci., vol.217, p.120-30, 1973.
- TANADA, Y. & HESS, R.T. The cytopathology of baculovirus infections in insects. In: KING, R.C. & AKAI, H., eds.. **Insect ultrastructure**, vol.2. Plenum Press, New York, 1984. p.517-56.
- THOMPSON, C.G. Thermal inhibition of certain polyhedrosis virus diseases. **J. Insect Pathol.** 1:189-90, 1959.
- THOMPSON, C.G. & STEINHAUS, E.A. Further tests using a polyhedrosis virus to control the alfalfa caterpillar. **Hilgardia**. 19:412-45, 1950.
- TINSLEY, T.W. The potential of insect pathogenic viruses as pesticidal agents. **Annual Rev. Entomol.** 24:63-87, 1979.
- VAUGHN, J.L. Virus and rickettsial diseases. In: CANTWELL, G.E., ed.. **Insect diseases** (vol. I). Marcel Dekker, New York, 1974. p.49-85.
- WHITLOCK, V.H. Effect of larval maturation on mortality induced by nuclear polydrosis and granulosis virus infections of *Heliothis armigera*. **J. Invertebr. Pathol.** 30:80-6, 1977.

- YEARIAN, W.C. Application technology to increase effectiveness of entomopathogens. In: ALLEN, G.E.; IGNOFFO, C.M. & JAKUES, R.P. eds.. **Microbial control of insect pests: future strategies in pest management systems.** NSF-USDA, University of Florida, Gainesville, Florida, 1978. p.100-10.
- YEARIAN, W.C. & YOUNG, S.Y. Control of insect pests of agricultural importance by viral insecticides. In: KURSTAK, E., ed.. **Microbial and viral pesticides.** Marcel Dekker, New York, 1982. p.357-423.
- YENDOL, W.G. & HAMLIN, R.A. Ecology of entomogenous viruses and fungi. In: **Regulation of insect populations by microorganisms.** An. N.Y. Acad. Sci., Vol.217, p.18-30, 1973.
- YOUNG, S.Y. & YEARIAN, W.C. Persistence of *Heliothis* NPV on foliage of cotton, soybean, and tomato. **Environ. Entomol.** 3:253-5, 1974.

Esta publicação foi financiada, composta e editada pelo Centro  
Nacional de Pesquisa do Trigo – CNPT/EMBRAPA.