

Feromônios para o Controle de Pragas do Algodoeiro



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Luís Carlos Guedes Pinto
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

Luis Carlos Guedes Pinto
Presidente

Silvio Crestana
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Hélio Tollini

Ernesto Paterniani

Cláudia Assunção dos Santos Viegas

Membros

Diretoria Executiva da Embrapa

Silvio Crestana
Diretor-Presidente

Tatiana Deane de Abreu Sá

José Geraldo Eugênio de França

Kepler Euclides Filho

Diretores Executivos

Embrapa Algodão

Robério Ferreira dos Santos
Chefe Geral

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Maria Auxiliadora Lemos Barros
Chefe Adjunto de Administração

José Renato Cortez Bezerra
Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios



ISSN 0103-0205
Dezembro, 2002

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Algodão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Documentos, 91

Feromônios para o Controle de Pragas do Algodoeiro

Carlos Alberto Domingues da Silva

Campina Grande, PB
2002

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Algodão

Rua Osvaldo Cruz, 1143 – Centenário
Caixa Postal 174
CEP 58107-720 - Campina Grande, PB
Telefone: (83) 3315-4300
Fax: (83) 3315-4367
algodao@cnpa.embrapa.br
http://www.cnpa.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: Alderi Emídio de Araújo
Secretária: Nívia Marta Soares Gomes
Membros: Demóstenes Marcos Pedrosa de Azevedo
José Wellington dos Santos
Lúcia Helena Avelino Araújo
Márcia Barreto de Medeiros Nóbrega
Maria Auxiliadora Lemos Barros
Maria José da Silva e Luz
Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão
Rosa Maria Mendes Freire

Supervisor Editorial: Nívia Marta Soares Gomes
Revisão de Texto: Carlos Alberto Domingues da Silva
Tratamento das ilustrações: Maria do Socorro Alves de Sousa
Foto da capa: Carlos Alberto Domingues da Silva
Padronização Eletrônica dos Originais: Carlos Alberto Domingues da Silva
Editoração Eletrônica: Maria do Socorro Alves de Sousa

1ª Edição

1ª impressão (2002) 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

EMBRAPA ALGODÃO (Campina Grande, PB).

Feromônios para o Controle de Pragas do Algodoeiro, por Carlos Alberto Domingues da Silva. Campina Grande, 2002.

48p. (Embrapa Algodão. Documentos, 91).

1. Algodão-Pragas-Controle. I. Silva, C.A.D. da. III. Título. IV. Série.

CDD 633.51

© Embrapa 2002

Autor

Carlos Alberto Domingues da Silva

M.Sc., Eng^o Agrôn., da Embrapa Algodão

Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário, CEP 58107-720

Campina Grande, PB.

Tel.: 0xx83 3315 4300 - R. 2099

e-mail carlos@cnpa.embrapa.br

Sumário

Feromônios para o Controle de Pragas do Algodoeiro.....	9
Introdução.....	9
Feromônios de Insetos.....	10
Mecanismos de Produção, Emissão e Recepção de Feromônios.....	11
Estratégias Utilizadas para o Uso de Feromônio no Manejo Integrado de Pragas do Algodoeiro.....	11
Monitoramento.....	12
Captura Massal.....	19
Interrupção do Acasalamento.....	23
Atração e Morte.....	31
Referências Bibliográficas.....	34

Feromônios para o Controle de Pragas do Algodoeiro

Carlos Alberto Domingues da Silva

Introdução

Ao longo da escala evolutiva, a transmissão de mensagens olfativas assume a maior importância entre os invertebrados, especialmente nos insetos, os quais dependem desse tipo de comunicação para a sobrevivência da espécie. No entanto, todos os animais e até alguns vegetais (algas, fungos) utilizam a linguagem química, adicionalmente a outros tipos de sinais, para se comunicarem (PAIVA, 1985). Recentes desenvolvimentos em cromatografia, em especial em sensibilidade, têm possibilitado detectar-se esses semioquímicos, sempre que presentes em quantidades inacreditavelmente pequenas. Uma extraordinária, rica e diversa ordenação de compostos químicos, promovem as mensagens usadas para comunicação química entre os animais (SONENSHINE, 1985).

A dimensão de como certas espécies usam a comunicação química para o controle do comportamento individual, varia muito. Insetos sociais fornecem exemplos de elaboradas linguagens químicas, nas quais feromônios específicos podem determinar o comportamento alimentar, ataques contra intrusos, atração de machos, locais de oviposição e muitas outras funções. Refinamentos mais precisos permitem que membros da mesma colônia se diferenciem de membros de outras colônias. A precisão da “linguagem química” pode ser decisiva na limitação de mensagens moleculares de estágios fisiológicos e específicos de vida (SONENSHINE, 1985).

Feromônios de Insetos

Feromônios são substâncias químicas pertencentes ao grupo dos semioquímicos, que medeiam interações intraespecíficas. De fórmula química simples, biodegradável e empregado em diminutas quantidades, os feromônios são o principal elemento da linguagem de comunicação dos insetos (VILELA, 1992); portanto, representam uma das mais poderosas substâncias biológicas ativas e esforços têm sido realizados para utilizar esses compostos a serviço do controle de pragas (CAMPION, 1994). Os feromônios são freqüentemente classificados de acordo com seu efeito sobre o organismo alvo (feromônio sexual, feromônio de alarme, feromônio de trilha, feromônio de agregação etc.), ou segundo sua função, por exemplo, em que o feromônio de alarme pode atuar tanto repelindo e dispersando outros insetos em determinada área, como no recrutamento de membros da colônia para sua defesa, sendo classificado como feromônio de recrutamento ou tão somente um complexo de feromônio de defesa (WEAVER, 1978). Entretanto, as duas classes de feromônio mais comuns sobre insetos são os feromônios sexuais, geralmente produzidos pelas fêmeas para atrair os machos, para o propósito do acasalamento; e o feromônio de agregação, produzido por um ou ambos os sexos, induzindo-os a se alimentarem e reproduzirem. Ambos os tipos são comuns em lepidóptera, sendo o segundo em coleóptera (CAMPION, 1994). A amplitude de componentes químicos presentes nos feromônios de lepidópteros, inclui mistura de álcoois alifáticos, aldeídos, ésteres e epóxides, enquanto nos coleópteros inclui o ácido alquenóico, derivado de alcanonas, éteres, álcoois monoterpenos e aldeídos (CAMPION, 1994). Esta similaridade de estruturas químicas se torna evidente em lepidópteros, em particular nas espécies mencionadas e, mesmo nessas espécies, existe diferenças na composição do feromônio, de acordo com a localidade. No caso de *Spodoptera littoralis*, ocorrem diferenças marcantes na mistura do feromônio produzido pelas fêmeas oriundas de diferentes países de origem, como Grécia, Egito e Israel (CAMPION et al., 1980).

Mecanismos de Produção, Emissão e Recepção de Feromônios

Os mecanismos envolvidos tanto na produção como na emissão e detecção de feromônios, são influenciados por fatores de ordem interna (fisiológica e estado de desenvolvimento do inseto) e externa (fatores ambientais).

Para envio da mensagem química, os insetos são dotados de glândulas de diversos tipos, cuja complexidade de funcionamento pode levar à produção, em uma mesma célula, de substâncias com funções diferentes. Do mesmo modo, os insetos podem, ainda, utilizar-se de substâncias produzidas nas plantas e transformá-las em feromônios.

Os órgãos olfativos estão localizados principalmente nas antenas, embora em alguns casos possam estar nos palpos e nos tarsos. As antenas são apêndices móveis, pares, bastante variáveis, situadas na cabeça dos insetos, embriologicamente originárias do segundo segmento da cabeça, formadas por diversos artículos ou antenômeros e com três partes distintas: escapo, pedicelo e flagelo. Além da função olfativa, as antenas podem também desempenhar funções auditivas, gustativas e táteis. A superfície de absorção das antenas em alguns lepidópteros pode atingir cerca de 85 mm² (BIRCH e HAYNES, 1983) a qual lhes possibilita filtrar a informação recebida em forma molecular, através dos pêlos olfativos ou sensilas e transmiti-la ao cérebro, onde é traduzida em atos comportamentais. Em geral, quanto maior o número de sensilas, maior também a capacidade de discriminação de moléculas químicas que compõem os feromônios.

Estratégias Utilizadas Para o Uso de Feromônio no Manejo Integrado de Pragas do Algodoeiro

A utilização de feromônios visando ao controle de pragas, tem-se desenvolvido seguindo-se, geralmente, três caminhos principais: monitoramento de populações de insetos com armadilhas de feromônio; controle pela captura massal usando-se grande número de armadilhas para reduzir o nível populacional e o controle pela interrupção do acasalamento, cujo feromônio sintético permanece na atmosfera, impedindo que o inseto seja bem sucedido em encontrar seu parceiro (CAMPION, 1994). O emprego desses feromônios pode-se dar, basicamente, de duas maneiras:

1. liberando-os na cultura, por exemplo, através de pulverizações, de modo a provocar o confundimento entre os sexos. Neste caso, macho e fêmea não conseguirão se encontrar e, conseqüentemente, não deixarão descendentes;

2. colocando-os em armadilhas dotadas de superfícies adesivas, caso em que os insetos serão atraídos como se fossem para o sexo oposto, e ficarão retidos (VILELA, 1992).

A maioria dos trabalhos sobre feromônios tem sido conduzida com feromônios sexuais de lepidópteros e feromônios de agregação de coleópteros. Outros trabalhos o são também, embora em menor escala, com feromônios de agregação, que influenciam o comportamento de oviposição em Coleóptera, Díptera, Homóptera, Hymenóptera, Lepidóptera e Ortóptera, e feromônios de alarme, que estimulam o escape e outros comportamentos defensivos em Diptera, Hemíptera e Himenóptera sociais (CAMPION, 1994).

Monitoramento

Componente principal das armadilhas de captura de insetos-praga, os feromônios têm sido utilizados em todas as partes do mundo, como ferramenta de monitoramento.

Armadilhas de feromônio são aparelhos geralmente simples, baratos e específicos para determinadas espécies de insetos, compostos por uma superfície adesiva, água ou funil seco, para capturar e reter os insetos (WALL, 1989). O dispersor controla a liberação de feromônio e contém, em geral, um miligrama ou menos de feromônio, com durabilidade para um mês ou mais (CAMPION et al., 1978; WEATHERSTON, 1989).

Armadilhas de feromônio freqüentemente capturam espécies de pragas alvo, sempre quando o nível populacional dessas pragas é reduzido e podem ser, portanto, utilizadas de maneira qualitativa, para alertar antecipadamente a incidência de pragas. Portanto, podem ser de grande valor, quando a praga ocorre esporadicamente de ano para ano ou quando elevadas taxas de migrações são esperadas. O número de insetos machos capturados em armadilhas de feromônio é utilizado como indicador da presença ou, mais raramente, para estimar a densidade populacional da praga (ARN, 1990).

O monitoramento quantitativo, por meio do qual o número de mariposas capturadas nas armadilhas está relacionado a determinado número de ovos, larvas ou nível de dano econômico, não tem logrado sucesso. Tal fato pode ser atribuído, em parte, à influência das variações ambientais sobre a armadilha de captura e à dispersão natural da pluma atraente. Na verdade, em alguns casos as informações obtidas a partir de armadilhas de feromônio têm resultado em informações enganosas sobre a densidade populacional da praga dentro da cultura. A despeito desses problemas, as armadilhas de feromônio têm contribuído para a ampliação dos conhecimentos sobre o status do inseto-praga, sendo utilizadas para prever o nível de dano, antes que o tratamento seja requerido.

Estudos sobre o monitoramento qualitativo e quantitativo com auxílio de feromônio, têm sido utilizados para o controle de diversas pragas-chave do algodão.

Spodoptera

A dispersão por longas distâncias tem sido observada para diversas espécies de *Spodoptera*, incluindo *Spodoptera exempla* (WALKER) (ROSE et al., 1985) e *Spodoptera exigua* (HUBNER) (FRENCH, 1969). No caso de *S. littoralis* sobre algodão, a análise dos dados de insetos capturados diariamente na rede de armadilhas de feromônio instaladas e distribuídas em toda a região delta do Egito, por um período de dois anos, foi de grande importância, permitindo identificar-se o momento em que a população local se estabeleceu, antes que a mesma se redistribuísse no local (NASR et al., 1984) concordando com os resultados obtidos em estudo semelhante conduzido em Cyprus (CAMPION et al., 1977) cuja espécie relatada, *S. litura* (FABRICIUS) é uma praga esporádica do algodão na Ásia e Austrália; entretanto, na América Latina diversas outras espécies de *Spodoptera* apresentam comportamento semelhante, incluindo a *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) e a *Spodoptera sunia* (GUENÉE).

Esses estudos demonstram que a velocidade do vento, umidade relativa e temperatura, podem afetar significativamente a captura das mariposas *S. littoralis* e *S. litura* em armadilhas adesivas de feromônio (CAMPION et al.,

1974; NAKAMURA, 1976; MURLIS et al., 1982) e, face à mobilidade relativa desses insetos, não se tem observado relação significativa entre o número de adultos capturados e a sua subsequente infestação larval.

Helicoverpa e Heliothis

O hábito polífago de *Helicoverpa* spp. e sua alta mobilidade, sugerem que as armadilhas de captura de feromônio podem ser utilizadas para o estudo da migração desse inseto, advertindo antecipadamente a ocorrência de ataques iniciais, embora as informações quantitativas sobre o nível de infestação larval no campo, sejam pouco precisas.

Uma rede de armadilhas de feromônio para monitorar o movimento e a distribuição de *H. armigera* em áreas extensas, tem sido efetuada no subcontinente da Índia (ICRISAT, 1987). Modelos de previsão incorporando armadilhas de captura com feromônio de *H. armigera* e *H. zea*, vêm sendo empregados nos Estados Unidos, visando antecipar o momento provável de oviposição sobre a cultura do algodão, ou auxiliando na programação das atividades de manejo dessa praga sobre uma extensa área de cultivo (HARTSTACK et al., 1978, 1983; HENDRICKS e HARTSTACK, 1978; HARTSTACK e WITZ, 1981; LOPEZ et al. 1990).

A relação entre o número de mariposas capturadas nas armadilhas e a densidade subsequente de estágios imaturos e/ou de dano, não se tem confirmado (HARTSTACK et al., 1978; TINGLE e MITCHELL, 1981; KEHAT et al., 1982; ROTHSCHILD et al., 1982; JOHNSON, 1983; KONONENKO et al., 1986; LEONARD et al., 1989; NYAMBO, 1989). Esta relação tem merecido atenção no início do ciclo de cultivo, quando a densidade populacional da mariposa é baixa.

No caso de *H. armigera*, a posição da armadilha em relação à cultura, velocidade e direção do vento, umidade relativa e temperatura, podem afetar significativamente a captura de insetos na armadilha (ROTHSCHILD et al., 1982; DENT e PAWAR, 1988). A luz da lua e a pressão barométrica, também têm demonstrado afetar a captura de *H. virescens* e *H. zea* nos Estados Unidos (HARTSTACK et al., 1978; HENDRICKS e HARTSTACK, 1978) embora na Índia o efeito da luz da lua sobre a captura

de *H. armigera* em armadilhas de feromônio seja mínimo (DENT e PAWAR, 1988); entretanto, a grande amplitude de variação do número de mariposas capturadas entre armadilhas, para *H. armigera* na Índia, tem dificultado a utilização dos dados coletados em armadilhas isoladas, como índices de níveis de ação.

Alabama

O curuquerê do algodoeiro, *Alabama argillacea* (HÜBNER) (Prancha I - A) pode ocorrer em qualquer período do ano em toda a América tropical, embora o aparecimento das mariposas ocorra logo após as primeiras chuvas.

Este feromônio, identificado por Cork *et al.* (1992) e avaliado no Peru (ALMESTAR, 1990) é amplamente utilizado na prevenção de infestações, através da detecção de ataques incipientes do inseto na cultura do algodão.

O feromônio da espécie *Anomis texana* (Riley) praga do algodão, de importância localizada no sudeste do Peru, foi identificado e testado no campo (CORK *et al.*, 1992)

PRANCHA I

Pectinophora

A lagarta rosada *Pectinophora gossypiella* (Prancha I - B), é uma espécie estabelecida em todas as partes do mundo, onde se cultiva o algodão. Levantamentos extensivos e qualitativos realizados nos estados americanos

Foto: Carlos A.D. da Silva



A - Lagarta e pupa do curuquerê



Foto: Carlos A.D. da Silva

B - Lagarta rosada

Foto: Carlos A.D.

**C** - Adulto do bicudo**D** - Armadilha de feromônio para capturar bicudos**E** - Maçã danificada por *Spodoptera* spp.

Foto: Carlos A.D. da Silva

F - Campo de algodão tratado com o dispositivo Tubo Mata Bicudo

do Arizona e Novo México, têm sido conduzidos para se monitorar a dispersão do inseto, dentro de estados adjacentes (KENNEDY, 1981).

No Paquistão, Ahmad (1979) monitorou, anualmente, a ocorrência da lagarta rosada, com armadilhas de feromônio visando controlar o inseto através de avaliações no período de crescimento do algodão e aplicação de inseticida. Estudo semelhante foi conduzido na Índia, por Singh e Lather (1989).

O uso de armadilhas de feromônio para o monitoramento quantitativo de mariposas e a determinação do nível econômico de captura, reduziram o

número de aplicações de inseticidas de três para uma, no sudeste da Califórnia (TOSCANO et al., 1974). O nível econômico de captura, necessário para se realizar aplicações de inseticidas, variou de 12-15 e 3,5-4 mariposas/armadilha/noite, respectivamente, na metade e ao final do ciclo de cultivo do algodão. Em trabalho posterior, Henneberry e Clayton (1982) demonstraram que capturas de mariposas-macho foram fortemente correlacionadas com a oviposição, proporção de maçãs infestadas e número de larvas por maçã; entretanto, após o tratamento inseticida, a captura de mariposas permaneceu abaixo do nível, devido à emigração e emergência recente de mariposas, além do fato dos tratamentos inseticidas, realizados com base na captura de mariposas, terem sido praticados somente no início das aplicações. Beasley et. al (1985) verificaram correlações positivas entre o número de mariposas-macho, capturadas três a quatro dias antes da primeira infestação das flores, assim como entre o número de larvas contidas nas maçãs, e o florescimento tardio.

Em Israel, Melamed e Shoham (1975) recomendaram aplicações de inseticidas visando ao controle de *Pectinophora*, após a captura de oito mariposas durante a noite, nos campos de algodão (60.000 ha), mas Teich et al. (1977) reduziram esse nível de captura, para cinco mariposas capturadas por noite. Tratamentos inseticidas são importantes no início do cultivo, para controlar mariposas adultas. Em geral, duas pulverizações são necessárias para o controle da praga, enquanto nas fazendas em que se realiza o controle convencional, são necessárias 10-15 aplicações durante o ciclo da cultura (SHANI, 1982).

Armadilhas de feromônio para a captura de *Pectinophora* indicam correlação direta com o dano provocado nas maçãs, em experimentos conduzidos em campos de algodão, na Ilha marítima de Barbados. Capturas de oito a nove mariposas durante a noite representarão, dez dias mais tarde, um nível de 10% de maçãs danificadas (INGRAM, 1980). Na Índia, Taneja e Jayaswal (1981) recomendam a aplicação de inseticidas com vistas ao controle da lagarta rosada, 24-48 horas após a captura de oito mariposas/armadilha/noite, enquanto em Punjab, os melhores resultados de controle da praga foram obtidos quando capturadas quatro mariposas por

noite (DHAWAN e SIDHU, 1984). Page *et al.* (1984) usando armadilha de gossyplure-baited na Oceania, encontraram que a média de captura na armadilha de 10-20 mariposas por noite foi relatada para ataques que atingiam dano econômico da lagarta rosada *Pectinophora scutigera* (HOLDAWAY).

Com base nas informações geradas, verifica-se que não é possível quantificar com exatidão um número universal de mariposas capturas por armadilha de feromônio e necessário para estabelecer correlação com o dano larval subsequente.

No vale do Shire, principal região produtora de algodão de Malawi, o feromônio de *Pectinophora* foi combinado com o feromônio da lagarta vermelha das maçãs *Diparopsis castanea* (Hmps.) tendo em vista o desenvolvimento de um duplo sistema de monitoramento de *Pectinophora* e *Diparopsis*. Os resultados demonstraram que a captura de ambas as espécies de pragas não foi afetada pela mistura de feromônios (MARKS, 1976, 1977).

Anthonomus

O bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* (Prancha I - C) é, provavelmente, a mais séria praga do algodão, no continente americano. O inseto macho emite, após a primeira alimentação sobre a planta de algodão, um feromônio, que causa a agregação de ambos os sexos, embora ao final da época de florescimento somente as fêmeas sejam atraídas. A armadilha de feromônio do bicudo (Prancha I - D) tem sido utilizada na detecção precoce de populações em refúgio e/ou diapausa e, também, em estudos de dispersão (DAVICH *et al.*, 1970; RIDGWAY *et al.* 1971); ela é muito mais eficiente em detectar reduzidas populações de bicudos que a avaliação manual (MITCHELL e HARDEE, 1974; MERKL *et al.*, 1978). Experimentos para se determinar o melhor local para captura de bicudos através da instalação de armadilhas, foram conduzidos, comparando-se armadilhas localizadas na periferia com armadilhas dentro do campo, indicando que em baixas densidades populacionais da praga os resultados são semelhantes, mas em altas densidades da praga, particularmente na metade do período de cultivo, quando a reprodução do bicudo está ocorrendo, essas

armadilhas colocadas no interior dos campos, são mais eficientes (LLOYD et al., 1981; LEGGETT et al., 1988).

O bicudo do algodoeiro foi introduzido no Brasil em 1983, na região de Campinas, São Paulo. Em 1985, ele se havia disseminado em mais de 1 milhão de ha, principalmente no Nordeste do Brasil (CASTRO, 1992) e no interior do estado do Paraná, fronteira com o Paraguai, tornando a sua erradicação inviável.

Considerando-se o elevado potencial biótico dessa praga e sua alta capacidade de dispersão, acredita-se que tenha sido inevitável, portanto, sua disseminação dentro do Paraguai, onde se estima o cultivo de 450.000 ha de algodão. Para conter esse avanço, uma rede de armadilhas de feromônio foi instalada em 20 localidades diferentes, com 50 armadilhas em cada área (WHITCOMB e MARENGO, 1985). A possibilidade de criação de uma zona livre de algodão entre o Paraguai e o Brasil, para retardar a entrada e disseminação do bicudo no Paraguai, está sendo considerada através da utilização de imagem de sensoriamento remoto, para mapear os campos de algodão e localizar a zona de exclusão e, portanto, garantir a melhor disposição da rede de armadilhas para monitoramento (DENORE et al., 1988).

O feromônio do bicudo do algodoeiro tem sido uma valorosa ferramenta para detectar novas infestações do bicudo, onde ele normalmente não ocorre e, também, reintroduções nas áreas em que o bicudo tem sido eliminado nos Estados Unidos, no programa de erradicação.

O monitoramento quantitativo para auxiliar na decisão em relação à definição dos níveis econômicos, tem obtido menos sucesso. Estudos têm sido conduzidos para se investigar a relação entre a captura nas armadilhas, aplicação de inseticidas para o controle de bicudos hibernantes e o número de botões florais danificados pelo bicudo (RUMMEL et al., 1980). Com base nos dados obtidos durante diversos anos de capturas acumuladas em armadilhas e subseqüentes botões florais danificados, um sistema de índice da armadilha foi desenvolvido, baseado no número de bicudos capturados durante o período de seis semanas, para prever os resultados dos tratamentos de controle de bicudos (BENEDICT et al.,

1985). O monitoramento com armadilhas de feromônio, para servir de guia para aplicação de inseticida visando ao controle de bicudos em diapausa ou mesmo para aplicação na metade do ciclo de cultivo, é praticado em algumas áreas dos Estados Unidos, porém novos trabalhos são necessários para se determinar o nível populacional do bicudo em diferentes períodos do ano, em relação à variação de captura na armadilha (RIDGWAY *et al.* 1985).

Captura Massal

Captura massal, tal como o nome sugere, implica no uso de grande número de armadilhas de feromônio para captura de uma grande proporção da população de insetos. Esta técnica tem obtido sucesso para uma considerável porcentagem de pragas pertencentes às ordens lepidoptera e coleóptera (CAMPION, 1989). Feromônios sexuais de lepidóptera, atraem somente os machos, cuja eficiência da armadilha depende da captura de elevadas proporções da população de machos para prevenir o acasalamento com as fêmeas. A captura massal é mais apropriada com a utilização do feromônio de agregação, desde que seja capaz de atrair machos e fêmeas. Como parte de um programa de manejo integrado de pragas, a captura massal tem obtido sucesso no controle do besouro *Ips typographus* (CAMPION, 1989).

A questão imediata parece ser em que proporção a população do campo necessita ser capturada para se obter resultados satisfatórios. Para lepidoptera, onde somente os machos são capturados, geralmente é assumido que a eficiência da armadilha deve ser tão alta quanto 80-95 % (KNIPLING e MCGUIRE, 1966).

Parte do problema é como quantificar o número de armadilhas necessárias por unidade de área para se atingir o controle. Esses valores têm variado na prática de 1 a 700 armadilhas/ha, sendo estimados de forma empírica ou como resultado de modelos simulados em computador. O limite superior é, entretanto, fixado com base em fatores econômicos de custo da armadilha e de manutenção da rede de armadilhas.

Desde que um sistema eficiente de armadilha e um regime adequado de

armadilhamento se tenham estabelecido, existe o problema de determinar acuradamente o efeito do tratamento. O impasse reside no fato de que as áreas dos tratamentos devem ser isoladas ou suficientemente grandes para reduzir a possibilidade da entrada de fêmeas grávidas; esta necessidade de se utilizar áreas grandes e/ou isoladas, tem resultado, em muitos casos, em ensaios contendo blocos sem repetição, cujas comparações com áreas-testemunha não têm sido possíveis, mesmo que estatisticamente aceitáveis (CAMPION, 1984). Assim sendo, assume-se que, para aquelas pragas de algodão de hábitos monófagos e de potencial migratório limitado, como *Pectinophora*, oferecem melhor perspectiva para realização de ensaios.

Diversas tentativas de captura massal têm sido realizadas para o controle de *Pectinophora*, nos Estados Unidos. Testes iniciais com feromônio foram conduzidos antes desses terem sido completamente caracterizados, sendo os resultados mal sucedidos ou equivocados (GRAHAM et al., 1966; GUERRA et al., 1969). A redução no número de larvas infestando maçãs foi obtida através da captura massal com glossyplure, em uma área de 36 ha e uma densidade de cinco armadilhas/ha, embora tenha sido necessário efetuarem-se algumas aplicações de inseticida na metade do período de cultivo (FLINT et al., 1976). O ponto chave do problema de controle adequado do nível de infestação durante o período de captura massal, foi comparar-se com aquele de mesma área por diversos anos antes do tratamento. Um método semelhante de acesso foi usado por Huber *et al.* (1979) em uma área de 3000 ha, usando-se densidades de 5 a 10 armadilhas/ha. A redução do nível de infestação de maçãs foi atribuída à captura massal, embora o nível de infestação, antes e durante o ensaio, tenha sido muito abaixo do tratamento convencional.

Ensaio de captura massal foram conduzidos na Síria, para controlar a lagarta espinhuda das maçãs, *E. insulata*. Armadilhas de feromônio com funil em uma densidade de 4/ha foram instaladas em uma área de 150 ha e mantidas durante toda a época de crescimento do algodão. Embora o controle total não tenha sido atingido, o nível de maçãs infestadas por *Earias* foi 50% menor no centro da área do tratamento, quando comparado com o nível da periferia (ELMOSA, 1986), demonstrando a importância da emigração do inseto dentro da área do tratamento.

A mobilidade relativa e o hábito alimentar polífago de *Spodoptera littoralis*, representam o maior problema para utilização da captura massal para o controle desse inseto, desde que as armadilhas tenham sido instaladas em extensas áreas de culturas específicas.

Em Israel, ensaios de captura massal foram conduzidos utilizando-se densidades de 1-2 armadilhas/ha em áreas de cultivo misturado com mais de 3000 ha; o sucesso no controle de *Spodoptera* foi atribuído à redução de 30-40% no número de aplicações de inseticida necessário para controlar o complexo de insetos-praga do algodão, durante todo o ciclo de cultivo, em comparação com as áreas de tratamento convencional (TEICH et al., 1979). Em 1981, mais de 20.000 ha de algodão em Israel foram tratados de forma semelhante (SHANI, 1982).

Ensaio de captura massal foram também conduzidos no Egito, onde *S. littoralis* é controlada, atualmente, pela coleta manual de massa de ovos presentes nas plantas jovens de algodão. Turma de crianças se dirige, a cada três dias, para a cultura do algodão, para coletar, contar e destruir a massa de ovos (BISHARA, 1934; HOSNY, 1980). Uma estimativa econômica do método de captura massal de Gubbins e Campion (1982) sugere que esta prática é tecnicamente exequível, podendo ser considerada barata em relação ao sistema de coleta de massa de ovos.

Ensaio de captura massal, com densidade de três a cinco armadilhas/ha em áreas superiores a 600 ha, mantida durante o período de crescimento do algodão, falharam em reduzir significativamente o número de massas de ovos coletados nas áreas do tratamento, comparadas com aquelas áreas sem a armadilha (HOSNY et al., 1979; CAMPION, 1983). Outros assessamentos, que incluem uma comparação de acasalamento de fêmeas virgens receptivas de mariposas de *Spodoptera* em tratamentos com feromônio e áreas controle (MCVEIGH et al., 1983) cuja frequência de acasalamento de mariposas macho, determinada pela cor do trato reprodutivo do macho conforme descrito por Haines (1981), também indicaram não supressão da atividade de acasalamento, como resultado da instalação da armadilha.

O nível de ataque de *Spodoptera* no Egito, mensurado através do número de massa de ovos pode variar de ano para ano, de uma média diária de 10/ha nas infestações anuais diurnas, para mais de 10.000/ha em anos de explosão populacional, com frequência de explosões de uma em dez anos. Sempre quando considerável número de massas de ovos ocorre, eles podem ser pesadamente parasitados ou atacados por predadores.

Com a atividade de coleta de massa de ovos, pressupõe-se a não aplicação de inseticidas e, assim, os insetos benéficos são preservados. É possível que o sucesso obtido com a captura massal seja o resultado da ação de insetos benéficos, já que a utilização de armadilhas tem reduzido a necessidade do emprego de inseticidas, tornando menos provável sua utilização (CAMPION, 1983).

A ação dos insetos benéficos pode também ter influenciado a difusão de ensaios de captura massal na Índia, utilizando uma densidade de 5 armadilhas/ha, visando ao controle de *S. litura* e *H. armigera*, em campos de algodão. Do mesmo modo, em Israel reduções semelhantes no número de aplicações de inseticidas foram obtidas nas áreas tratadas (175 ha) em comparação com as áreas que receberam tratamentos convencionais (PATEL et al., 1986).

Em alguns ensaios os resultados enfatizam a necessidade de se realizar procedimentos para se determinar a efetividade de estratégias de controle, usando-se feromônios na ausência da mortalidade direta da larva.

O comportamento de mobilidade e polifagia de *S. litoralis* pode não ser uma característica ideal para o emprego da captura massal, mas pode ser adaptado a formas alternativas de controle, usando-se feromônio.

O desenvolvimento da técnica de atração e morte, combinando a potente atração do feromônio com o efeito letal do inseticida em discretas quantidades (MCVEIG e BETTANY, 1987), pode ser uma alternativa mais efetiva (ver abaixo).

Perspectivas de controle do bicudo, *Anthonomus grandis*, através da utilização da captura massal, poderão ser promissoras, desde que ambos os

sexos sejam atraídos mais cedo para a lavoura. Nos Estados Unidos, a despeito dos esforços realizados nos últimos anos, o método da captura massal não é considerado, atualmente, uma técnica acabada. Os resultados relatados por Lloyd *et al.* (1981) usando a técnica de liberação de insetos marcados, recaptura e modelos simulados em computador, demonstram que uma densidade de 14 armadilhas/ha é capaz de coletar altas proporções de populações fêmeas.

Uma série recente de experimentos visando reduzir a densidade populacional da praga indica que duas armadilhas/ha eliminam 80% dos bicudos presentes no campo, cuja população foi estimada como sendo menor que 2,5/ha (LEGGETT *et al.*, 1988). Capturas em baixas densidades populacionais podem desempenhar importante função em programas de erradicação do bicudo.

Interrupção do Acasalamento

O uso de feromônios para confusão de machos é potencialmente uma poderosa ferramenta no manejo de insetos-praga. A técnica se baseia na premissa de que insetos machos devem ser inábeis em localizar as fêmeas, desde que o meio ambiente em torno da fêmea seja permeado com feromônio sexual (JACKSON e LEWIS, 1981) embora o modo preciso de atuação permaneça especulativo (CARDE, 1990). Três fatores foram propostos por Shorey (1977) que podem atuar sozinhos ou em conjunto na interrupção do acasalamento, que são: adaptação sensorial, habituação e competição direta. A adaptação sensorial pode ocorrer logo depois de prolongada exposição, sendo o neurônio do sensor olfatório incapaz de detectar o feromônio por longo período de tempo. A habituação é a situação na qual o inseto para de responder aos estímulos curtos, devido à competição direta entre os machos que estão voando em direção à fonte de feromônio deixada pela fêmea, reduzindo as chances de sucesso no acasalamento. Carde (1990) propôs uma árvore futura, camuflagem da pluma de feromônio natural pelo aumento da concentração do feromônio sintético, um desbalanço do ganho sensorial onde o feromônio sintético tem uma taxa de componentes subnaturais, e feromônios antagonistas que

reduzem a atratividade do feromônio. Carde (1990) conclui que nos sistemas de interrupção do acasalamento, diversos mecanismos estão envolvidos, sendo necessária a geração de novos conhecimentos para modificar o comportamento e promover um ganho sensorial que module essas reações.

A técnica da interrupção do acasalamento tem sido utilizada com sucesso no controle da lagarta rosada (*Pectinophora gossypiella*), da mariposa oriental das frutíferas (*Cydia molesta*), da mariposa da framboesa (*Eupoecilia ambiguella*) e da mariposa da alcachofra (*Platyptila carduidactyla*) (CAMPION et al., 1989). Diferentes formulações têm sido usadas para prolongar a liberação e eficiência de diferentes feromônios. As formulações atualmente disponíveis incluem: fibras porosas, micro-encapsuladas, dispersores do tipo cordão, resina polivinil cloride e flocos laminados.

Dentre as formulações citadas, as fibras porosas e flocos laminados têm sido aplicados com cola, com o auxílio de aplicador especial para assegurar a aderência do produto na folha da planta; o micro-encapsulado, estando numa suspensão aquosa, pode ser pulverizado com aplicadores convencionais sem a necessidade de qualquer espécie de adesivo, enquanto a formulação do tipo cordão e o dispersor de PVC, podem ainda ser aplicado manualmente, amarrados ou aderidos ao redor da haste da planta.

O mérito relativo das pulverizações e aplicações manuais de formulações de feromônio pode depender das circunstâncias. Feromônios relativamente estáveis, como aquele da lagarta rosada, em uma mistura de 1:1 de (ZZ) e (ZE)-7,11-hexadecadienyl acetato aplicado na formulação de fibra porosa ou micro-encapsulada, tem uma persistência no campo de duas a três semanas. Persistências maiores, acima de 100 dias, podem ser obtidas no campo utilizando formulações do tipo cordão ou resina de PVC.

Em 1978, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) concedeu o primeiro registro de produto à base de feromônio sexual da lagarta rosada, o feromônio (Glossyplure) formulado em fibras porosas (BROOKS et al., 1979). Posteriormente, cerca de 20.000 ha de algodão

foram tratados com Glossyplure no sudoeste dos Estados Unidos, particularmente nos estados do Arizona e Sul da Califórnia. Em 1979, o EPA permitiu o uso experimental (EUP) de formulações de feromônio em flocos laminados de Glossyplure em um total de 192 ha (KYDONIEUS e BEROZA, 1981). Ambas as formulações foram testadas em grande escala, no ano de 1980, totalizando 50.000 hectares no ano de 1981.

Receosos de que a população de mosca branca, *Bemisia tabaci* (Gennadium) e *Helicoverpa* spp. Explodissem armadilhas de feromônios foram associadas aos tratamentos inseticidas para o controle de *Pectinophora* no vale da Califórnia, em cerca de 14.700 ha de algodão, na tentativa de reduzir a quantidade de inseticidas. O Distrito de Abatimento de Pragas do Algodão (CPAD) estabeleceu que a fazenda que não utilizasse feromônio para controle da lagarta rosada na cultura do algodão deveria ser multada. O programa foi considerado um sucesso devido a redução nas aplicações de inseticidas convencionais sem afetar a produção, cujo dano estimado foi de 5%, se comparado aos mais de 30% observados nos tratamentos convencionais de campos vizinhos (DOANE et al., 1983). Este programa impositivo foi descontinuado em 1984, face ao comprometimento de mais de 60% dos fazendeiros em dar prosseguimento ao programa de utilização de feromônio. Entretanto, o compromisso firmado não foi levado adiante e muitas fazendas retornaram ao antigo programa de uso regular de inseticidas convencionais.

Mais recentemente a formulação de feromônio da lagarta rosada do tipo cordão foi utilizada com sucesso no Arizona, inicialmente em testes de pequena escala, totalizando 10 ha (FLINT et al., 1985) sendo, mais tarde, no ano de 1985, utilizada em grande escala na Califórnia (STATEN et al., 1987). A formulação do tipo cordão foi utilizada em uma proporção de 1000/ha (78 g.i.a/ha) com expectativa de duração de 58 dias. A quantidade média larval em campos tratados com feromônio foi menor que nos campos tratados convencionalmente com inseticida, cujo número médio de aplicações de inseticidas foi reduzido em 40%. O custo da aplicação manual desse tipo de formulação no campo foi compensado pela redução na aplicação de inseticidas (BAKER et al., 1990).

Um tratamento de grande escala foi conduzido no ano de 1980, em

Haryana, Índia, utilizando-se aplicações aéreas da formulação de feromônio do tipo fibra porosa, em uma área de 290 ha (PAWAR et al., 1981). A despeito do sucesso alcançado, trabalhos em grande escala não foram incorporados. Teste em pequena escala da formulação de feromônio micro-encapsulada “pectona” aplicada tanto com equipamento tradicional (SHU et al., 1987) como com equipamento de pulverização de superfície (SUNDARAMURTHY et al., 1987) demonstraram ser eficiente, onde o nível de controle estabelecido para o dano nas maçãs, foi comparável àquele utilizado no tratamento com aplicação de inseticida de forma convencional.

A possibilidade de controlar a lagarta rosada, usando-se formulações de feromônio de flocos laminados, microencapsulada e de fibra porosa tem sido investigada no Egito. Cada formulação foi aplicada via aérea ou manualmente, de três a cinco vezes durante a safra de algodão, na quantidade de 20 e 50/ha por safra. Nesses estudos foram obtidos níveis de controle comparáveis e, algumas vezes, melhores que os níveis de controle obtidos nos programas de aplicação convencional de inseticida, demonstrando também que as populações de insetos benéficos foram maiores nas áreas tratadas com feromônio, que naquelas tratadas com inseticidas de largo espectro (CRITCHLEY et al., 1985; EL-ADL et al., 1988).

O feromônio da lagarta rosada foi utilizado pela primeira vez, comercialmente, no Egito, em 1984 e em 1986, as áreas tratadas com feromônio tinham atingido cerca de 25.000 ha. O uso de feromônio em escala semelhante foi único nos países em desenvolvimento, tendo sido somente empregado em escala semelhante nos Estados Unidos (CAMPION et al., 1989).

Mais recentemente, a formulação do tipo cordão, que requer apenas uma aplicação para permanecer ativa durante longo período, visando ao controle da lagarta rosada, foi avaliada com sucesso em experimentos de grande escala conduzidos no Egito (MCVEIGH et al., 1988). Esse tipo de formulação somente pode ser aplicado manualmente, motivo pelo qual deve ser considerado de particular relevância nos países em desenvolvimento, onde existe disponibilidade de mão-de-obra.

Na província de Dakahlia, no Egito, coletores de mel se beneficiaram grandemente das aplicações de feromônio em 1987. A produção de mel rosa, que no ano de 1986 tinha sido nula devido à utilização de inseticidas convencionais como estratégia única de controle de pragas do algodão, elevou-se para mais de 10.700 kg em áreas tratadas com feromônio em 1987. A média da produção de mel rosa elevou-se de zero para 4.5 kg/colméia entre 1986 e 1987. Esse ganho na relação custo/benefício foi obtido através da aplicação de três pulverizações com feromônio no início do estágio de florescimento da cultura, seguido por duas aplicações de inseticidas (MOAWAD et al., 1991).

No Egito, a responsabilidade de controle do complexo de pragas do algodão depende do Ministério da Agricultura. Embora uma estratégia ambiental aceitável de controle se tenha estabelecido, os possíveis riscos de falha dessa técnica relativamente nova, aliada a forte pressão exercida por grupos do setor privado interessados na promoção de inseticidas, têm resultado em uma política cautelosa de avaliação da eficiência de armadilhas de feromônio e, por esta razão, as áreas tratadas com feromônio não devem ser aumentadas em curto período de tempo.

Nos países vizinhos a Israel, a eficiência de formulações de feromônios dos tipos micro-encapsuladas e de fibra porosa tem sido confirmada (KEHAT et al., 1986) através de aplicações comerciais realizadas em uma área de 2000 ha.

No Peru, o uso de formulações de feromônio da lagarta rosada ao final de 100 dias após a semeadura, tem sido efetuado para reduzir o número de aplicações de inseticidas de largo espectro, evitando a ressurgência de outros insetos de menor importância (GONZALEZ, 1982). A suscetibilidade da cultura do algodão ao ataque da lagarta rosada, inicia-se logo após o florescimento, cerca de 50 dias após a semeadura. A proteção de plantas no período crítico de ocorrência da lagarta rosada, através do uso de uma ou duas aplicações aéreas de feromônio, tem promovido controle seletivo ideal.

Formulações de feromônio da lagarta rosada dos tipos fibra porosa, micro-encapsulada e cordão foram utilizadas no Paquistão, nos anos de 1985 a

1988. Os micro-encapsulados foram aplicados através de pulverizadores costais motorizados, e as formulações dos tipos fibra porosa e cordão, aplicadas manualmente. O controle precoce de *Pectinophora* pela interrupção do acasalamento permitiu uma redução média de duas aplicações de inseticidas, diferente da quantidade de aplicações requerida para o controle do complexo de pragas, particularmente no período do florescimento e formação dos frutos, quando os insetos benéficos são mais numerosos. A formulação de feromônio, juntamente com a mistura de inseticidas seletivos e de largo espectro em blocos de 5 a 10 ha de algodão, foi comparada com blocos de algodão de tamanho semelhante, na mesma localidade, tratados com pulverizações convencionais de inseticida. Comparações entre o número de maçãs infestadas e a estimativa de colheita, demonstraram que o nível de controle obtido com a combinação feromônio/inseticida foi igual ao efeito do programa de pulverização convencional de inseticidas (CRITCHLEY et al., 1991).

No Paquistão, além de *Pectinophora* existem também outras duas espécies de lagartas das maçãs, *Earias vittella* e *E. insulana*, consideradas de maior importância e, algumas vezes, de ocorrência precoce durante o ciclo de cultivo. Assim, inseticidas podem ser aplicados nos estágios iniciais de desenvolvimento da cultura, quando os insetos benéficos ocorrem, em sua maioria, casualmente nesses tratamentos. Dentro dessas circunstâncias, existe uma forte razão para realizar o controle de *Earias* spp. com feromônio, em adição aquele de *Pectinophora*, evitando assim, o uso desnecessário de inseticidas no início do cultivo e preservando os insetos benéficos.

Multicomponentes de feromônio para ambas as espécies têm sido identificados e sintetizados (HALL et al., 1980; CORK et al., 1988). Eles têm, em comum, o componente principal (E, E)-10,12-hexadecadienal, cujos testes realizados no Paquistão têm indicado que este componente, formulado juntamente com o feromônio da lagarta rosada, pode ser utilizado por longo período no controle do complexo da lagarta das maçãs.

Formulações dos tipos cordão, resina de PVC e fibra preta porosa foram avaliadas como componentes principais por Critchley et al., 1987; Qureshi

e Ahmed, 1989; Chamberlain et al., 1992. As formulações do tipo cordão e resina de PVC foram aplicadas uma única vez, sendo a fibra porosa aplicada três ou quatro vezes durante o intervalo de dez dias. Ao final do ciclo de cultivo, o número de maçãs por planta e a estimativa da produção de sementes de algodão nos blocos tratados com os feromônios da lagarta rosada e de *Earias*, foram maiores que nos blocos tratados com feromônio da lagarta rosada ou com inseticida. O dano de *Earias* não pode ser estimado pelo nível de infestação das maçãs, já que ambas as espécies atacaram os botões florais, causando sua queda prematura. A proteção da lavoura no início do ciclo contribuiu para o incremento do número de maçãs e da colheita nos blocos tratados com feromônio.

Observações noturnas demonstraram completa ausência da atividade de vôo e acasalamento das mariposas do gênero *Earias*, nas áreas tratadas com feromônio. Diferente situação foi constatada nas áreas tratadas com inseticidas, onde a atividade das mariposas foi facilmente observada (CHAMBERLAIN et al., 1992).

Estudos realizados por Marks et al. (1978, 1981) sobre a técnica da interrupção do acasalamento visando ao controle da lagarta vermelha das maçãs, *Diparopsis castanea*, uma praga chave do algodão no sudeste da África, obteve resultados equivocados quando utilizaram formulações de feromônio micro-encapsulado pouco estáveis. A lagarta vermelha das maçãs é uma praga de algodão amplamente disseminada na África oeste, sendo conhecida como a lagarta das maçãs do Sudão, *Diapropsis watersi* (Roths.), sendo o feromônio muito semelhante (BEEVOR et al., 1973) assim sendo, uma formulação de feromônio apropriada para ambas as espécies, poderia ser viável comercialmente.

Modelos simulados por computador foram desenvolvidos nos Estados Unidos, baseados nas observações de uso do feromônio da lagarta rosada na formulação em flocos laminados. Os resultados indicaram que a interrupção do acasalamento foi mais efetiva quando o feromônio foi aplicado no início do ciclo de cultivo, pelo retardamento do aumento populacional, e que as aplicações tardias foram ineficientes (STONE e GUTIERREZ, 1986). Resultados de testes no Egito usando-se a formulação

de feromônio micro-encapsulada confirmaram essas observações (CRITCHLEY et al., 1984) sendo, atualmente, efetuadas modificações para adaptá-las às variedades egípcias de algodão, além de um guia para uso do feromônio e atuação conjunto dos fazendeiros nesse programa cooperativo de controle integrado (RUSSEL e RADWAN, 1993).

Muitas pesquisas têm sido realizadas para tornar exequível a interrupção do acasalamento visando ao controle de *Helicoverpa* spp. O número e a importância de mais de sete componentes da mistura de feromônio não estão claramente definidos (KLUN et al., 1979; Tumlinson et al., 1982). O grupo funcional de maior atração são aldeídos, sendo o grupo funcional do acetato o mais reativo e de difícil estabilidade no campo. Todas as espécies de *Heliothis* são polífagas e as mariposas altamente migratórias. Talvez por essa razão, os ataques sobre a cultura do algodão sejam freqüentes e imprevisíveis nas espécies do Velho e Novo Mundo.

Testes conduzidos nos Estados Unidos utilizando-se as formulações de fibras porosas e flocos laminados como componente principal ou análogo aos feromônios de *H. virescens* e *H. zea*, foram malsucedidos ou equivocados (MCLAUGHLIN e MITCHELL, 1982). As doses de aplicação não excederam 10 g.i.a/ha, fato que poder ter contribuído, em parte, antecipando o problema de emigração das mariposas. Esses resultados se baseiam nos testes conduzidos no Egito, usando-se formulações micro-encapsuladas como o componente principal do feromônio de *H. armigera*. Conforme mencionado, a supressão completa da praga através da interrupção do acasalamento, foi obtida por um período de 22 dias nas áreas tratadas, aplicando-se uma dose de 100g/ha, porém quando as dosagens foram de 10 e 50 g/ha, a atividade do feromônio persistiu somente 4-5 dias (CRITCHLEY et al., 1986).

As formulações na forma de cordão e resina de PVC têm resolvido o problema da estabilidade das formulações de feromônio em condições de campo (DUNKELBLUM e KEHAT, 1990).

S. litoralis tem demonstrado limitado potencial migratório (CAMPION et al., 1977; Nasr et al., 1984) embora a perspectiva de controle seja grande,

pelo uso do feromônio. Trabalhos conduzidos no Egito com a formulação micro-encapsulada desse feromônio demonstraram ser possível interromper o acasalamento de *S. littoralis*, mas somente nas doses elevadas de 40 a 80 g.i.a/ha por aplicação, consideradas muito altas para serem economicamente viáveis (CAMPION et al., 1981). No Egito, em 1990, o feromônio de *Spodoptera* na formulação de cordão e resina de PVC foi avaliado em uma área de 50 ha. A eficiência dos tratamentos foi determinada usando-se armadilhas de feromônio, armadilhas contendo fêmeas virgens de mariposas, armadilha adesiva, armadilha luminosa e filmagens com reduzida intensidade de luz, sendo o número e a viabilidade das massas de ovos comparados nos tratamentos com a testemunha (área não tratada). Os resultados demonstraram que uma única aplicação da formulação do feromônio foi eficiente na interrupção do acasalamento de adultos de *S. littoralis* e, ainda, que a atividade do adulto na área foi reduzida por um período de seis semanas. Embora naquele período o feromônio tenha, aparentemente, sido pouco efetivo na interrupção do acasalamento, o teste foi abandonado devido a aplicação de inseticida para o controle de outras pragas (MCVEIGH, 1990).

Altas concentrações do feromônio glandlure foram capazes de interromper o acasalamento do bicudo, tanto no laboratório (HUDDLESTON *et al.*, 1997) como no campo (VILLAVASO, 1982) pela redução da oviposição utilizando-se uma dosagem de 25 g/ha, considerada antieconômico, para uso prático.

Atração e Morte

Ensaios de atração e morte com feromônios envolvem a atração do inseto pela fonte de feromônio, que é tratada com inseticidas ou agentes de controle biológico.

Desde que a formulação de fibra porosa de Gossyplure foi disponibilizada, alguns agricultores nos Estados Unidos adicionaram pequenas quantidades de inseticidas piretróides junto à cola, para com isso reduzir a quantidade de feromônio a ser aplicado e, assim, reduzir o custo de cada aplicação. Argumentou-se que as formulações aplicadas na dose de 6.000-12.000

fibras/ha foram mais efetivas desde que foi assumido que as mariposas da lagarta rosada podiam ser atraídas para a fibra impregnada com inseticida, sendo mortas ou incapacitadas. Investigações posteriores confirmaram esse decréscimo (BULER e LAS, 1983; BEASLEY e HENNEBERRY, 1984), porém muitos trabalhos sobre o efeito de inseticidas sobre o comportamento mediado por feromônio foram examinados no laboratório em túnel de voo (HAYNES e BAKER, 1985; HAYNES et al. 1986).

Observações de campo no Egito usando equipamento para visão noturna demonstraram que machos da mariposa *S. littoralis* pousavam e permaneciam em contato com fontes de pontos micro-encapsulados de feromônio em densidades de 500-1000/ha, em uma média de três segundos (MCVEIGH e BETTANY, 1987). Em altas quantidades de fontes de feromônio, rastros mascarando ou confundindo ocorriam de tal forma que a frequência de chegada das mariposas nas fontes foi grandemente reduzida, cuja densidade de 10.000/ha ou mais não chegou a ocorrer em todos, portanto a distribuição da densidade é crítica.

Estudos de laboratório envolvendo a seleção de inseticidas para atração e morte usando-se toxicidade de contato, com especial referência à velocidade de ação, persistência residual, efeitos sobre o comportamento de acasalamento, fertilidade e viabilidade dos ovos. Nesses ensaios, os piretróides foram considerados a classe de inseticida mais disponível, e entre os piretróides o lambdacyhalothrin foi considerado mais promissor para realização de avaliações de campo, desde que se demonstrou que cerca de 100% das mariposas expostas ao inseticida misturado às fontes de feromônio por 10 a 20 segundos, morriam com 24 horas, e a capacidade de acasalamento dos sobreviventes foi seriamente afetada (DE SOUZA et al., 1992).

O nível de feromônio requerido por essa técnica não excedeu 2,5 g/ha por aplicação, portanto, deve ser economicamente aceitável. O nível de inseticida requerido deve ser também muito baixo. Estudos de campo em 1987 e 1988 demonstraram que a concentração de inseticida de 2000 ppm de ingrediente ativo (i.a) exibiu boa toxicidade de contato para fonte atraente e persistência residual, e não tinha aparente repelência à *S.*

littoralis ou interações com o feromônio. A toxicidade residual do cyhalothrin micro-encapsulado (2000 ppm i.a.) em campos de algodão foi mantida por quarenta dias. Estudos sobre a persistência no campo do feromônio micro-encapsulado sobre filtros de papel sugerem que o curto período de controle, pela interrupção do acasalamento obtidos nos testes de atração e morte (3-5 dias) foi atribuído à degradação fotoquímica do feromônio.

A formulação do feromônio em resina de PVC aplicado em 500 pontos/ha demonstrou ser muito menos sujeito a fotodegradação, refletindo em aumento na capacidade de supressão da armadilha de captura de 90-95% por aproximadamente um mês após a aplicação. Observações noturnas usando técnicas de vídeo demonstraram que embora as mariposas aproximassem da fonte de resina de PVC, a taxa de pouso foi muito menor quando comparada a aplicações de papel de filtro com feromônio micro-encapsulado. Isso dava a impressão de que a estratégia de atração e morte não foi o principal modo de ação. Para determinar se a atração e morte ou se a interrupção do acasalamento foi o maior fator no controle efetivo através de aplicações de campo, experimentos comparando diretamente os efeitos da fonte de resina de PVC com e sem inseticida, foram conduzidas em pontos-fonte distribuídos na proporção de 500/ha. Os resultados da supressão do acasalamento e captura na armadilha foram semelhantes, indicando que pouca vantagem foi obtida pela inclusão do inseticida (DOWNHAM et al., 1991).

Atraentes derivados de plantas e estimulantes alimentares para o bicudo (MCKIBBEN et al., 1985; DICKENS, 1989), juntos ao feromônio sintético em combinação com inseticida estão sendo investigados. O Tubo Mata Bicudo (TMB), originalmente projetado por McKibben et al. (1990) é constituído por um tubo cilíndrico de papelão, medindo 3 cm e 90 cm, respectivamente de diâmetro e comprimento, recoberto por tinta de cor amarela, misturada com inseticida malathion e óleo de semente de algodão (Prancha I - F). No interior da extremidade apical do tubo é colocada uma placa maleável de feromônio (glandure), medindo 6 cm² (SILVA e COSTA, 2001). A eficácia do TMB tem sido alvo de controvérsias desde o primeiro relato de uso, em 1990. Em muitos trabalhos realizados sobre a eficácia do

TMB, faltam detalhes metodológicos ou dados suficientes para se permitir inferir razoável conclusão (DAXL et al. 1995; Plato et al. 1996). Outros trabalhos mais detalhados tem sido contraditórios e tem envolvido primariamente duas fundamentais diferenças experimentais na abordagem. Muitos trabalhos positivos sobre a eficácia do TMB são estudos sem repetição com baixo nível populacional do bicudo, onde a determinação da eficácia está grandemente baseada na captura da armadilha de feromônio, frequência e número de aplicações de pesticidas efetuados pelos produtores, ou ambos (MCGOVERN et al. 1993, 1996). A segunda metodologia é representada pela repetição de avaliações de campo, em áreas pequenas, envolvendo diferentes níveis populacionais do bicudo, utilizando-se o número de insetos capturados nas armadilhas de feromônio e a estimativa de dano nos botões florais. Este procedimento tem geralmente indicado pouca ou nenhuma eficiência do TMB (FUCHS e MINZENMAYER, 1992; KARNER e GOODSON, 1995; PARKER et al. 1995). Por outro lado, experimentos de contato forçado com populações de bicudos de laboratório (VILLAVASO et al., 1998) tem se constituído na mais positiva indicação da eficácia do TMB. Embora, esses resultados contrastem com aquelas obtidas por Spurgeon et al. (1999), na qual os autores relatam que ensaios de contato forçado não refletem acuradamente o nível da indução de mortalidade do TMB encontrado no campo e que pouca eficácia foi observada contra a resposta natural do bicudo. Spurgeon (2001), estudando a influência da idade de campo do TMB contra o bicudo, concluiu que tanto a idade do TMB e o método de ensaio podem influenciar a estimativa da sua eficácia e que independe desses fatores, os níveis observados de mortalidade foram muito baixos para influenciar a população de campo. Esses resultados, combinados com observações de que muitos bicudos que respondem aos TMB não pousam sobre ele, enfatizam a necessidade de monitorar populações de campo tanto quanto o número de bicudos mortos em estudos de controle ou supressão de bicudos. Assim, controvérsias quanto à eficácia do TMB têm envolvido não somente a eficácia em si, mas também, formas apropriadas de avaliação (SPURGEON et al. 1999).

Esses últimos resultados obtidos em trabalhos com a *Spodoptera* e o bicudo do algodoeiro indicam pouca vantagem da técnica de atração e morte, usando a combinação entre o feromônio com o inseticida, quando

comparado à técnica de interrupção do acasalamento. A complicada interação entre a densidade de pontos-fonte de atração e a necessidade em maximizar o tempo de contato da praga atraída com a superfície tratada com o inseticida (deve também variar em função de mudanças nos fatores meteorológicos) demonstra que as informações geradas até o momento não dão sustentação à aplicação dessa técnica.

O uso da cultura armadilha, através do plantio antecipado do algodão que pode ser pulverizado com inseticida, tem sido recomendado como medida de controle de bicudos hibernantes (SCOTT et al., 1974). A instalação de feromônios de atração do bicudo em culturas armadilha tem aumentado a efetividade dessa técnica nos Estados Unidos, Nicarágua e Colômbia (GILLILAND et al., 1976; LABOUCHEIX e GONZALEZ, 1987; MENDOZA, 1989).

Referências Bibliográficas

AHMAD, Z. Monitoring the seasonal occurrence of the pink bollworm in Pakistan with sex traps. **Plant Protection Bulletin**, p.19-20, 1979.

ALMESTAR, A. Monitoro de Alabama argillacea (Hb.), en algodonero con trampas feromonas sexuales. In: CONVENCION NACIONAL DE ENTOMOLOGIA, 23., 1990, Cusco. **Proceedings...** 5p.

ICRISAT. **Annual Report**. p. 153-154, 1987.

BAKER, T. C.; STATEN, R. T.; FLINT, H. M. Use of pink bollworm pheromone in the Southwestern United States. In: RIDGWAY, R.L.; SILVERSTEIN, R.M.; INSCOE, M.N. **Behaviour-modifying chemicals for insect mangement**: application of pheromones and other attractants. New York: Marcel Dekker, 1990. p. 417-436.

BEASLEY, C. A.; HENNEBERRY, T. J. Combining gossyplure and insecticides in pink bollworm control. **California Agriculture**, v. 38, p.22-24, 1984.

BEASLEY, C. A.; HENNEBERRY, T. J. ADMS, C.; YATES, L. Gossyplure baited traps as pink bollworm survey, detection, research and management

tools in Southwest-ern desert cotton growing areas. **California Agricultural Experiment Station Bulletin**, v.19, n.15, p.1-15, 1985.

BEEVOR, P. S.; CAMPIO, D. G.; MOORHOUSE, J. E.; NESBITT, B. F. Cross-attractancy and cross-mating between the red bollworm *Diparopsis castanea* (Hmps.) and the Sudan bollworm *Diparopsis watersi* (Roths.) (Lep., Noctuidae). **Bulletin of Entomological Research**, p. 439-442, 1973.

BENEDICT, J. N.; URBAN, T. C.; GEORGE, D. M.; SEGERS, J. C.; ANDERSON, D. J.; McWHORTER, G. M. and Zummo, G.R. Pheromone trap thresholds for management of overwintered boll weevils (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 78, p.169-171, 1985.

BISHARA, I. The cotton worm *Prodenia litura* F. **Bulleting of the Royal Society of Entomology**, v.18, p. 288-418, 1934.

BIRCH, M.C, HAYNES, K. F. Insect pheromones. **Studies on Biology**, v. 26, p. 61, 1983.

BROOKS, T. W.; DOANE, C. C.; HAWORTH, J. K. Suppression of *Pectinophora gossypiella* with sex pheromones. In: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE, 1979, Brighton. **Proceedings...** Brighton: Lavenham Press, 1979. p. 854-866.

BUTLER, G. D., JUNIOR Ad LAS, A. S. Predaceous insects: effects of adding permethrin to the sticker used in gossyplure applications. **Journal of Economic Entomology**, v. 76, p.1448-1451, 1983.

CAMPION, D. G. Pheromones for the control of insect pests in Mediterranean countries. **Crop Protection**, p. 3-16, 1983.

CAMPION, D. G. Survey of pheromone uses in pest control. In: HUMMEL, H.E.; MILLER, T. A. **Techniques in pheromone research**. New York: Springer-Verlag, 1984. p. 405-449.

CAMPION, D. G.; BETTANY, B. W.; STEEDMAN, R. A. The arrival of male moths of the cotton leafworm *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae) at a new continuously recording trap. **Bulletin of Entomological Research**, v. 64, p. 379-386, 1974.

CAMPION, D. G.; BETTANY, B. W. MCGINNIGLE, J. B.; TAYLOR, L. R. The distribution and migration of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae), in relation to meteorology on Cyprus, interpreted from maps of pheromone trap samples. **Bulleting of Entomological Research**, v. 67, p. 501-522, 1977.

CAMPION, D. G.; LESTER, R.; NESBITT, B. F. Controlled release of pheromones. **Pesticide Science**, v. 9, p. 434-440, 1978.

CAMPION, D. G.; McVEIGH, L. J.; HUNTER-JONES, P. **The use of sex pheromones for the control of spiny bollworm *Earias insulana* and the American bollworm *Heliothis armigera*, cotton growing areas of Syria.** Roma: FAO, 1981. 10 p.

CAMPION, D. G.; CRITCHLEY, B. R.; McVEIGH, L. J. Mating disruption. In: JUSTUM, A.R.; GORDON, R.F.S. (Ed.). **Insect pheromones in plant protection**. Chichester: John Wiley & Sons, 1989. p. 89-119.

CARDE, R. T. Principles of mating disruption. In: RDGWAY, L. R.; SILVERSTEIN, R. M.; INSCOE, M.N. (Ed.). **Behaviour-modifying chemicals for insect management**. New York: Marcel Dekker, 1990. 761 p.

CASTRO, L. A. D. de. Plantas transgênicas resistentes a insetos- perspectivas e limitações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, s/n, 1992.

CHAMBERLAIN, D. J.; CRITCHLEY, B. R.; CAMPION, D. G., ATTIQUE M. R., RAFIQUE, M.; ARIF, M. I. Use of multicomponent pheromone formulations for the control of cotton bollworms (Lepidoptera: Gelchiidae and Noctuidae) in Pakistan. **Bulletin of Entomological Research**, v. 82, p. 449-458, 1992.

CORK, A.; CHAMBERLAIN, D. J.; BEEVOR, P. S.; HALL D. R.; NESBITT, B. F., CAMPION, D. G.; ATTIQUE, M. R. Components of female sex pheromone of spotted bollworm, *Earias vittella* F. (Lepidoptera: Noctuidae): identification and field evaluation in Pakistan. **Journal of Chemical Ecology**, v.14, p. 929-945, 1988.

CORK, A.; HALL, D. R.; CAMPION, D. G. CHAMBERLAIN, D. J.; ALMESTAR, A. A. Novel sex pheromone components of lepidopterous

cotton pests from South America. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 19., 1992, Beijing, China. **Abstracts...** Beijing, 1992. p. 209.

CRITCHLEY, B. R. CAMPION, D. G.; McVEIGH, E. M.; McVEIGH, L. J.; JUTSUM, A. R.; GORDON, R. F. S.; MARRS, G. J.; NASR, EL SAYED A.; HOSNY, M. M. Microencapsulated pheromones in cotton pest management. In: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE, PESTS AND DISEASES, 1984, Brighton. **Proceedings...** Brighton, 1984. p. 241-245.

CRITCHLEY, B. R.; CAMPION, D. G.; McVEIGH, L. J.; McVEIGH, E. M.; CAVANAGH, G. G.; HOSNY, M. M.; NASR, EL SAYED A.; KHIDR, A. A. Control of the pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae), in Egypt by mating disruption using hollow-fibre, laminate-flake and microencapsulated formulations of synthetic pheromone. **Bulletin of Entomological Research**, v.54, p. 329-345, 1985.

CRITCHLEY, B. R.; McVEIGH, L. J.; McVEIGH, E. M.; CAVANAGH, G. G.; CAMPION, D. G. **Integrated control of cotton pests in Egypt using pheromones and viruses**: Pheromone studies 1979-1983. [S.l.] : Tropical Development and Research Institute Overseas Assignment Report, 1986. 59p.

CRITCHLEY, B. R.; CAMPION, D. G.; CAVANAGH, G. G.; CHAMBERLAIN, D. J.; ATTIQUE, M. R. Control of three major pests of cotton in Pakistan by a single application of their combined sex pheromones. **Tropical Pest Management**, v.33, p. 374, 1987.

CRITCHLEY, B. R. CHAMBERLAIN, D. J.; CAMPION, D. G.; CAVANAGH, G. G.; ATTIQUE, M. R.; ALI, M.; GHAFAR, A. Integrated use of pink bollworm pheromone formulations and selected conventional insecticides for control of the cotton pest complex in Pakistan. **Bulletin of Entomological Research**, v. 81, p. 371-378, 1991.

DAVICH, T. B.; HARDEE, D. D.; ALCALA, J. M. Long range dispersal of boll weevils determined with wing traps baited with males. **Journal of Economic Entomology**, v. 63, p. 1706-1708, 1970.

DAXL, R.; RUIZ CENTENO, B.; BUSTILLO CÁCERES, J. Performance of the boll weevil attract and control tube (BWACT) in a 3-year área wide

Nicaraguan boll weevil control program. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCE, 1996, Memphis, Tennessee. **Proceedings...** p. 933-937.

DENORE, B. J.; BEAUMONT, T. E.; PENDER, J.; CAMPION, D. G.; CRITCHLEY, B. R.; MARENGO, R. M. Cotton area mapping using multitemporal satellite data integrated within a geographical information system applied to a cotton boll weevil control programme in Paraguay. In: IGARSS SYMPOSIUM, 1988, Edinburgh, Scotland. **Proceedings...** Edinburgh: ESA, 1988. p. 581-582.

DENT, D.R.; PAWAR, C.S. The influence of moonlight and weather on catches of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) in light and pheromone traps. **Bulletin of Entomological Research**, v. 78, p. 365-377, 1988.

De SOUZA, K. R.; McVEIGH, L. J.; WRIGHT, D. J. Selection of insecticides for lure and kill studies against *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 85, p. 2100-2106, 1992.

DHAWAN, A. K.; SIDHU, A.S. Assessment of capture thresholds of pink bollworm moths for timing insecticidal applications on *Gossypium hirsutum* Linn. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 54, p. 426-433, 1984.

DICKENS, J. C. Green leaf volatiles enhance aggregation pheromone of boll weevil *Anthonomus grandis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 52, p.191-203, 1989.

DOANE, C. C.; HAWORTH, J. K.; DOUGHERTY, D. G. Nomate PBW, a synthetic pheromone formulation for wide area control of the pink bollworm. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PROTECTION, 1983, Brighton. **Proceedings...** Brighton: Lavenham Press, 1983.

DOWNHAM, M. C. A.; McVEIGH, L. J.; BETTANY, B. W.; de SOUZA, K. R.; RUSSELL, D. A.; CAMPION, D. G.; HALL, D. R.; ADMS, P. H.; MOAWAD, G. M. **Development of a lure and kill strategy for control of the**

Egyptian cotton leafworm in Egypt, 1986-1989. [S.I.] : Natural Resources Institute, 1991.

DUNKELEBLUM, E. M.; KEHAT, M. The practical use of sex pheromones in cotton fields in Israel. In: **Pheromones in mediterranean pest management, 10BC-WPRS Working Group**: use of pheromones and other semiochemicals in integrated control. Granada, 1990. p.13.

EL-ADL, M. A.; HOSNY, M. M.; CAMPION, D.G. Mating disruption for the control of pink bollworm *Pectinophora gossypiella* in the Delta cotton growing area of Egypt. **Tropical Pest Management**, v. 34, p. 210-214, 1988.

ELMOSA, H. Prospects for using sex pheromone for the control of spiny bollworm in cotton growing in Syria. **Dirasat**, v. 13, p.165-174, 1986.

FLINT, H. M.; SMITH, R. L.; BARIOLA, L. A.; HORN, D.; FOREY, D.; KUHN, S. J. Pink bollworm: trap tests with gossyplure. **Journal of Economic Entomology**, v. 67, p. 738-740, 1976.

FLINT, H.; MERKLE, J. R.; YAMAMOTO, A. Pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae); field testing a new polyethylene tube dispenser for gossyplure. **Journal of Economic Entomology**, v. 78, p. 1431-1436, 1985.

FRENCH, R. A. Migration of *Laphygma exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) to the British Isles in relation to large-scale weather movements. **Journal of Animal Ecology**, v. 38, p.199-210, 1969.

FUCHS, T. W.; MINZENMAYER, R. Field evaluation of boll weevil bait sticks in West Texas. In: BELTWISE COTTON CONFERENCE, 1992, Nashville, Tennessee. **Proceedings...** p.718-720.

GILLILAND JÚNIOR, F. R.; LAMBERT, W. R.; WEEKS, J. R.; DAVIS, R. L. Trap crops for boll weevil control. In: USDA. **Boll weevil suppression, management and elimination Technology**. New Orleans, 1976. p. 41-44.

GONZALEZ, J. E. **Manual de evaluación y control de insectos y acaros del algodón**. 2. ed. Lima: Fundación para el Desarrollo Algodonero, 1982, 79 p. (Boletín Técnico, 1)

GRANAM, H. M.; MARTIN, D. F.; OUYE, M. T.; HARDMAN, R. M. Control of pink bollworm by male annihilation. **Journal of Economic Entomology**, v. 59, p. 590-593, 1966.

GUERRA, A. A.; GARCIA, R. D.; LEAL, M. P. Suppression of populations of pink bollworm in field cages with sex attractant. **Journal of Economic Entomology**, v. 62, p. 741-742, 1969.

GUBBINS, K. E.; CAMPION, D. G. Economic aspects of pheromone trapping techniques for the control of Egyptian cotton leafworm. **Outlook on Agriculture**, v. 11, p. 62-66, 1982.

HAINES, L. C. Changes in colour of a secretion in the reproductive tract of adult males of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) with age and mated status. **Bulletin of Entomological Research**, v. 71, p. 591-598, 1981.

HALL, D. R.; BEEVOR, P. S.; LESTER, R.; NESBITT, B. F. (E>E>)-10, 12-Hexadecadienal: a component of the sex pheromone of the spiny bollworm, *Earias insulana* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae). **Experientia**, v. 36, p. 52-153, 1980.

HARTSTACK, A.W.; WITZ, J.A. Estimating field populations of tobacco budworm moths from pheromone trap catches. **Environmental Entomology**, v.10, p. 908-914, 1981.

HARTSTACK, A. W.; HOLLINGWORTH, J. P.; WITZ, J. A.; BUCK, D. R.; LOPEZ, J. D.; HENDRICKS, D. E. Relation of tobacco budworm catches in pheromone baited traps to field populations. **Southwestern Entomologist**, v.3, p. 43-51, 1978.

HARTSTACK, A. W.; KING, E. G.; PHILLIPS, J.R. Monitoring and predicting *Heliothis* populations in Southeast. Arkansas. In: BELTWIDE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE, 1983, Memphis, Tennessee. **Proceedings...** p.187-190.

HAYNES, K. F.; BAKER, T. C. Sublethal effects of permethrin on the chemical communications system of the pink bollworm moth *Pectinophora gossypiella*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 14, p. 1547-1560, 1985.

HAYNES, K. F.; LI, W. G.; BAKER, T. C. Control of pink bollworm moth (Lepidoptera: Gelechiidae) with insecticides and pheromones (Attracticides) : lethal and sub-lethal effects. **Journal of Economic Entomology**, v. 79, p. 1466-1471, 1986.

HENDRICKS, D. E. ; HARTSTACK, A. W. Pheromone trapping as an index for initiating control of cotton insects, *Heliothis* spp: a compendium. In: BELTWIDE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE, 1978, Memphis, Tennessee. **Proceedings...** p. 116-120.

HENNEBERRY, T. J.; CLAYTON, T. E. Pink bollworm of cotton (*Pectinophora gossypiella* (Saunders)): male moth catches in gossyplure-baited traps and relationships to oviposition, boll infestation and moth emergence. **Crop Protection**, v. 1, p. 497-504, 1982.

HOSNY, M. M. The control of insect pests in Egypt. **Outlook on Agriculture**, v. 10, p. 204-225, 1980.

HOSNY, M. M.; ISS-HAK, R. R.; NASR, EL-SAYED A.; EL-DEEB, Y. A.; CRITCHLEY, B. R.; TOPPER, C. P.; CAMPION, D. G. Mass trapping for the control of Egyptian cotton leafworm *Spodoptera littoralis* (Boisd.) in Egypt. In: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE, PEST AND DISEASES, 1979, Brighton. **Proceedings...** p.395-400.

HUBER, R. T.; MOORE L.; HOFFMANN, M. P. Feasibility study of area-wide pheromone trapping of pink bollworm moths in a cotton insect pest management programme. **Journal of Economic Entomology**, v. 72, p. 222-227, 1979.

HUDDLESTON, P. M.; MITCHELL, E. B.; WILSON, N. N. Disruption of boll weevil communication. **Journal of Economic Entomology**, v. 70, p. 83-85, 1977.

INGRAM, W. R. Studies of the pink bollworm, *Pectinophora gossypiella*, on Sea Island cotton in Barbados. **Tropical Pest Management**, v. 26, p. 118-137, 1980.

JOHNSON, D. J. Relationship between tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) catches when using pheromone traps and egg counts in cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 76, p. 182-183, 1983.

KARNER, M.; GOODSON, J. Performance of boll weevil attract and control tubes (BWACT) under Oklahoma conditions in 1994. In: BELT WIDE COTTON CONFERENCE, 1995, San Antonio, Texas. **Proceedings...** p. 1013-1016.

KEHAT, M.; GOTHILF, S.; DUNKELBLUM, F.; GREENBURG, S. Sex pheromone traps as a means of improving control programmes for the cotton bollworm. **Environmental Entomology**, v. 11, p. 727-729, 1982.

KEHAT, M.; CHEN, C.; KLEIN, Z.; FISHLER, R. G. Determining the efficiency of sex pheromones in controlling the pink bollworm *Pectinophora gossypiella* (Saunders), Lepidoptera, Gelechiidae in cotton fields in Israel. **Israel Journal of Entomology**, v. 20, p. 25-36, 1986.

KENNEDY, J. W. Practical application of pheromones in regulatory pest management programmes. In: MITCHELL, E.R. (Ed.). **Management of insect pests with semiochemicals: concepts and practice**. New York: Plenum Press, 1981. p.1-11.

KLUN, J. A.; PLIMMER, J. A.; BIERL-LEOHARDT, B. A.; SPARKS, A. N.; CHAPMAN, O. L. Trace chemicals: the essence of sexual communication systems in *Heliothis* species. **Science**, v. 204, p. 1328-1330, 1979.

KNIPLING, E. F.; MCGUIRE JUNIOR, J. U. **Population models to test theoretical effects of sex attractants used for insect control**. Washington: US Department of Agriculture, 1966, 20 p. (USDA. Information Bulletin, 308).

KONONENKO, A. P.; GRICHANOV, I.Y.; KIROV, E. I.; MAIOROV, V. I.
Correlation between trap catches of adults of the cotton moth and abundance of the pre-adult stages. **Izvestiya Academi Nauk Tadzhikskoi SSR BIOLOGICHESKIRKH NAUK**, v. 3, p. 51-55, 1986.

KYDONIEUS, A. F.; BEROZA, M. The Hercon dispenser formulation and recent test results. In: MITCHELL, E. R. (Ed.). **Management of insect pests with semiochemicals: concepts and practice**. New York: Plenum Press, 1981. p.445-453.

LABOUCHEIX, J.; GONZALEX, D. F. Evaluation de l'efficacité du méthyl parathion vis-à-vis d'Anthonomus grandis Boheman en culture cotonnière au Nicaragua. **Cotton et Fibres Tropicales**, v.42, p.41-53, 1987.

LEGGETT, J.E.; DICKERSON, W.A.; LLOYD, E.P. Suppressing low level boll weevil populations with traps: influence of trap placement, grandlure concentration and population level. **Southwestern Entomologist**, v. 13, p. 205-216, 1988.

LEONARD, B. R.; GRAVES, J. B.; BURRIS, E.; PAVLOFF, A. M.; CHURCH, G. *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) captures in pheromone traps: species composition and relationship to oviposition in cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 82, p. 574-579, 1989.

LLOYD, E. P.; McKIBBEN, G. H.; KNIPLING, E. F.; WITZ, J. A.; HARSTACK, A. W.; LEGGETT, J. E.; LOCKWOOD, D. F. Mass trapping for detection, suppression and integration with other suppression measures against the boll weevil. In: MITCHELL, R.R. (Ed.). **Management of insect pests with semiochemicals: concepts and practice**. New York: Plenum Press, 1981. p.191-203.

LOPEZ, J. D.; SHAVER, T. N.; DICKERSON, W. A. Population monitoring of *Heliothis* spp. Using pheromones. In: RIDGWAY, R. L.; SILVERSTEIN, R. M.; INSCOE, M. A. (Ed.). **Behaviour-modifying chemicals for insect management**. New York: Marcel Dekker, 1990. p. 473-496.

McGOVERN, W. L.; SMITH, J. W.; VILLAVASO, E.; McKIBBEN, G. H. Boll weevil supression in Rutherford County, TN with bait sticks. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCE, 1993, New Orleans, LA. **Proceedings...** p.928-929.

McGOVERN, W. L.; VILLAVASO, E.; McKIBBEN, G. H. Final evaluation of 1994 boll weevil bait stick test in Noxubee County, MS. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCE, 1996, Nashville, Tennessee. **Proceedings...** p.994-997.

McKIBBEN, G. H.; SMITH, J. W.; McGOVERN, W. L. Design of an attract-and-kill device for the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae). **Journal Entomological Science**, v. 25, p. 581-586, 1990.

McKIBBEN, G. H.; THOMPSON, M. J.; PARROT, W. L.; THOMPSON, A. C.; LUSBY, W. R. Identification of feedings stimulants for boll weevils from cotton buds and anthers. **Journal of Chemical Entomology**, v. 11, p. 1229-1238, 1985.

McLAUGHLIN, J. R.; MITCHELL, E. R. Practical development of pheromones in Heliothis management. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON HELIOTHIS MANAGEMENT, 1981, Patancheru. **Proceedings...** Patancheru, India: ICRISAT, 1982. p. 309-318.

McVEIGH, E. M.; McVEIGH, L. J.; CAVANAGH, G. G. A technique for tethering female moths of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) to evaluate pheromone control methods. **Bulletin of Entomological Research**, v. 73, p. 441-446, 1983.

McVEIGH, L. J. The use of pheromones in pest control in cotton and other field crops in the Mediterranean region. In: **Pheromones in mediterranean pest management, IOBC-WPRS Working Group**: Use of pheromones and other semiochemicals in integrated control. Granada: [s.n], 1990. p.16.

McVEIGH, L. J.; BETTANY, B. W. The development of a lure and kill technique for control of the Egyptian cotton leafworm, *Spodoptera littoralis*. In: OILB WORKING GROUP: USE OF PHEROMONES AND OTHER

SEMIOCHEMICAL IN INTEGRATED CONTROL CONFERENCE, 1987, Neustadt, Germany. **Proceedings...** p. 59-60.

McVEIGH, L. J.; CAMPION, D. G.; CRITCHLEY, B. R.; ADAMS, P.; KHIDR, A. A.; MOAWAD, G. A. **Large scale commercial application of pink bollworm pheromone in Egypt using twist-tie and microencapsulated formulations.** Chatham, Kent: [s.n], 1988. 45p.

MARKS, R. J. Field evaluation of gossypure, the synthetic sex pheromone of *Pectinophora gossypiella* (Saund.) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Malawi. **Bulletin of Entomological Research**, v. 66, p. 267-278, 1976.

MARKS, R. J. Assessment of the use of sex pheromone traps to time chemical control of red bollworm *Diparopsis castanea* Hampson (Lepidoptera: Noctuidae) in Malawi. **Bulletin of Entomological Research**, v. 67, p. 575-587, 1977.

MARKS, R. J.; NESBITT, B. F.; HALL, D. R.; LESTER, R. Mating disruption of the red bollworm of cotton *Diparopsis castanea* Hampson (Lepidoptera: Noctuidae) by ultra-low volume spraying with a microencapsulated inhibitor of mating. **Bulletin of Entomological Research**, v. 68, p.11-29, 1978.

MARKS, R. J.; HALL, D. R.; LESTER, R.; NESBITT, B. F.; LAMBERT, M. R. K. Further studies on mating disruption of the red bollworm, *Diparopsis castanea* Hampson (Lepidoptera: Noctuidae) with microencapsulated mating inhibitor. **Bulletin of Entomological Research**, v. 71, p. 403-418, 1981.

MELAMED, Y.; SHOHAM, C. **Insect scouting in cotton fields.** Rehovot, Israel: Centre for International Agricultural Cooperation, 1975. 17p.

MENDOZA, A. The organization of pest control in Colombia. In: **PLENARY MEETING OF THE INTERNACIONAL COTTON ADVISORY COMMITTEE**, 48., 1989, Scottsdale, Arizona. **Technical seminar...** p.23-26.

MERKL, M. E.; CROSS, W. H.; HONHSON, W. L. Boll weevil: detection and monitoring of small populations with in-field traps. **Journal of Economic Entomology**, v. 71, p. 29-30, 1978.

MITCHELL, E. B.; HARDEE, D. D. In-field traps: a new concept in survey and suppression of low population of boll weevil. **Journal of Economic Entomology**, v. 67, p. 506-508, 1974.

MOAWAD, D. G.; KHIDR, A. A.; ZAKI, M. M.; CRITCHLEY, B. R.; McVEIGH, L. J.; CAMPION, D. G. Large scale use of hollow fibre and microencapsulated pink bollworm pheromone formulations integrated with conventional insecticides for the control of the cotton pest complex in Egypt. **Tropical Pest Management**, v. 37, p. 10-16, 1991.

MURLIS, J.; BETTNY, B. W.; KELLEY, J.; MARTIN, L. The analysis of flight paths of male Egyptian cotton leafworm moths, *Spodoptera littoralis*, to a sex pheromone source in the field. **Physiological Entomology**, v. 7, p. 435-441, 1982.

NAKAMURA, N. The effect of wind velocity on the diffusion of *Spodoptera litura* (F.) sex pheromone. **Applied Entomology and Zoology**, v. 11, p. 312-319, 1976.

NASR, EL-SAYED, A.; TUCKER, M. R.; CAMPION, D. G. Distribution of moths of the Egyptian cotton leafworm *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae), in the Nile Delta interpreted from catches in a pheromone trap net work in relation to meteorological factors. **Bulletin of Entomological Research**, v. 74, p. 487-494, 1984.

NYAMBO, B. T. Assessment of pheromone traps for monitoring and early warning of *Heliothis armigera* (Hübner), (Lepidoptera: Noctuidae) in the western cotton growing areas of Tanzania. **Crop Protection**, v. 8, p. 188-192, 1989.

PAGE, F. D.; MODNII, M. P.; STONE, M. E. Use of pheromone trap catches to predict damage by pink spotted bollworm larvae in cotton. In: AUSTRALIAN APPLIED ENTOMOLOGICAL RESEARCH CONFERENCE, 4., 1984, **Proceedings...** Adelaide: South Australia Government Printer, 1984. p. 68-73.

PAIVA, M. R.; PEDROSA-MACEDO, J. N. **Feromonas de insetos**. Curitiba: FUFPR, 1985. 84p.

PARKER, R. D.; WOLFENBARGER, D. A.; KNIFFEN, B. A. Field evaluation of boll weevil attract-and-kill devices in the Coastal Bend of Texas. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCE, 1995, San Antonio, Texas. **Proceedings...** p.937-940.

PATEL, R. C.; YADAV, D. N.; JOSHI, A. D.; PATEL, K. A. A preliminary note on the impact of mass-trapping of *Heliolthis armigera* and *Spodoptera litura* in cotton with sex pheromones. **Cotton Development**, v. 15, p. 24-26, 1986.

PAWAR, A. D.; PRASAD, J.; SHARMA, R. K.; YADAV, K. R.; PICKETT, C. H.; DOANE, C. C.; BROOKS, T. W.; BAJIKAR, M. R.; BASKARAN, E. An operational field trial project in India for suppression of the cotton pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Saunders), (Gelechiidae: Lepidoptera) employing gossypure hollow fibre controlled release sex pheromone formulation. Faridabad, Haryana: **Plant Protection Adviser to the Government of India**, 1981. 44p.

PLATO, T. A.; PLATO, J. C.; GONZALEZ, J. E. Second year boll weevil control results with BWACT from Alabama, Arkansas, Louisiana, Mississippi, Missouri, Tennessee and Texas in low and heavily infested zones. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCE, 1996, Memphis, Tennessee. **Proceedings...** p.1002-1007.

QURESHI, Z. A.; AHMED, N. Efficacy of combined sex pheromones for the control of three major bollworms of cotton. **Journal of Applied Entomology**, v.108, p. 386-389, 1989.

RIDGWAY, R. L.; BARIOLA, L. A.; HARDEE, D. D. Seasonal movement of boll weevils near the High Plains of Texas. **Journal of Economic Entomology**, v. 64, p. 14-19, 1971.

RIDGWAY, R. L.; DICKERSON, W. A.; BRAZZEL, J. R.; LEGGETT, J. F.; LLOYD, E. P.; PLANER, F. R. Boll weevil pheromone trapa captures for treatment thresholds and population assessments. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE, 1985, Memphis, Tennessee.

Proceedings... p.138-141.

ROSE, D. J. W.; PAGE, W. W.; DEWHURST, C. F.; RILEY, J. R.; REYNOLDS, D. R.; PEDGLEY, D. E.; TUCKER, M. R. Downwind migration of the African armyworm moth *Spodoptera exempta*, studied by mark-and-capture and by radar. **Ecological Entomology**, v. 10, p.299-313, 1985.

ROTHSCHILD, G. H. L.; WILSON, A. G. L.; MALAFANT, K. W. Preliminary studies on the female sex pheromones of *Heliothis* species and their possible use in control programmes in Australia. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON HELIOTHIS MANAGEMENT, 1981, Patancheru.

Proceedings... Patancheru: ICRISAT, 1982. p. 319-327.

RUMMEL, D. R.; WHITE, J. R.; CARROL, S. C.; PRUITT, G. R. Pheromone trap index system for predicting need for overwintering boll weevil control.

Journal of Economic Entomology, v. 73, p. 806-810, 1980.

RUSSELL, D. A.; RADWAN, S. M. Modelling pink bollworm mating disruption in Egyptian cotton. In: OILB Meeting on Pheromone Technology in Europe and the Developing Countries, 1993, NRI, Chatham,

Proceedings...

SCOTT, W. P.; LLOYD, E. P.; BRYSON, J. O.; DAVICH, T. B. Trap plots for suppression of low density overwintered populations of boll weevils.

Journal of Economic Entomology, v. 67, p. 281-283, 1974.

SHANI, A. Fields studies and pheromone application in Israel. Third Israeli Meeting on Pheromone Research, 4 May 1982, Ben Gurion University of the Negev. **Phytoparasitica**, v. 10, p. 135, 1982.

SHU, C.; CAO, C.; ZHANG, Y. Control of pink bollworm, *Pectinophora gossypiella*, by mating disruption with microencapsulated pheromone.

Chinese Journal of Biological Control, v. 3, p. 106-108, 1987.

SILVA, C. A. D. da.; COSTA, I. L. da. Efeito do tubo mata bicudo na redução populacional do bicudo no período de pós-colheita. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 1. 2001, Campo Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2001, p. 219-221

SINGH, J. P.; LATHER, B. P. S. Monitoring of pink bollworm moths and larvae. **Indian Journal of Plant Protection**, v. 17, p. 199-204, 1989.

SONESHINE, D.E. Pheromones and other semiochemicals of the Acari. **Annual Review of Entomology**, v. 30, p. 1-28, 1985.

SPURGEON, D. W.; COPPEDGE, J. R.; RAULSTON, J. R.; MARSHALL, H. Mechanisms of boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) bait stick activity relative to pheromone traps. **Journal of Economic Entomology**, v. 92, n. 4, p. 960-966, 1999.

SPURGEON, D. W. Efficacy of field-aged bait sticks against the boll weevil. **Journal of Cotton Science**, v. 5, n. 2, p. 68-73, 2001.

STATEN, R. T.; FLINT, H. M.; WEDDLE, R. C.; QUINTERO, E.; ZARATE, R. E.; FINNELL, C. M.; HERNANDES, M.; YAMAMOTO, A. Pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae): large-scale field trials with a high rate gossyplure formulation. **Journal of Economic Entomology**, v. 80, p. 1267-1271, 1987.

STONE, N. D.; GUTIERREZ, A. P. (1986). Pink bollworm control in Southwestern desert cotton. II A strategic management model. **Hilgardia**, v. 54, p. 25-41, 1986.

SUNDARAMURTHY, V. T.; NATARAJAN, K.; BASU, A. K.; GORDON, R.; CAMPION, D. G. Management of the pink bollworm through its pheromone gossyplure. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED PEST CONTROL – PROGRESS AND PERSPECTIVES, 1987, Trivandrum, Kerala: Association for Advancement of Entomology, 1987. p. 70-71.

TANEJA, S. L.; JAYASWAL, A. P. Capture thresholds of pink bollworm moths on hirsutum cotton. **Tropical Pest Management**, v. 27, p. 318-324, 1981.

TEICH, I.; NEUMARK, S.; JACOBSON, M. The capture threshold of male pink bollworm moths with gossypure and its effect on boll infestation and frequency of insecticidal treatment. **Journal of Environmental Science and Health**, v. 12, p. 423-430, 1977.

TEICH, I.; NEUMARK, S.; JACOBSON, M.; KLUG, J.; SHANI, A.; WATERS, A.M. Mass trapping of males of Egyptian cotton leafworm *Spodoptera littoralis* and large scale synthesis of Prodlure. In: RITTER, F.J. (Ed.). **Chemical ecology, odour communication in animals**. Amsterdam: Elsevier/Noth-Holland Biomedical Press, 1979. p. 343-350.

TINGLE, F. C.; MITCHELL, E. R. Relationship between pheromone catches of male tobacco budworm, larval infestations and damage levels in tobacco. **Journal of Economic Entomology**, v. 74, p. 437-440, 1981.

TOSCANO, N. C.; MUELLER, A. J.; SEVACHERIAN, V.; SHARMA, R. K.; NILUS, T.; REYNOLDS, H. T. Insecticide applications based on hexalure trap catches versus automatic schedule treatments for pink bollworm moth control. **Journal of Economic Entomology**, v. 72, p. 144-147, 1974.

TUMLINSON, J. H.; HEATH, R. R.; TEAL, P. E. A. Analysis of chemical communication systems of Lepidoptera. In: LEONHARDT, B.A. AND BEROZA, M. (Ed.). **ACS Symposium Series 190**. Washington DC: American Chemical Society, 1982. p. 1-25.

VILELA, E. F. Adoção de feromônios no manejo integrado de pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, s/n, p. 315-318, 1992.

VILLAVASO, E. J.; McKIBBEN, G. H.; SMITH, J. W. Comparing boll weevil bait sticks to pheromone traps. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCE, 1998, Memphis, Tennessee. **Proceedings...** p.926-927.

VILLAVASO, E. J. Boll weevil: solated field pest studies of the disruption of pheromonal communication. **Journal of the Georgia Entomological Society**, v. 17, p. 347-350, 1982.

WALL, C. Evaluation and use of behaviour modifying chemicals. Monitoring and spray timing. In: JUTSUM, A.R. ; GORDON, R. F. S. (Ed.). **Insect pheromones in plant protection**. Chichester: Jonh Wiley & Sons, 1989. p. 39-66.

WEATHERSTON, I. Alternative dispensers for trapping and disruption. In: JUTSUM, A.R.; GORDON, R. F. S. (Ed.). **Insect pheromones in plant protection**. Chichester: John Wiley & Sons, 1989. p.249-278.

WHITCOMB, W. H.; MARENGO, R. M. Use of pheromones in the boll weevil detection and control programme in Paraguay. **Florida Entomologist**, v.69, p. 153-156, 1985.

Embrapa

Algodão

**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**