

Feromônios sexuais no manejo de insetos-praga na fruticultura de clima temperado





Governador do Estado
João Raimundo Colombo

Vice-Governador do Estado
Eduardo Pinho Moreira

Secretário de Estado da Agricultura e da Pesca
João Rodrigues

Presidente da Epagri
Luiz Ademir Hessmann

Diretores

Ditmar Alfonso Zimath
Extensão Rural

Eduardo Medeiros Piazero
Desenvolvimento Institucional

Luiz Antonio Palladini
Ciência, Tecnologia e Inovação

Paulo Roberto Lisboa Arruda
Administração e Finanças



Apoio:



FAPESC

FUNDAÇÃO DE APOIO A PESQUISA
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO
ESTADO DE SANTA CATARINA

ISSN 0100-7416

BOLETIM TÉCNICO Nº 159

FEROMÔNIOS SEXUAIS NO MANEJO DE INSETOS-PRAGA NA FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO

Cristiano João Arioli
Marcos Botton
Agenor Mafra-Neto
Fabio Molinari
Rafael Borges
Patrik Luiz Pastori



Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

Florianópolis
Maio 2013

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI)
Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, Caixa Postal 502
88034-901 Florianópolis, SC, Brasil
Fone: (48) 3665-5500, fax: (48) 3665-5010
Internet: www.epagri.sc.gov.br

Editado pela Epagri/ Gerência de Marketing e Comunicação

Revisão: Abel Viana

Arte final: Zelia Alves Silvestrini

Capa: Victor Berretta

Tiragem: 600 exemplares

Impressão: Dioesc

É permitida a reprodução parcial deste trabalho desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica

Arioli, C.J.; Botton, M.; Mafra-Neto, A.; Molinari, F.;
Borges, R.; Pastori, P.L. **Feromônios sexuais no manejo
de insetos-praga na fruticultura de clima temperado.**
Florianópolis: Epagri, 2013. 58p. (Epagri. Boletim
Técnico, 159).

Controle de pragas; Monitoramento; Interrupção de
acasalamento.

ISSN: 0100-7416



ELABORADORES

Cristiano João Arioli

É engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Videira.
Endereço para contato: C.P. 21, 89560-000 Videira, SC; fone: (49) 3533-5634;
e-mail: cristianoarioli@epagri.sc.gov.br.

Marcos Botton

É engenheiro-agrônomo, Dr., Embrapa Uva e Vinho. E-mail para contato:
marcos.botton@embrapa.br.

Agenor Mafra-Neto

É biólogo, Dr., Isca Technologies Inc. E-mail para contato:
president@iscatech.com.

Fabio Molinari

É Dr., Professor Aposentado, Univ. Cattolica Del Sacruo Cuore. E-mail para
contato: fabio.molinari50@gmail.com.

Rafael Borges

É engenheiro-agrônomo, M.Sc., Isca Tecnologias Ltda. E-mail para contato:
rafa@isca.com.br.

Patrik Luiz Pastori

É engenheiro-agrônomo, Dr., Professor Adjunto, Universidade Federal do
Ceará. E-mail para contato: plpastori@ufc.br.

AGRADECIMENTOS

Em especial a Leandro Ernesto Jost Mafra, Jardel Talamini de Abreu e Paolo Sambado pela colaboração com informações e no suporte às pesquisas com feromônios sexuais que resultaram em muitas das informações relatadas neste trabalho.

A todos os pesquisadores, técnicos e estudantes envolvidos no desenvolvimento do uso de feromônios no manejo de insetos-praga em fruteiras de clima temperado no Brasil.

APRESENTAÇÃO

A busca por sistemas de produção sustentáveis de frutas com qualidade e segurança do alimento sem comprometer o ambiente é um desafio para todos os profissionais ligados à fruticultura. Entre os problemas encontrados para a viabilização desses sistemas está a ocorrência de insetos-praga. Por não haver fatores naturais que reduzam a população de muitas pragas abaixo dos níveis de controle, a utilização de inseticidas de amplo espectro (organosintéticos) ainda é predominante em muitas regiões produtoras de frutos. No entanto, cresce a preocupação entre técnicos e produtores em racionalizar ou substituir o uso desses insumos, haja vista as diversas restrições de uso impostas pelo mercado consumidor e a perda de eficácia devido à seleção de populações resistentes. Uma das alternativas para o manejo de insetos-praga mais evidenciadas nos últimos anos é o controle por comportamento pelo uso de feromônios sexuais, que possibilita interferir na comunicação normal dos insetos. Essa estratégia, embora seja comum em muitos países produtores de frutas, é relativamente nova no Brasil, apresentando possibilidades crescentes de uso na fruticultura de clima temperado. A tecnologia dispensa o uso de agrotóxicos, sendo uma ferramenta segura para a produção de frutos sem agredir o ambiente e ocasionar riscos aos produtores e consumidores.

Este Boletim Técnico contém informações sobre o uso de feromônios sexuais para o monitoramento e controle de lepidópteros-praga na fruticultura de clima temperado. Os autores e suas instituições têm como objetivo orientar, de forma segura, a assistência técnica e os fruticultores sobre a melhor forma de utilização dessa tecnologia nas diferentes regiões produtoras.

Diretoria Executiva

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

1 O que são feromônios?	13
1.1 Feromônios sexuais mediando o encontro entre machos e fêmeas	14
2 Aplicações de feromônios sexuais no manejo de pragas	
2.1 Feromônios sexuais para monitorar populações de insetos	17
2.2 Feromônios sexuais para a captura massal de insetos	19
2.3 Feromônios sexuais para a interrupção de acasalamento	20
3 Interrupção do acasalamento de insetos-praga com uso de feromônios sexuais	
3.1 Mecanismos associados à interrupção do acasalamento	23
3.1.1 Diminuição da resposta	23
3.1.2 Camuflagem das trilhas naturais das fêmeas	24
3.1.3 Competição entre as fontes de feromônios sintéticos e naturais	24
3.1.4 Desequilíbrio do nível de informação obtida	24
3.1.5 Combinação de feromônio com inseticidas	24
3.2 Interrupção de acasalamento: o que ocorre na prática?	25
3.3 Modalidades de uso da técnica de interrupção de acasalamento	26
3.3.1 Confusão sexual	26

3.3.2 Atração competitiva ou seguimento de falsas trilhas	33
3.3.3 Autoconfusão	33
3.3.4 Atrai-e-mata	33
3.4 Principais fatores que interferem na eficiência da técnica de interrupção de acasalamento	35
3.4.1 Formato e dimensão da área	35
3.4.2 População do inseto-praga	35
3.4.3 Dose de feromônio	36
3.4.4 Momento de aplicação	36
3.4.5 Modo de aplicação dos liberadores	37
3.5 Requisitos importantes para obter bons resultados com a técnica de interrupção de acasalamento	38
3.6 Métodos para monitorar a eficiência da interrupção do acasalamento	39
3.6.1 Inspeção das armadilhas de monitoramento	39
3.6.2 Observação de frutos atacados	41
3.7 Utilização da estratégia de Interrupção do acasalamento de insetos-praga em fruteiras de clima temperado no mundo	42

CONSIDERAÇÕES FINAIS

REFERÊNCIAS

ANEXO

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios que os fruticultores enfrentam é produzir frutas de forma economicamente viável, causando baixo impacto ambiental. No entanto, pragas, doenças e plantas daninhas incidem nos pomares, gerando a necessidade de adotar medidas de controle para reduzir os danos.

Para o manejo de pragas, o controle químico com inseticidas organossintéticos tem sido a principal estratégia utilizada pelos fruticultores brasileiros. Embora os agrotóxicos normalmente sejam eficazes no controle de pragas, esses produtos têm causado desequilíbrio biológico, contaminação de frutos, do ambiente e intoxicações nos aplicadores e nos consumidores de frutas (Goring et al., 1999; Dodo et al., 2000; Botton et al., 2001; Giolo et al., 2006; Giolo et al., 2007). Além disso, esses agrotóxicos causam danos em insetos polinizadores (Henry et al., 2012; Rocha, 2012), o que pode colocar em risco a produção de alimentos.

Os resíduos de agrotóxicos em frutos são barreiras comerciais que restringem a exportação (Brasil, 2007), além de interferirem na segurança do alimento, sobretudo porque as frutas, geralmente, são consumidas *in natura*.

Estratégias para aumentar o uso de métodos alternativos ao controle químico no manejo de pragas são uma necessidade, principalmente porque alguns inseticidas organossintéticos, amplamente utilizados na fruticultura, estão sendo retirados do mercado (Witzgall, 2001; Agrofit, 2013), reduzindo as opções de controle de pragas.

Este Boletim Técnico tem por objetivo apresentar as opções de uso de feromônios sexuais sintéticos para o manejo de lepidópteros-praga na fruticultura de clima temperado no Brasil.

Capítulo 1

O que são feromônios?

Algumas espécies de insetos empregam odores ou sinais químicos (infoquímicos) para a comunicação entre os indivíduos ou para reagir à presença de outros seres. A troca de informações, através dos infoquímicos, desencadeia uma série de comportamentos nos insetos, incluindo a aproximação, o alarme e o recrutamento, entre outros (Vilela & Della Lucia, 2001).

Os odores que mediam a comunicação entre os indivíduos de uma mesma espécie são conhecidos por “feromônios”. Este termo é originário do grego clássico: *pherein* (“carregar”) e *horman* (“estimular”). Karlson & Luscher (1959) definem feromônios como “substâncias secretadas no ambiente externo por um indivíduo e recebidas por outros indivíduos da mesma espécie, provocando uma reação característica”.

O primeiro feromônio isolado de uma espécie de inseto foi do bicho-da-seda *Bombyx mori* Linnaeu (Lepidoptera: Bombycidae), denominado de Bombicol, e trata-se de um álcool de cadeia longa liberado pelas fêmeas para atrair os machos para o acasalamento (Butenandt et al., 1959).

Com base na resposta comportamental produzida pelos feromônios, essas substâncias podem ser classificadas em: sexuais, de agregação, de dispersão, de alarme, de territorialidade, de marcação de trilha e de postura (Ferreira & Zarbin, 1998; Vilela & Della Lucia, 2001).

Os feromônios sexuais dos insetos foram os mais estudados até hoje, pois apresentam perspectivas de emprego no manejo de pragas. A existência desses feromônios já foi confirmada em pelo menos doze ordens de insetos (Vilela & Della Lucia, 2001; Pherolist, 2011).

Foram conduzidos estudos, com espécies pertencentes à ordem Lepidoptera, que permitiram compreender os mecanismos envolvidos na liberação dos feromônios sexuais, na percepção desses compostos pelo indivíduo receptor, na excitação e resposta do sistema nervoso central (SNC) às substâncias e de como os insetos se orientam até encontrar o indivíduo que está liberando o feromônio (Lima & Della Lucia, 2001).

Na ordem Lepidoptera, os feromônios sexuais são constituídos por uma mistura de compostos, com funções específicas, incluindo acetatos, alcoóis e aldeídos, variando entre as espécies (Lima & Della Lucia, 2001). Alguns desses compostos atraem os espécimes do sexo oposto que se encontram distantes, enquanto que outros atuam quando os parceiros estão próximos. Os feromônios induzem os insetos a terem uma série de comportamentos, que vão desde a liberação de componentes afrodisíacos até a consumação da cópula (Figura 1, a seguir) (Mafra-Neto, 1993; Lima & Della Lucia, 2001). Esses compostos são produzidos principalmente pelas fêmeas, a partir de glândulas exócrinas que geralmente estão localizadas na parte posterior do abdome. A síntese do feromônio pode ser contínua, porém a liberação e percepção no ambiente são controladas pelo estado fisiológico dos insetos e por condições climáticas e ambientais (Mafra-Neto, 1993; Lima & Della Lucia, 2001).

1.1 Feromônios sexuais mediando o encontro entre machos e fêmeas

O feromônio sexual, quando liberado, é dissipado pelo vento, originando uma trilha de odor que segue a turbulência e a direção da corrente de ar. Em geral, a concentração do feromônio diminui à medida que aumenta a distância da fonte emissora, embora possam acontecer “pulsos” ou “pacotes” com alta concentração de feromônio em locais distantes do inseto emissor (Audemard, 1989; Mafra-Neto, 1993).

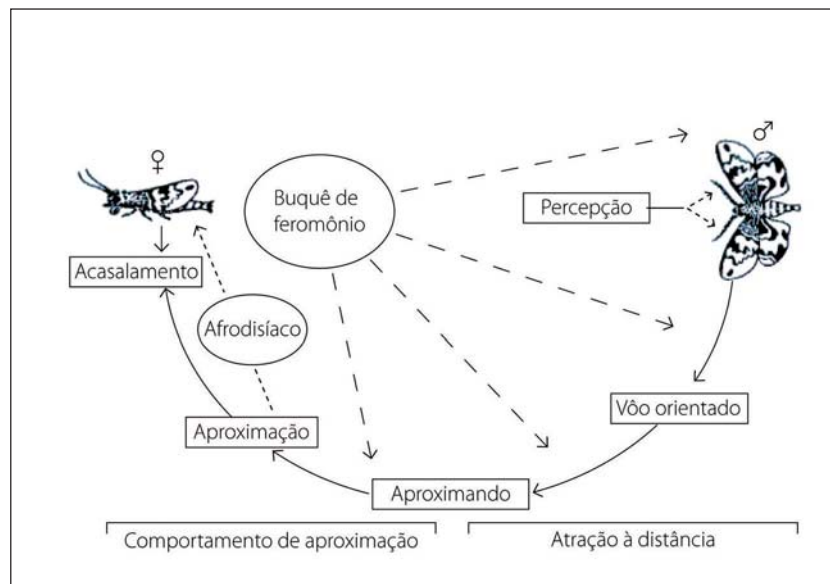


Figura 1. Sequência comportamental manifestada por machos da ordem Lepidoptera após captarem a presença de feromônio sexual (Adaptado de Audemard, 1989)

A percepção do feromônio sexual acontece em áreas específicas das antenas dos insetos, as quais possuem estruturas denominadas quimiorreceptores, desencadeadoras de uma série de comportamentos (Audemard, 1989). As antenas captam as moléculas do feromônio e enviam impulsos nervosos para o cérebro, que traduz a informação, induzindo à resposta comportamental (Bestmann & Vostrowsky, 1981). As moléculas de feromônio que reagem com os quimiorreceptores são degradadas por enzimas, permitindo restabelecer a capacidade sensorial do indivíduo.

Nos machos da ordem Lepidoptera, a sequência de respostas desencadeadas pela presença do feromônio sexual geralmente começa pelo movimento das antenas, seguido pelo caminhar, movimento das asas e início de voo errático e em zigue-zague, até localizar a trilha. Depois voam contra o vento, seguindo a trilha de feromônio, até localizarem a fonte emissora ou áreas adjacentes, para então caminharem movimentando as asas até encontrarem a fêmea. Essa é a cadeia de respostas que acontece na atração exercida

para os machos que se encontram em longas distâncias do inseto emissor do feromônio (Mafra-Neto, 1993; Lima & Della Lucia, 2001). No momento em que o macho encontra a fêmea, uma série de estímulos químicos, táteis e visuais ocorrem, determinando o comportamento de curta distância, que culmina com a cópula.

A sequência de respostas que acontecem na aproximação dos insetos para o acasalamento é modulada pela quantidade e qualidade de feromônio da trilha (Linn et al., 1987; Mafra-Neto, 1993). Muitas vezes, etapas dessa sequência são repetidas até que ocorra o acasalamento, embora possa não se realizar (Mafra-Neto, 1993; Mafra-Neto & Cardé, 1996; Miller et al., 2006a; Miller et al., 2006b; Miller et al., 2010).

Capítulo 2

Aplicações de feromônios sexuais no manejo de pragas

As pesquisas com feromônios sexuais produzidos por insetos seguem duas direções: uma tem por objetivo atrair os insetos para a fonte emissora de feromônio e a outra busca interromper ou dificultar a sua localização. No primeiro caso, os feromônios são utilizados para o monitoramento populacional ou para a coleta massal de indivíduos. No segundo, visa impedir o encontro entre machos e fêmeas, consistindo na técnica denominada “interrupção de acasalamento”.

2.1 Feromônios sexuais para monitorar populações de insetos

Nas décadas de 1950 e 1960, principalmente nos EUA e na Europa, os focos de infestação e a densidade populacional de pragas agrícolas e florestais eram estimados por meio de armadilhas contendo fêmeas virgens. As armadilhas eram instaladas uma semana antes da emergência da fase adulta dos insetos e vistoriadas a cada dois dias. Os machos capturados eram contados e eliminados, enquanto as fêmeas virgens eram substituídas por outras recentemente emergidas.

No Brasil, essa mesma metodologia foi inicialmente utilizada na fruticultura de clima temperado para o monitoramento da lagarta-enroladeira da maçã *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae), da mariposa-oriental *Grapholita molesta* (Busch) (Lepidoptera: Tortricidae) (Kovaleski, 1992; Kovaleski, 2005) e da tra-

ça-dos-cachos da videira *Cryptoblabes gnidiella* (Millière) (Lepidoptera: Pyralidae) (Ringenberg, 2004), sendo posteriormente substituída pelo emprego de armadilhas de feromônios sexuais sintéticos (Tabela 1).

Tabela 1. Formulações de feromônios sexuais sintéticos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (Mapa) para o monitoramento de lepidópteros-praga na fruticultura de clima temperado no Brasil (Agrofit, 2013)

Cultura	Espécie	Nome Comercial	Intervalo de substituição dos atrativos nas armadilhas (dias)
Macieira	<i>Bonagota salubricola</i> (Lagarta-enroladeira da maçã)	Iscalure Bonagota [*]	90
		Bio Bonagota [*]	60
Macieira, pereira, pessegueiro e ameixeira	<i>Cydia pomonella</i> (Traça-da-maçã)	Biocydia [*]	21
		Iscalure Cydia [*]	30
	<i>Grapholita molesta</i> (Mariposa-oriental)	Biographolita [*]	28
		Iscalure Grafolita [*]	28
Videira	<i>Cryptoblabes gnidiella</i> (Traça-dos-cachos)	Bio Cryptoblabes [*]	40

As armadilhas de feromônio sexual sintético para o monitoramento de insetos geralmente são utilizadas para três finalidades (Wall, 1990): a) detectar a presença de insetos; b) conhecer as suas flutuações populacionais; e c) conferir se existe a necessidade de aplicar medidas de controle. No entanto, apenas quando os feromônios sexuais sintéticos estão disponíveis comercialmente torna-se viável a sua inclusão nos programas de manejo integrado de pragas (MIP) (Botton et al., 2001; Kovalski & Ribeiro, 2002; Ringenberg, 2004).

As armadilhas de feromônio sexual (Figura 2) promovem capturas seletivas, são de baixo custo e capazes de detectar a espécie-praga, mesmo quando incide em baixa infestação. Essas armadilhas têm vantagens quando comparadas às armadilhas luminosas e àquelas que usam atrativos, as quais apresentam inconvenientes de não serem seletivas e de terem necessidade de água, energia ou de outros complementos para seu perfeito funcionamento. No entanto, o monitoramento de lepidópteros com armadilhas de feromônio se-

xual produz informações indiretas e pouco precisas, uma vez que geralmente se destina à captura de machos adultos, raramente de fêmeas, que são as que realizam posturas, originando lagartas, que são as responsáveis pelos danos nos pomares. Assim, é importante conhecer a correlação existente entre capturas de machos adultos nas armadilhas e o potencial de dano da praga, permitindo sincronizar as medidas de controle (Bento, 2001).

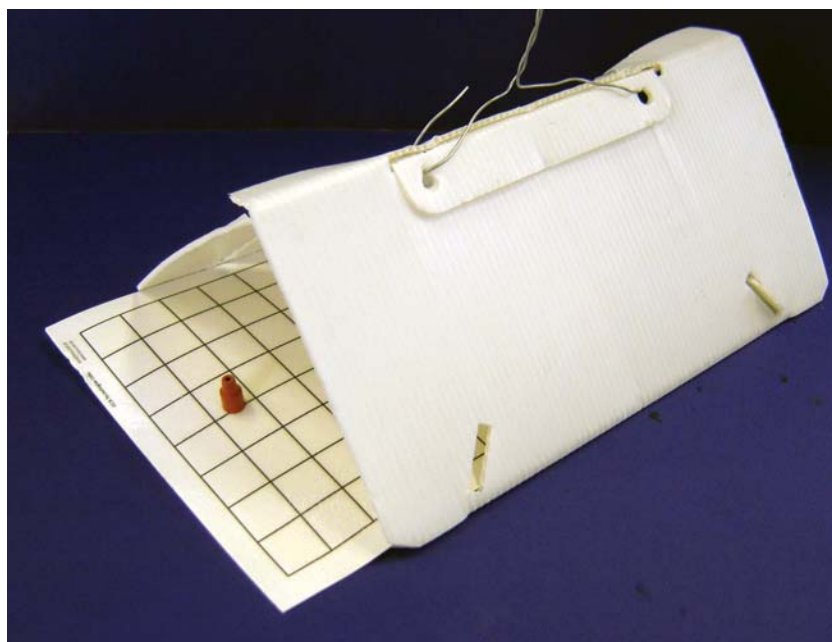


Figura 2. Armadilha Delta com piso adesivo iscada com feromônio sexual sintético, formulado em septo de borracha. Modelo recomendado para o monitoramento de lepidópteros como a mariposa-oriental e a traça-dos-cachos da videira

2.2 Feromônios sexuais para a captura massal de insetos

A coleta massal de insetos é uma forma de controle de pragas em que se utiliza grande número de armadilhas de feromônio sexual sintético, no intuito de atrair e capturar os indivíduos para manter a sua população abaixo do nível de dano econômico (Howse et al., 1998; Bento, 2001). Essa prática permite reduzir progressivamente a

densidade populacional da praga ao longo do tempo, embora a eficácia desse método implique as seguintes necessidades:

- Os atrativos sexuais sintéticos devem ter eficiência equivalente ou superior àqueles das fêmeas virgens;
- As armadilhas devem ser eficientes na captura dos insetos-alvo;
- O número de armadilhas por área deve ser suficiente para que a maioria dos insetos-alvo sejam atraídos e capturados; e
- A densidade populacional da praga-alvo deve estar em um nível que não permita encontros casuais entre machos e fêmeas (Howse et al., 1998; Bento, 2001).

As armadilhas de feromônio sexual para a captura massal de insetos devem ser instaladas assim que for detectada a presença da espécie-praga. Uma das vantagens deste método em relação aos outros que usam feromônio sexual sintético está na necessidade de doses menores dessas substâncias.

De acordo com Bento (2001), a captura massal de insetos normalmente obtém bons índices de controle de pragas em cultivos florestais e em grãos armazenados, embora seja inadequada para a horticultura e fruticultura, provavelmente devido à presença de altas densidades populacionais dos insetos-praga nesses cultivos.

Um exemplo do sucesso do uso do método de captura massal foi a possibilidade de suprimir a lagarta-rosada do algodão *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae) com o emprego de 20 armadilhas/ha, contendo 0,02g do feromônio Gossyplure. O controle desse inseto por captura massal foi mais eficiente e de menor custo do que o método convencional que adota a aplicação de inseticidas organossintéticos (Mafra-Neto & Habib, 1996).

2.3 Feromônios sexuais para a interrupção de acasalamento

O método de interrupção do acasalamento tem por objetivo interferir nos processos ou nos mecanismos que atuam sobre a capacidade dos machos localizarem as fêmeas para o acasalamento, desorientando-os pela liberação de feromônio sexual sintético no ambiente.

Os insetos necessitam de pequenas quantidades de feromônio sexual para localizar o seu parceiro. Assim, a liberação de maior quantidade dessas substâncias no *habitat* do inseto pode dificultar e até impedir a localização do parceiro, causando supressão dos acasalamentos (Agosta, 1990).

A eficácia do uso de feromônio sexual sintético para interromper o acasalamento foi demonstrada experimentalmente com a espécie *Trichoplusia ni* (Hübner) (Lepdoptera: Noctuidae) (Gaston et al., 1967). No entanto, esse método foi utilizado no campo pela primeira vez nos EUA para manejar a lagarta-rosada *P. gossypiella* em lavouras de algodão (Hummel et al., 1973).

No Brasil, foram registrados Biolita®, Splat Grafo® e Cetro®, destinados à prática de interrupção de acasalamento da mariposa-oriental, abrindo perspectivas do emprego desse método na fruticultura de clima temperado. O Splat Grafo Bona® também foi registrado para ser utilizado na interrupção de acasalamento, prevendo o controle associado da mariposa-oriental e da lagarta-enroladeira da maçã, pois contém feromônios sexuais dessas duas espécies.

O registro de formulações de feromônio sexual para o controle da mariposa-oriental no Brasil estimulou o seu uso (Arioli, 2007; Monteiro et al., 2008; Pastori et al., 2008; Pastori et al., 2012; Ribeiro, 2009; Santana, 2012), sendo que atualmente a técnica de interrupção de acasalamento já é utilizada em aproximadamente 30% dos pomares no Brasil (Tabela 2, a seguir). Em função das características de cultivo (pomares maiores e uniformes) essa técnica tem sido utilizada, preferencialmente, pelos produtores de maçã. Em pessegueiro, ameixeira e pereira, espécies que também são danificadas pela mariposa-oriental, o emprego dessa tecnologia restringe-se aos pomares maiores localizados no Estado de São Paulo. Em pomares pequenos, característicos nas regiões produtivas do Sul e Nordeste do Rio Grande do Sul e no Meio Oeste catarinense, seu uso é ainda em caráter experimental (Salles & Marini, 1989; Botton et al., 2005; Coracini et al., 2008; Harter et al., 2010; Arioli & Botton, 2012).

Tabela 2. Estimativa mundial de área com utilização da técnica de interrupção de acasalamento para controle de lepidópteros-praga de fruteiras de clima temperado

Espécie	Cultura	País/Região	Área (ha)		
			1997	1999	2006-2012
<i>Cydia pomonella</i> (Traça-da-maçã)	Macieira, pereira e nogueira	América do Norte	16.000	27.000	70.000
		Argentina	2.000	5.000	28.000
		África do Sul	3.500	8.000	25.000
		Itália	2.500	11.500	19.000
		França	-	-	16.000
		Chile	-	-	4.500
		Suíça	-	-	4.500
		Austrália	2.200	3.600	3.000
		Espanha	-	-	3.000
		Outros	850	8.800	13.500
Total		27.050	63.900	186.500	
<i>Lobesia botrana</i> , <i>Eupoecilia ambiguella</i> , <i>Epiphyas postvittana</i> (Lagartas dos cachos)	Videira	Alemanha	-	-	63.000
		Chile	-	-	33.000
		Espanha	-	-	24.000
		França	-	-	15.000
		Itália	200	2.000	13.000
		Suíça	-	-	8.000
		Austrália	100	1.000	1.000
		Outros	10.000	40.000	11.000
Total		10.300	43.000	168.000	
<i>Grapholita molesta</i> (Mariposa-oriental)	Macieira e pessegueiro	América do Norte	5.500	2.000	40.000
		Argentina	-	-	38.000
		Itália	300	1.500	18.000
		Brasil	-	-	15.000
		Chile	-	-	9.000
		França	-	-	5.000
		África do Sul	1.500	1.500	4.000
		Austrália	1.500	3.000	3.000
		Outros	800	5.500	6.000
		Total		9.600	13.500
Outras espécies		-	-	37.750	
Total estimado		46.950	120.400	530.250	

- = Sem informação.

Fonte: Adaptado de Shin-Etsu Chemical Co. Ltda, CBC (Europe) Ltda, Pacific Biocontrol Corp. e Isca Technologies, Inc.

Capítulo 3

Interrupção do acasalamento de insetos-praga com uso de feromônios sexuais

3.1 Mecanismos associados à interrupção do acasalamento

A interrupção do acasalamento dos insetos acontece porque é liberada no ambiente quantidade de feromônio sexual sintético superior àquela emitida naturalmente por uma população normal de fêmeas. Nos lepidópteros, são observados cinco mecanismos principais para aplicar essa técnica, conforme especificado a seguir (Bartell, 1982; Minks & Cardé, 1988; Cardé, 1990; Cardé & Minks, 1995; Bento, 2001; Miller et al., 2006a; Miller et al., 2006b; Miller et al., 2010):

3.1.1 Diminuição da resposta

Decorre da “adaptação” dos quimiorreceptores das antenas à percepção do estímulo ou devido à “habitualidade” no sistema nervoso central (SNC) dos insetos. No primeiro caso, acontece a redução da capacidade de o inseto perceber o feromônio, exigindo o aumento da concentração para que volte a percebê-lo. No outro, o estímulo é percebido pelo órgão receptor, mas não é adequadamente processado pelo SNC, que não gera a ação de resposta.

3.1.2 Camuflagem das trilhas naturais das fêmeas

A alta concentração do feromônio sexual sintético no pomar torna imperceptível o composto natural emitido pela fêmea, fazendo com que os machos não localizem a trilha de feromônio sexual natural.

3.1.3 Competição entre as fontes de feromônios sintéticos e naturais

Esse mecanismo, que também é chamado de “atração competitiva”, faz com que os machos sigam trilhas falsas do feromônio sexual sintético aplicado no campo, reduzindo a possibilidade de seguirem as trilhas naturais de feromônio emitidas pelas fêmeas.

3.1.4 Desequilíbrio do nível de informação obtida

Os machos normalmente são atraídos pela mistura dos componentes naturais dos feromônios emitidos pelas fêmeas. Aplicar a formulação do feromônio sexual sintético, que normalmente tem apenas parte dos componentes naturais, pode provocar redução na resposta dos machos ao feromônio sexual natural. Esse comportamento acontece porque os machos, ao interceptarem as trilhas naturais, percebem somente os odores dos componentes que estão ausentes no feromônio sintético ocasionando a errônea interpretação pelo SNC. Nestes casos, não há o desencadeamento da sequência completa de resposta ao feromônio sexual natural, dificultando o encontro entre os parceiros.

3.1.5 Combinação de feromônio com inseticidas

Essa estratégia impede o acasalamento dos insetos por eliminar os machos ou diminuir a sua vitalidade. Quando são adicionados inseticidas às formulações de feromônio sexual sintético, os insetos atraídos, ao entrarem em contato com as substâncias atrativas, se intoxicam, morrem ou tem os estímulos reduzidos devido aos efeitos subletais dos agrotóxicos.

3.2 Interrupção de acasalamento: o que ocorre na prática?

Os mecanismos que promovem a interrupção do acasalamento dos insetos podem agir separadamente ou em conjunto, ao mesmo tempo ou em sequência, e podem exercer mais efeitos em certas situações e menos em outras (Sander, 1996; Howse et al., 1998). No entanto, o resultado esperado será sempre a redução da capacidade reprodutiva da espécie.

Na implementação dessa prática, espera-se que os machos, logo após a instalação dos acessórios que liberam o feromônio sexual sintético, adaptem os seus quimiorreceptores das antenas ou habituem o seu SNC, não conseguindo, assim, identificar a trilha de compostos químicos que é liberada naturalmente pelas fêmeas para atrair os machos para o acasalamento (**redução de resposta e camuflagem de trilhas**). Em seguida, à medida que acontece diminuição da concentração do feromônio sexual liberado pelos acessórios, espera-se que os machos continuem sendo atraídos pelas trilhas artificiais (**competição por fontes**), ou então que os machos, ao encontrarem as trilhas de feromônio sexual sintético, não encontrem as fêmeas, influenciados pela falta de algum componente que existe no feromônio natural (**desequilíbrio da informação**). Quando é usada em mistura com inseticidas (**combinação de feromônio com inseticidas**), espera-se que os machos tenham o comportamento similar ao provocado pela presença de feromônio sexual natural, para que, em contato com o inseticida, morram ou tenham redução das suas funções vitais, sendo excluídos do processo de busca e acasalamento.

A resposta para os mecanismos de interrupção do acasalamento depende de uma série de fatores, incluindo aqueles relacionados à formulação do feromônio sexual sintético, o nível de emissão das substâncias voláteis, o modo de instalação dos acessórios liberadores no campo, o número de liberadores por área, a densidade populacional da praga-alvo, a velocidade e a direção do vento e a temperatura do ambiente, entre outros (Sander, 1996; Howse et al., 1998; Molinari, 2002).

3.3 Modalidades de uso da técnica de interrupção de acasalamento

Mundialmente, diversos acessórios dotados de feromônio sexual sintético são comercializados para o controle de insetos-praga da fruticultura de clima temperado (Tabela 3, a seguir). Esses produtos podem utilizar todas ou parte das substâncias existentes no feromônio natural da espécie-alvo, dependendo principalmente do custo dos componentes. Outras diferenças entre as marcas comerciais são: o tipo de acessório liberador de feromônio (rígidos ou flexíveis); a concentração inicial de feromônio nos liberadores; a forma recomendada de distribuição desses acessórios no campo; e a presença ou ausência de inseticidas na formulação (Molinari & Cravedi, 2000).

Essas particularidades do uso de feromônios sexuais sintéticos para interromper o acasalamento dos insetos originaram subdivisões na técnica, denominadas: “confusão sexual”, “atração competitiva” (seguimento de falsas trilhas), “auto confusão” e “atrai-e-mata”.

3.3.1 Confusão sexual

Trata-se de uma técnica conhecida que consiste na liberação de grande quantidade de feromônio sexual sintético (entre 130 e 250g/ha), sendo distribuído em quatro a onze mil pontos por hectare, o que gera uma camada de ar saturado por essa substância. Tal saturação dificulta aos machos encontrarem a trilha do feromônio natural emitido pelas fêmeas. O feromônio sexual é liberado com a instalação de acessórios emissores, que podem ser sachês, ampolas, entre outros (Figura 3, A, B, C e D, p. 31). Essa técnica também pode ser implementada pela pulverização de caldas elaboradas com formulações microencapsuladas de feromônio sexual sintético (Figura 3, E, p. 31) ou então, pela liberação de feromônio em frações de tempo programado, método também denominado confusão sexual temporizada. Nesse caso, o feromônio líquido é aplicado por meio de nebulizadores (*puffers*) (Figura 3, F, p. 31) ou através de uma rede de fio de *nylon* impregnada com feromônio sexual (Figura 4, p. 31), instalada sobre a copa das plantas (Rama et al., 2002), promovendo a distribuição do produto e, conseqüentemente, a saturação do ar.

Tabela 3. Características de produtos comerciais para a interrupção de acasalamento de insetos-praga das fruteiras de clima temperado

Modalidade	Mecanismo de ação	Produto comercial e formulação	Estratégia de uso	Nº de aces-sórios/ha	Dias de eficiência ⁽²⁾	Fabricante ou comerciante
Confusão sexual	Diminuição da resposta e camuflagem das trilhas naturais	Isomate® – Tubos de polietileno de parede permeável ⁽³⁾ (Fig. 3, A)	Saturação do ar com feromônio sexual sintético liberado no ambiente através de emissores de alta capacidade de liberação.	500 a 1.000	150 a 180	Shin-Etzu (Japão) www.cbc-europe.it
		Cetro® – Ampolas plásticas de parede permeável (Fig. 3, B)		500-900	180	Basf (Alemanha) www.agro.basf.com.br
		Biolita® – Sachês de membrana permeável (Fig. 3, C)		20	90	Biocontrole (Brasil) www.biocontrole.com.br
		CheckMate XL® – Sachês de membrana permeável		270 a 375	90 a 160	Suterra LLC (USA)www.suterra.com
		Cidettrak® – Liberadores do tipo “prendedor”, confeccionado com Neoprene (mistura de polímeros) de parede permeável (Fig. 3, D)		200-2.000	150	Tréce Inc (USA) www.trece.com
		CheckMate F® – Feromônio microencapsulado (Fig. 3, E)		45 a 360 ml/ha	14 a 30	Suterra LLC (USA)
		Feromônio aplicado com pulverizadores convencionais				

(Continua)

(Continuação)

Modalidade	Mecanismo de ação	Produto comercial e formulação	Estratégia de uso	No de acessos/ha	Dias de eficiência ⁽²⁾	Fabricante ou comerciante
Confusão sexual	Diminuição da resposta e camuflagem das trilhas naturais	Confusão sexual temporizada	CheckMate Puffel® – Aerossol. Feromônio aspergido no ambiente, em tempo programado, através de nebulizador (Fig. 3, F)	20	Até 200	Suterra LLC (USA)
			Rede fixa de fios que circulam o pomar e com central eletrônica que regula a liberação de feromônio em tempo programado (Fig 4)	-	-	-
Seguimento de falsas trilhas	Diminuição da resposta; camuflagem das trilhas naturais; e competição entre as fontes de feromônio sintéticas e naturais	Ecodian® – Ganchos de material biodegradável com parede permeável (Fig. 3, G)	Feromônio liberado no ambiente por meio de emissores com reduzida capacidade de liberação	2.000 a 3.000	35 a 60	Sumitomo Chemical Italia (Itália) www.sumito-mo-chem.it
		Splat® – Emulsão pastosa biodegradável composta de óleos e ceras (Fig. 3, H)		300 a 8.000	15 -180	Isca Technologies (EUA). Isca Technologies Ltda. (Brasil) www.isca.com.br

(Continua)

(Continuação)

Modalidade	Mecanismo de ação	Produto comercial e formulação	Estratégia de uso	No de acessórios/ha	Dias de eficiência ⁽²⁾	Fabricante ou comerciante
Auto-confusão	Diminuição da resposta e competição entre as fontes de feromônio sintéticas e naturais	Exosex® – Pó eletrostático “Entostat” de carga bipolar	Feromônio aderido ao corpo dos insetos, sendo liberado no ambiente junto a uma poeira eletrostática com pequena carga e reduzida capacidade de liberação (Fig. 5)	25-30	75 a 90	Exosect Intelligent Pest (Inglaterra) www.exosect.com
		Splat® – Emulsão pastosa biodegradável composta de óleos e ceras	Feromônio aderido ao corpo dos insetos, sendo liberado no ambiente	300 a 8.000	15 -180	Isca Technologies (EUA) Isca Tecnologias Ltda. (Brasil)

(Continua)

(Conclusão)

Moda- lidade	Mecanismo de ação	Produto comercial e formulação	Estratégia de uso	No de acesso- rios/ha	Dias de eficiência ⁽²⁾	Fabricante ou comerciante
Atrai-e-mata	Diminuição da resposta;	Sirene® – Emulsão de óleos biodegradáveis contendo inseticida	Feromônio e inseticida liberados no ambiente por meio de emissores que contêm pequena carga e reduzida capacidade de liberação	1.000 a 2.000	35-49	Syngenta (Suíça)
	Camuflagem das trilhas naturais;	Appeal® – Emulsão de óleos biodegradáveis contendo inseticida		4.000		
	Competição entre as fontes de feromônio	Last CallTM - Pasta viscosa biodegradável contendo inseticida	Feromônio e inseticida liberados no ambiente por meio de emissores que contêm pequena carga e reduzida capacidade de liberação	400 a 4.000	42	Bayer (Alemanha)
	sintéticas e naturais; e atratância					
						Insect Science (Austrália) www.insectscience.co.za/Isca
		Splat Cida® - Emulsão pastosa biodegradável composta de óleos e ceras contendo inseticida		300 a 8.000	15 a 90	Technologies (EUA)www.iscatech.com. Isca Tecnologias Ltda (Brasil)

¹ Informações de empresas fabricantes;

² Informações de empresas fabricantes, sendo a eficiência variável de acordo com as condições climáticas e forma de aplicação do produto;

³ Produto em fase de registro no Brasil.

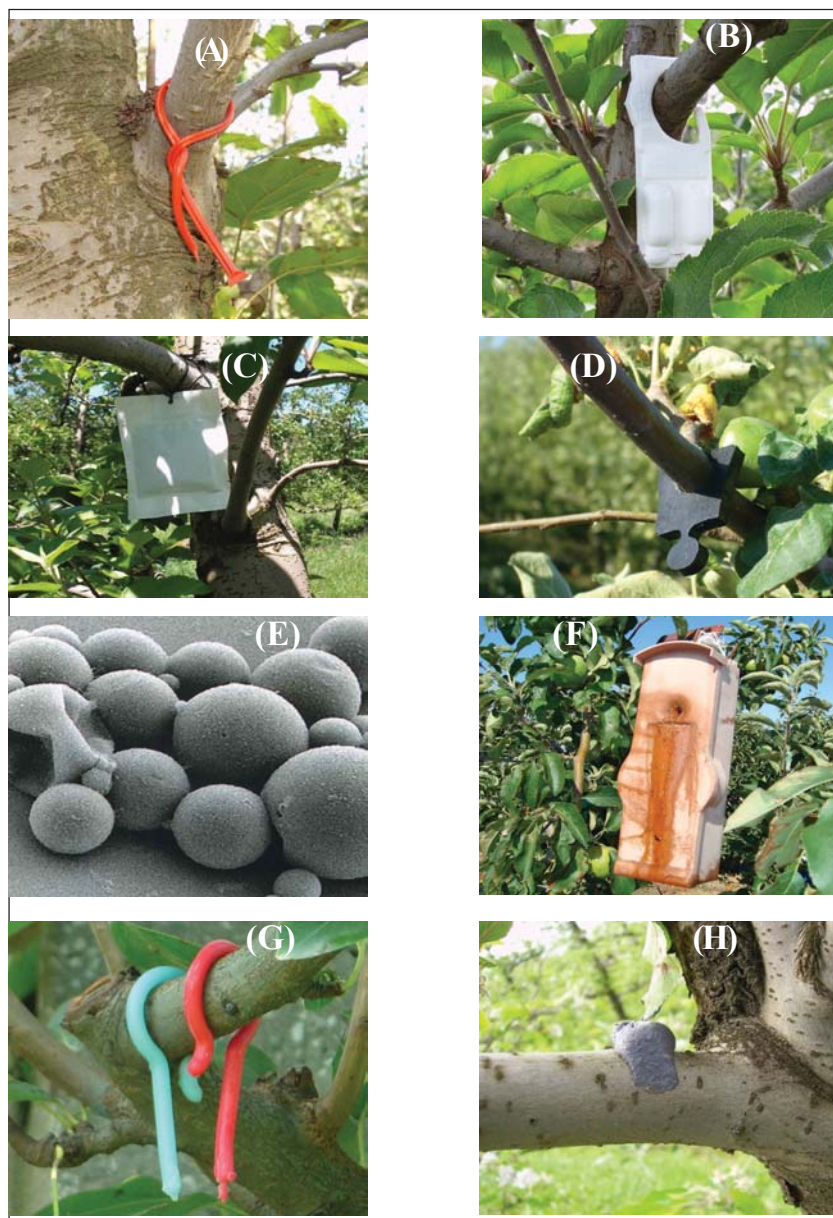


Figura 3. Liberadores de feromônio sexual sintético disponíveis no mercado mundial: (A) Liberador marca Isomate®; (B) marca Cetro®; (C) Biolita®; (D) Cidetrak®; (E) CheckMate®; (F) CheckMate Puffer®; (G) Ecodian®; (H) Splat®

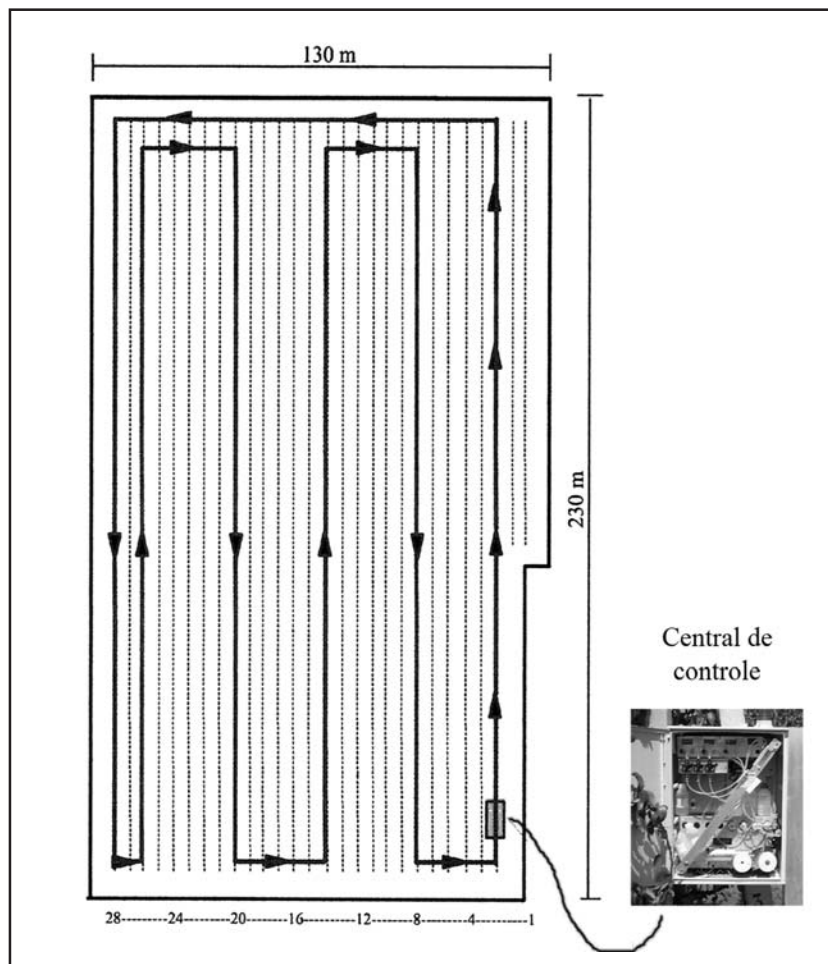


Figura 4. Desenho esquemático do sistema para aplicar feromônio sexual sintético pelo método de confusão temporizada por implante fixo, no qual o feromônio líquido é distribuído, em tempo programado por um fio que percorre o pomar

3.3.2 Atração competitiva ou seguimento de falsas trilhas

Essa técnica se baseia na aplicação de 20 a 50g/ha de feromônio sexual sintético, distribuído através de 1.000 a 50.000 pontos/ha, originando um grande número de falsas trilhas com odores semelhantes àqueles produzidos pelas fêmeas virgens. Essas trilhas competem na atenção e no tempo dos machos, dificultando o encontro com as fêmeas para o acasalamento. A vantagem dessa técnica, em relação à anterior, está na eficiência de controle da espécie-alvo com o uso de menor quantidade de feromônio sexual. No entanto, exige maior emprego de mão de obra para distribuir os acessórios liberadores de feromônio. O emprego de formulações fluidas, passíveis de aplicação mecânica (Figura 3, E e H) são mais promissoras por exigirem menor disponibilidade de mão de obra quando comparadas aos liberadores de formulação rígida (Mafra-Neto et al., 2007/2008).

3.3.3 Autoconfusão

Nessa técnica, os machos dos lepidópteros são atraídos para uma fonte de feromônio sexual sintético (armadilha ou liberador) que se encontra em alta concentração (Figura 5, a seguir). Ao entrarem em contato com a fonte de feromônio sexual, os machos captam uma quantidade elevada dessas substâncias em seus receptores, o que os deixa incapazes de localizar as fêmeas. Além disso, os próprios machos ficam impregnados com feromônio e se tornam difusores, espalhando feromônios sexuais no ambiente, originando falsas trilhas, que atraem outros machos. O contato dos machos entre si e com a vegetação promove a autoconfusão, provocando melhor distribuição do feromônio na área.

3.3.4 Atrai-e-mata

Essa técnica tem por finalidade atrair os insetos machos para uma fonte de feromônio sexual sintético contendo inseticida em sua composição. Quando existe o contato do inseto com a fonte emissora do feromônio sexual, ocorre a contaminação, resultando na morte ou causando sequelas, o que faz com que o macho não encontre as

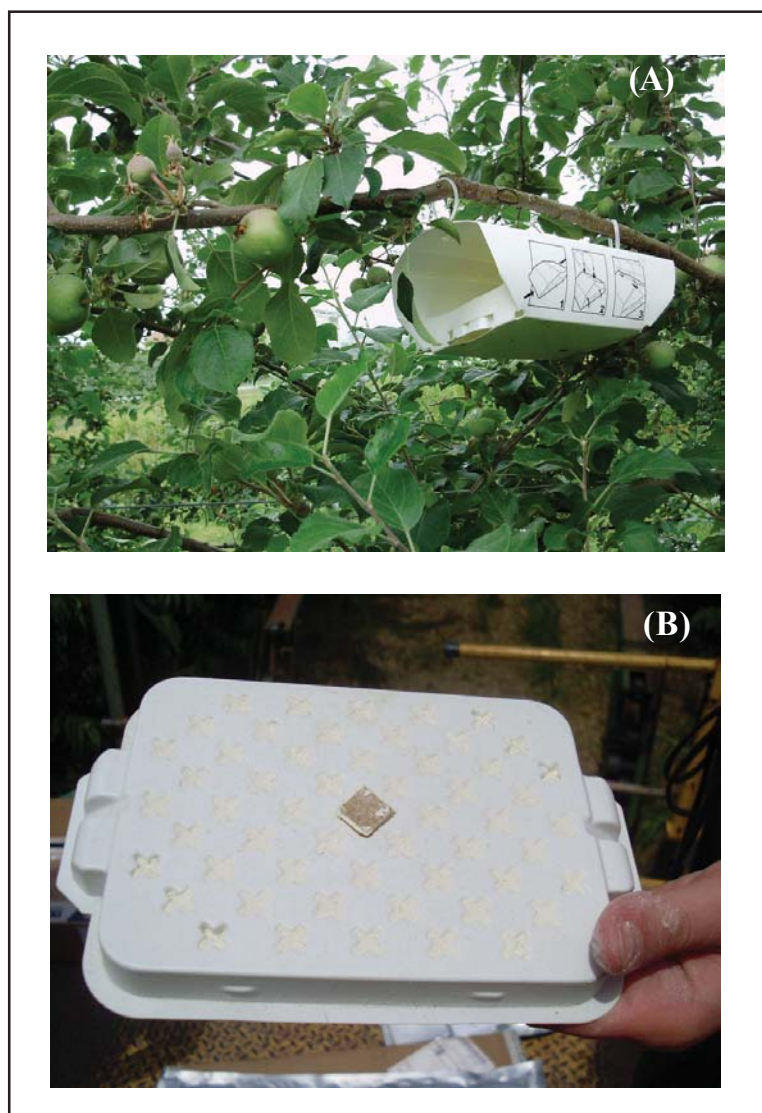


Figura 5. Formulação de feromônio sexual sintético marca Exosex®, para a qual os machos são atraídos (A) e se contaminam com feromônio sexual misturado ao pó eletrostático presente no piso (B), impregnando no corpo dos insetos, sendo distribuído pela área.
Fonte: Empresa CReSO S.C.a r.l., Cuneo, Itália

fêmeas (Sander, 1996; Bento, 2001). O procedimento envolve a instalação de 300 ou mais liberadores de feromônio sexual por hectare. Esse método tem sido questionado, pois muitas das iscas do tipo atraí-e-mata não conseguem atrair totalmente os insetos existentes no pomar para que entrem em contato com o inseticida.

3.4 Principais fatores que interferem na eficiência da técnica de interrupção de acasalamento

3.4.1 Formato e dimensão da área

A eficiência da técnica de interrupção do acasalamento é obtida quando os acessórios liberadores de feromônio sexual sintético são distribuídos em superfícies maiores que 10ha, em pomares que tenham formato quadrado ou circular. A aplicação desse método em áreas menores ou que tenham outros formatos também pode ser usada, porém sua eficiência nas bordas tende a ser menor, sendo necessária maior atenção dos técnicos e dos produtores na vistoria de danos das pragas nessas áreas.

As bordas dos pomares geralmente são os locais de maior risco de danos de pragas devido à diminuição na concentração do feromônio sexual sintético em relação à região central, problema conhecido por “efeito de bordadura”. Isso ocorre devido ao deslocamento do feromônio pela ação do vento, não impedindo totalmente o acasalamento nessas regiões. Além disso, nesses locais, pode ocorrer migração de fêmeas fecundadas provenientes de áreas vizinhas (Il’ichev et al., 1999; Molinari, 2002; Il’ichev, 2002).

3.4.2 População do inseto-praga

A densidade populacional das pragas-alvo é um dos fatores que mais influencia na eficácia do método de interrupção do acasalamento (Cardé & Minks, 1995; Molinari, 2002). Quando a população está em alta densidade, aumenta a probabilidade de acasalamento, uma vez que a distância entre os parceiros diminui, facilitando o encontro entre os sexos (Rothschild, 1981; Molinari,

2002). Nessas condições, é recomendado o uso integrado de feromônios sexuais e inseticidas, pelo menos até reduzir a população da praga em níveis que permitam a aplicação dessa técnica (Mafra-Neto et al., 2007/2008).

Ainda não existem parâmetros que definam, para a maioria das espécies, qual a densidade populacional adequada para a aplicação da técnica de interrupção do acasalamento pelo uso de feromônio sexual sintético.

No manejo da mariposa-oriental, na cultura da macieira no Brasil, a observação de alguns parâmetros tem auxiliado para definir onde a técnica pode ser aplicada. Segundo Arioli (2007), condições indicadas para o emprego dessa tecnologia: capturas inferiores a 30 machos adultos/armadilha/semana na população pós-diapausa; danos em frutos durante a colheita da safra anterior inferior a 1%; e baixa presença de “burrknots” (raízes aéreas) associados à reduzida incidência de lagartas alimentando-se nessas estruturas durante o inverno (Bisognin et al., 2012).

3.4.3 Dose de feromônio

A liberação de grande quantidade de feromônio sexual logo após a instalação dos acessórios nos pomares não é desejável, pois gera desperdício. Esses emissores devem ser regulados para liberar o feromônio sexual em taxas constantes e adequadas durante todo o seu período de atividade. Quando esses acessórios não emitirem mais odores em nível desejado, devem ser substituídos para manter a supressão da praga (Mafra-Neto et al., 2007/2008).

3.4.4 Momento de aplicação

De modo geral, a aplicação de feromônio sexual sintético deve ser preventiva, visando impedir o acasalamento dos insetos. É importante ressaltar que a técnica de interrupção de acasalamento não apresenta efeitos sobre os insetos já acasalados e nem sobre ovos e lagartas. A aplicação de feromônios sexuais em áreas com alto índice de acasalamento pode não apresentar resultados satisfatórios em termos de controle da espécie-alvo.

Estudos conduzidos no Sul do Brasil revelam que, em regiões mais quentes, *G. molesta* apresenta um primeiro pico populacional de adultos no mês de agosto (Arioli et al., 2006). Em regiões mais frias, de maior altitude e com temperaturas mais amenas, o primeiro pico de infestação desse inseto acontece no mês de outubro (Hickel et al., 2007). Diante disso, é importante conhecer a flutuação populacional da praga-alvo em cada região, pois para que a técnica de interrupção de acasalamento seja eficaz é importante instalar os acessórios emissores de feromônio sexual antes que aconteça o primeiro pico populacional da praga-alvo, protegendo todo o ciclo da cultura.

O uso contínuo do método de interrupção do acasalamento para o controle da mariposa-oriental reduz a população da praga no pomar e o número de aplicações de inseticidas para o seu controle ao longo dos anos (Mafra-Neto et al., 2007/2008). O custo dos acessórios liberadores de feromônio sexual sintético e a impossibilidade de utilizar inseticidas no momento da colheita, devido aos riscos de deixar resíduos de agrotóxicos nos frutos, são motivos que levam os produtores a utilizar feromônios sexuais somente a partir da segunda geração anual do inseto-praga ou apenas no período que antecede a colheita. A aplicação tardia do feromônio sexual, por permitir o crescimento populacional nas primeiras gerações da praga torna-se de alto risco e somente deve ser praticada em situações de reduzido nível populacional do inseto ou associada com a pulverização de inseticidas.

Nos casos em que o inseto-praga não apresenta diapausa, é importante manter liberadores de feromônio sexual ativos durante todo o ano, visando impedir o crescimento da população da praga nos pomares.

3.4.5 Modo de aplicação dos liberadores

Os acessórios liberadores de feromônio sexual sintético devem ser distribuídos de maneira uniforme pelo pomar. De maneira geral, devem ser posicionados no terço superior da copa das plantas, em local sombreado, evitando a exposição direta aos raios solares, para não permitir o aumento da emissão do feromônio, o que reduz a vida útil do acessório.

3.5 Requisitos importantes para obter bons resultados com a técnica de interrupção de acasalamento

Para obter resultados satisfatórios no emprego da técnica de interrupção do acasalamento de insetos-praga, as principais condições que devem ser observadas são as seguintes (Rothschild, 1981; Cardé & Minks, 1995; Molinari & Cravedi, 2000; Meissner et al., 2001; Trimble et al., 2001; Il'ichev, 2002; Il'ichev et al., 2004; Molinari, 2002; Kovanci et al., 2004; Kovanci, 2005; Botton et al., 2005; Arioli, 2007; Hickel et al., 2007; Mafra-Neto et al., 2007/2008; Botton et al., 2011; Pastori et al., 2012):

- Aplicar o feromônio sexual sintético em programas com amplitude regional, mediante estratégia cooperativa, principalmente em áreas onde existam pequenos pomares próximos uns dos outros;
- Utilizar os liberadores de feromônio sexual antes do aparecimento da primeira geração de insetos adultos do ano, seguindo informações da flutuação populacional da espécie-alvo;
- Aplicar os feromônios sexuais sintéticos também em áreas vizinhas ao pomar, incluindo quebra-ventos e pomares adjacentes, a fim de ampliar a área de atuação;
- Considerar o histórico de incidência e distribuição da população da praga-alvo na área, aumentando a dose recomendada de feromônio sexual sintético em pelo menos 50% onde a densidade populacional da praga-alvo tende a ser elevada;
- Aplicar inseticidas eficientes no controle da praga-alvo, principalmente para combater as fêmeas adultas (tratamento de limpeza) entre um e dois dias depois da instalação dos liberadores de feromônio sexual no pomar;
- Nas duas ou três filas de plantas das bordas dos pomares, que são mais sujeitas à ação dos ventos, utilizar em torno de 20% mais de liberadores de feromônios sexuais em relação ao restante da área.
- Eliminar ou controlar, em locais próximos do pomar, a população das plantas hospedeiras alternativas;

- Integrar, nos primeiros anos de implantação dessa técnica, o uso de feromônios sexuais sintéticos com inseticidas em áreas com alta densidade populacional da praga-alvo ou que tiveram perdas expressivas em anos anteriores;
- Manter os liberadores de feromônio sexual durante todo o ano se a praga-alvo não apresentar diapausa;
- Repor os liberadores de feromônio sexual sempre que o poder de atrair a praga diminuir;
- Posicionar os liberadores no terço superior das plantas, evitando a sua exposição direta aos raios solares; e
- Instalar os emissores de feromônio sexual no lado do pomar em que incidam os ventos predominantes, visando minimizar o efeito de arraste inadequado das substâncias.

3.6 Métodos para monitorar a eficiência da interrupção do acasalamento

Apesar da reconhecida eficácia da técnica de interrupção de acasalamento de insetos, é fundamental acompanhar as áreas de aplicação, para averiguar a eficiência de controle.

3.6.1 Inspeção das armadilhas de monitoramento

A frequência de inspeção das armadilhas de feromônio sexual sintético deve ser maior neste método do que no monitoramento da praga com vistas à pulverização. Assim, as armadilhas com feromônio sexual devem ser distribuídas uniformemente pela área, realizando a inspeção duas vezes por semana, dando maior atenção para aquelas instaladas na periferia do pomar. A ausência de machos nas armadilhas (Figura 6, a seguir e Anexo) é um indicativo da eficácia da técnica, enquanto que a captura de machos (Figura 7, p. 41 e Anexo) deve servir de alerta para o fruticultor. Também existe a recomendação para os fruticultores monitorarem a população da praga-alvo em pomares contíguos que sejam conduzidos com o manejo de pragas pelo sistema convencional, onde deve ser acompanhada a densidade populacional da praga para embasar a aplicação de inseticidas.

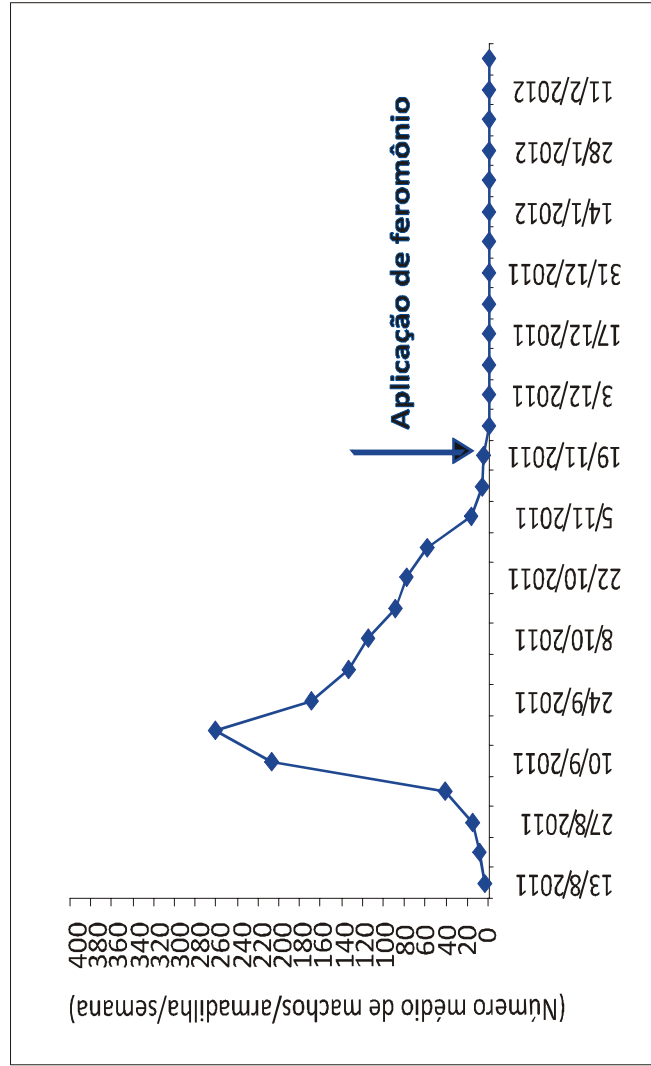


Figura 6. Acompanhamento do número médio semanal de machos de *Grapholita molesta* capturados em armadilhas de monitoramento instaladas em pomar comercial de macieiras, demonstrando boa eficácia na interrupção de acasalamento pela ausência de machos capturados após a aplicação de feromônio sexual

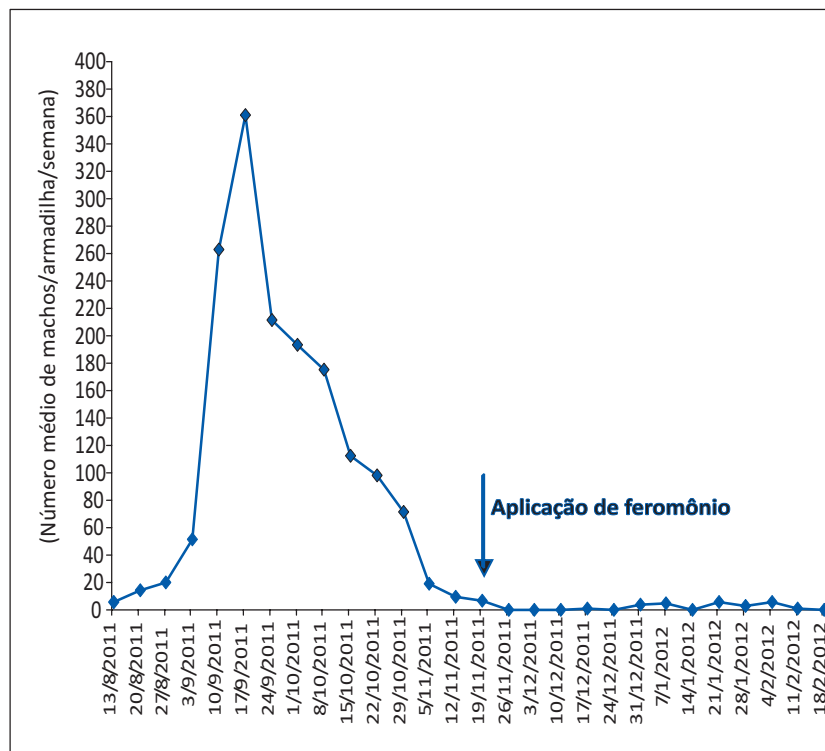


Figura 7. Acompanhamento do número médio semanal de machos de *Grapholita molesta* capturados em armadilhas de monitoramento instaladas em pomar comercial de macieiras, demonstrando baixa eficácia da interrupção de acasalamento pelo significativo número de machos capturados após a aplicação de feromônio sexual

3.6.2 Observação de frutos atacados

Mesmo com a ausência de machos nas armadilhas dotadas de feromônio sexual sintético, é indispensável realizar a avaliação periódica do ataque da praga-alvo nos frutos, pois tal medida traz maior segurança aos fruticultores. Para isso, existe a recomendação de examinar de 100 a 500 frutos/ha, principalmente nas periferias dos pomares, em talhões com histórico de danos ou em pomares com áreas contíguas ao pomar monitorado. No caso da mariposa-oriental, existe a recomendação de pulverizar inseticidas quando for observado 0,5% de frutos danificados pela praga, realizando avaliações periódicas com intervalos de quinze a trinta dias (Arioli, 2007).

3.7 Utilização da estratégia de Interrupção do acasalamento de insetos-praga em fruteiras de clima temperado no mundo

Existem muitas espécies de insetos que já têm os seus feromônios sexuais sintetizados. No entanto, essas substâncias ainda são pouco utilizadas se seu emprego for comparado com o de inseticidas sintéticos ou de origem biológica.

Em 2012 foram utilizados feromônios sintéticos para o controle de pragas em cerca de 790.000ha, sendo aproximadamente 530,2 mil em áreas de produção de frutas de clima temperado (Tabela 2), representando apenas 0,01% da área agricultável do mundo (Mafra-Neto et al., 2007/2008; Faoestat, 2013).

No Brasil, dos 150 mil hectares cultivados com frutíferas de clima temperado, em menos de 20 mil são usados feromônios sexuais sintéticos no manejo de pragas, o que representa aproximadamente 13% da área cultivada. Essa mesma tendência se repete em outros países da América do Sul, da América do Norte, da Europa, da Ásia e da África. A principal justificativa para o reduzido emprego dessa tecnologia são os elevados preços atualmente praticados para os produtos comerciais formulados com feromônios sexuais sintéticos. Tais insumos acabam representando custos que variam de US\$ 45,00 a US\$ 500 por hectare, contra US\$ 10,00 por hectare com a aplicação de inseticidas organossintéticos. Além disso, esse método de controle de pragas exige mão de obra especializada para a aplicação dos emissores e para o monitoramento das pragas. Assim, os feromônios sexuais sintéticos têm sido empregados principalmente em culturas de alto valor agregado, onde existem restrições de resíduos de inseticidas nas frutas e derivados, problemas com resistência de pragas aos inseticidas e em programas estatais de erradicação e de controle de pragas (Mafra-Neto et al., 2007/2008). Exemplos nesse sentido podem ser observados no controle de pragas no cultivo do algodão e em florestas, nos USA, e em videiras, na Argentina e USA.

No Brasil, o registro dos produtos Biolita®, Splat® e Cetrol® para o controle da mariposa-oriental permitiu o início do uso da técnica de interrupção do acasalamento com feromônios sexuais sintéticos na fruticultura de clima temperado. Somente na cultura da maçã, essa tecnologia já está sendo utilizada em aproximadamente 15.000ha de pomar. Com o registro de outros produtos comerciais formulados com feromônios sexuais sintéticos, como é o caso do Isomate®, a área com o uso dessa tecnologia poderá aumentar, ampliando o seu uso para pomares de pessegueiro, ameixeira e pereira, onde sua utilização é ainda incipiente. No cultivo da videira, vêm se obtendo resultados promissores com o emprego da formulação Splat® para o controle da traça-dos-cachos na região do Vale do São Francisco.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego de armadilhas de feromônio sexual sintético para monitorar a população de pragas é rotina no cultivo de frutíferas de clima temperado no Brasil, com destaque para as culturas da macieira e do pessegueiro. Nessas culturas, o emprego dessas armadilhas apresenta-se como uma ferramenta eficiente, confiável e economicamente viável para detectar os principais lepidópteros-praga, com destaque para a *G. molesta*, *B. salubricola* e *Cydia pomonella*. No caso da videira, o uso dessas armadilhas está sendo iniciado para o monitoramento da traça-dos-cachos *C. gnidiella*.

Quando comparado ao controle por meio da pulverização de inseticidas organossintéticos, o controle de pragas pela técnica de interrupção de acasalamento com feromônios sexuais sintéticos apresenta inúmeras vantagens, pois essas substâncias não apresentam toxicidade, não deixam resíduos nos frutos, têm seletividade aos inimigos naturais e causam reduzido risco de intoxicação às outras espécies.

As principais dificuldades para a difusão dessa tecnologia no Brasil são:

- Resultados inconsistentes que decorrem principalmente do alto nível de incidência populacional das pragas-alvo nos pomares;
- Maior custo desse método quando comparado com a pulverização de inseticidas sintéticos;

- Demanda por mão de obra especializada para a sua aplicação; e
- Necessidade de monitoramento mais intenso e sua especificidade de ação.

Além disso, a incidência de outros insetos-praga, incluindo a moscas-das-frutas e as lagartas pertencentes às famílias Noctuidae e Geometridae, para as quais ainda não existem produtos comerciais formulados com feromônios sexuais sintéticos, ainda torna necessária a aplicação de inseticidas nos pomares, que também atingem as pragas que poderiam ser manejadas com a técnica de interrupção de acasalamento.

A integração de técnicas de controle de pragas pela indução de resistência das plantas aos insetos, a implementação de práticas culturais de raleio de frutos, poda verde e o emprego de inseticidas, aliados ao emprego dos feromônios sexuais sintéticos, permitirá aos produtores controlar com eficácia algumas pragas da fruticultura de clima temperado, produzindo assim frutos com menor presença de resíduos de agrotóxicos e com reduzido impacto ambiental.

Em pequenos pomares, característicos das áreas cultivadas com ameixeiras e pessegueiros, existem limitações da aplicação da técnica de interrupção de acasalamento dos insetos devido à possível migração de fêmeas fecundadas em outras áreas. Por isso, o emprego de feromônios sexuais sintéticos como um dos métodos de controle de pragas ainda está sendo direcionado aos pomares maiores. No entanto, nada impede que em pequenos pomares, essa técnica seja empregada associada com outros métodos de controle de pragas.

REFERÊNCIAS

- AGOSTA, W.C. **Chemical communication**: the language of pheromones. New York: Scientific American Library, 1990. 179p.
- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos fitossanitários. Ministério da Agricultura pecuária e Abastecimento. **Informações sobre agrotóxicos e afins**. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 10 jan. 2013.
- ARIOLI, C.J. **Técnica de criação e controle de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) na cultura da macieira**. Pelotas, 2007. 100f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Pelotas.
- ARIOLI, C.J.; BOTTON, M. Avaliação da Técnica de interrupção de acasalamento no controle de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) na cultura da ameixeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 24., 2012, Curitiba. **Anais Web...** Disponível em: <http://www.cbe2012.com.br/_apps/anais_web/trabalhos_selecionar.php>. Acesso em: 19 nov. 2012.
- ARIOLI, C.J.; CARVALHO, G.A.; BOTTON, M. Monitoramento de *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera:Tortricidae) na Cultura do Pessegueiro com Feromônio Sexual Sintético. **BioAssay**, v.1, n.2, 2006. Disponível em: <<http://www.bioassay.org.br/bioassay/article/view/41>>. Acesso em: 14 jan. 2013.
- AUDEMARD, H.C. La confusion sexuelle des males: une nouvelle technique de lutte contre les lépidoptères nuisibles. **Phytoma**, n.413, p.26-32, 1989.
- BARTELL, R.J. Mechanisms of communication disruption by pheromone in the control of Lepidoptera: A review. **Physiological Entomology**, v.7, p.353-364, 1982.
- BENTO, J.M.S. Fundamentos do monitoramento, da coleta massal e do confundimento de insetos-praga. In: VILELA, E.F.; DELLA LUCIA, T.M.C. (Eds.). **Feromônios de insetos; biologia química e emprego no manejo de pragas**. 2.ed. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p.135-144.

BESTMANN, H.J.; VOSTROWSKY, O. Chemistry of insect pheromones. In: WEGLER, H.V.R. (Ed.). **Chemie der pflanzenchutz und Schadlingsbekämpfungsmittel**. Springer-Verlag: Berlin, 1981. 330p.

BISOGNIN, M.; ZANARDI, O.Z.; NAVA, D.E. et al. Burrknots as food source of larval development of *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) on apple trees. **Environmental Entomology**, v.41, n.4, pp.849-854, 2012.

BOTTON, M.; NAVA, D.E.; ARIOLI, C.J. et al. **Bioecologia, monitoramento e controle da mariposa-oriental na cultura do pessegueiro no Rio Grande do Sul**. Bento Gonçalves: Embrapa-CNPUV, 2011. 11p. (Embrapa-CNPUV. Circular técnica, 86).

BOTTON, M.; ARIOLI, C.J.; COLLETTA, V.D. **Monitoramento da mariposa-oriental *Grapholita molesta* (Busck, 1916) na cultura do pessegueiro**. Bento Gonçalves: Embrapa-CNPUV, 2001. 4p. (Embrapa-CNPUV. Comunicado Técnico, 38).

BOTTON, M.; KULCHESKI, F.; COLLETTA, V.D. et al. Avaliação do uso do feromônio de confundimento no controle da *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) em pomares de pessegueiro. **Idesia**, v.23, n.1, p.43-50, 2005.

BRASIL. **Cadeia produtiva de frutas**. Brasília: Mapa-SPA, 2007. 102p. (Mapa – SPA. Agronegócio, v.7).

BUTENANDT, A.; BECKMANN, R.; STAMM, D.; HECKER, E. Über den sexuallockstoff des seidenspinners *Bombyx mori*. Reindarstellung und Konstitution. **Z. Naturforsch.**, v.14b, pp.283-284, 1959.

CARDÉ, R.T. Principles of mating disruption. In: RIDGWAY, L.R.; SILVESTEIN, R.M.; INSCOE, M.N. (Eds.). **Behaviour-modifying chemicals for insect management**. New York: Marcel Decker, 1990. 780p.

CARDÉ, R.T.; MINKS, A.K. Control of moth pests by mating disruption: Successes and constraints. **Annual Review of Entomology**, v.40, pp.559-585, 1995.

CORACINI, M.D.A.; BONEZ, C.; KRUGER, L.R. et al. Utilização de confusão sexual para o controle de *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) em

pomares de pêsego. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., 2008, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, ago. 2008. CD-Rom.

DODO, S.; PEREIRA, W.S.P.; BELTRAN, A. Controle de lagartas na fruticultura com uso de methoxifenoze. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 3., 2000, Fraiburgo. **Anais...** Caçador, SC: Epagri, 2000. pp.113-117.

FAO/STAT. **Informações cronológicas de dados estatísticos sobre a alimentação e agricultura no mundo.** Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO). Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

FERREIRA, J.T.B.; ZARBIN, P.H.G. Amor ao Primeiro Odor – Comunicação química entre os insetos. **Química Nova na Escola**, n.7, pp.3-6,1998.

GASTON, L.K.; SHOREY, H.H.; SAARIO, C.A. Insect population control by the use of sex pheromones to inhibit orientation between sexes. **Nature**, v.213, p.155, 1967.

GIOLO, F.P.; GRUTZMACHER, A.D.; MANZONI, C.G. et al. Toxicidade de pesticidas utilizados na cultura do pessegueiro para estágios imaturos de *Trichogramma pretiosum* Roley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **BioAssay**, v.1, n.4, 2006. Disponível em: <<http://www.bioassay.org.br/bioassay/article/view/35>>. Acesso em: 14 jan. 2013.

GIOLO, F.P.; GRUTZMACHER, A.D.; MANZONI, C.G. et al. Toxicidade de agrotóxicos utilizados na cultura do pessegueiro sobre o parasitóide de ovos *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência Rural**, v.32, n.2, pp.308-314, 2007.

GORING, A.H.R.; PICANÇO, M.; MOURA, M.F.; BACCI, L. Seletividade de inseticidas, utilizados no controle de *Grapholita molesta* (Busch) (Lepidoptera: Olethreutidae) em pêsego a Vespidae predadores. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.28, n.2, p.301-306, 1999.

HARTER, W.R; GRUTZMACHER, A.D.; NAVA, D.E. et al. Isca tóxica e disrupção sexual no controle da mosca-da-fruta sul-americana e da mariposa-oriental em pessegueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, pp. 229-235, 2010.

HENRY, M.; BÉGUIN, M.; REQUIER, F. et al. A Common Pesticide Decreases Foraging Success and Survival in Honey Bees. **Science**, v.336, pp.348-350, 2012.

HOWSE, P.E.; STEVENS, I.D.R.; JONES, O.T. **Insect pheromones and their use in pest management**. London: Chapman and Hall, 1998. 370p.

HICKEL, E.R.; RIBEIRO, L.G.; SANTOS, J.P. dos. **A mariposa-oriental nos pomares catarinenses: ocorrência, monitoramento e manejo integrado**. Florianópolis: Epagri, 2007. 32p. (Epagri. Boletim Técnico, 139).

HUMMEL, H.E.; GASTON, L.K.; SHOREY, H.H. et al. Clarification of the chemical status of the pink bollworm pheromone. **Science**, v.181, pp. 893-895, 1973.

IL'ICHEV, A.L.; HOSSAIN, M.S.; JERIE, P.G. Application of wide area mating disruption for control of oriental fruit moth *Grapholita molesta* Busck (Lepidoptera: Tortricidae) migration in Victoria, Australia. **Bulletin IOBC/ WPRS**, v.22, n.9, pp.95-104, 1999.

IL'ICHEV, A.L. Area-wide mating disruption for improved control of oriental fruit moth *Grapholita molesta* in Victoria, Australia. **Bulletin IOBC/ WPRS**, v.25, n.9, pp.27-38, 2002.

IL'ICHEV, A.L.; WILLIAMS, D.G.; MILNER, A.D. Mating disruption barriers in pome fruit for improved control of oriental fruit moth *Grapholita molesta* Busck (Lep., Tortricidae) in stone fruit under mating disruption. **Journal of Applied Entomology**, v.128, p.126-132, 2004.

KARLSON, P.; LUSCHER, M. Pheromones, a new term for a class of biologically active substances. **Nature**, v.183, p.55-56, 1959.

KOVALESKI, A. Principais pragas de fruteiras temperadas – monitoramento e controle. In: FERNANDES, O.A.; CORREIA, A. do C.B.; BORTOLI, S.A. de (Orgs.). **Manejo Integrado de Pragas e Nematóides**. v.2. Jaboticabal: Funep, 1992. pp.271-285.

KOVALESKI, A. Aplicação de feromônios em fruteiras temperadas no Brasil: de armadilhas com fêmeas virgens ao uso em programa de erradicação.

In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECOLOGIA QUÍMICA, 4., 2005, Piracicaba.

Resumos... Piracicaba, 2005.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L.G. **Manejo de pragas na produção integrada de maçãs**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2002. 8p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 34).

KOVANCI, O.B.; WALGENBACH, J.F.; KENNEDY, G.G. Evaluation of extended-season mating disruption of the Oriental fruit moth *Grapholita* (Busck) (Lep., Tortricidae) in apples. **Journal of Applied Entomology**, v.128, n.9-10, pp.664-669, 2004.

KOVANCI, O.B.; WALGENBACH, J.F.; KENNEDY, G.G.; SCHAL, C. Effects of application rate and interval on the efficacy of sprayable pheromone for mating disruption of the oriental fruit moth *Grapholita molesta*.

Phytoparasitica, v.33, n.4, pp.334-342, 2005.

LIMA, E.R.; DELLA LUCIA, T.M.C. Biodinâmica dos feromônios. In: VILELA, E.F.; DELLA LUCIA, T.M.C. (Eds.). **Feromônios de Insetos: Biologia, química e aplicação**. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2001. pp.13-26.

LINN, C.E.; CAMPBELL, M.G.; ROELOFS, W.F. Pheromone components and active spaces: what do moths smell and where do they smell it? **Science**, v.237, pp.650-652, 1987.

MAFRA-NETO, A.; HABIB, M.E.M. Evidence that mass trapping suppresses pink bollworm in cotton fields. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.81, pp.315-323, 1996.

MAFRA-NETO, A. **Effects of the structure and composition of pheromone plumes on the response of the male almond moth, *Cadra cautella***. 1993. 242f. PhD Thesis, University of Massachusetts, Amherst.

MAFRA-NETO, A.; ARIOLI, C.J.; BORGES, R. Feromônios. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, Pelotas, v. 7, n.47, pp.2-7, 2007-2008. (Caderno técnico).

MAFRA-NETO, A.; CARDÉ, R.T. Dissection of the pheromone-modulated flight of moths using single-pulse response as a template. **Experientia**, v.52, pp.373-379, 1996.

- MEISSNER, H.E.; WALGENBACH, J.F.; KENNEDY, G.G. Effects of mating disruption and conventional pesticide treatments on populations of the tufted apple bud moth, *Platynota idaeusalis*, in North Carolina apple orchards. **Crop Protection**, v.20, pp.373-378, 2001.
- MILLER, J.R.; GUT, L.J.; DE LAME, F.M. ; STELINSKI, L.L. Differentiation of competitive vs. non-competitive mechanisms mediating disruption of moth sexual communication by point sources of sex pheromone (Part 1): Theory. **Journal of Chemical Ecology**, v.32, pp.2089-2111, 2006a.
- MILLER, J.R.; GUT, L.J.; DE LAME F.M.; STELINSKI, L.L. Differentiation of competitive vs. non-competitive mechanisms mediating disruption of moth sexual communication by point sources of sex pheromone (Part 2): Case studies. **Journal of Chemical Ecology**, v.32, pp. 2115-2143, 2006b.
- MILLER, J.R.; MCGHEE, P.S.; SIEGERT, P.Y. et al. General principles of attraction and competitive attraction as revealed by large-cage studies of moths responding to sex pheromone. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.107, pp.22-27, 2010.
- MINKS, A.K.; CARDÉ, R.T. Disruption of pheromone communication in moths is the natural blend really most efficacious. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.49, pp. 25-36, 1988.
- MOLINARI, F. Criteri per l'applicazione del metodo della confusione nella difesa del pesco. **Notiziario sulla protezione delle piante**, v.14, pp.165-169, 2002.
- MOLINARI, F.; CRAVEDI, P. I feromone dei lepidotteri nella difesa delle colture. **L'Informatore Agrário**, v.56, n.16, pp.67-69, 2000.
- MONTEIRO, L.B.; SOUZA, A.; BELLI, L. Confusão sexual para o controle de *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) em pomares de macieira, em Fraiburgo (SC), Brasil. **Bragantia**, v.67, n.1, pp.191-196, 2008.
- PASTORI, P.L.; ARIOLI, C.J.; BOTTON, M. et al. Avaliação da técnica de interrupção sexual utilizando emissores SPLAT visando ao controle de *Bonagota salubricola* (Meyrick) e *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) na pré-colheita de maçãs da cultivar Fuji. **BioAssay**, Piracicaba, v.3, pp.1-8, 2008.

PASTORI, P.L.; ARIOLI, C.J.; BOTTON, M. et al. Integrated control of two tortricid (Lepidoptera) pests in apple orchards with sex pheromones and insecticides. **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, v.38, n.2, pp.224-230, 2012.

PHEROLIST. Mistra; IOBC Working Group “Pheromones and Other Semiochemicals in Integrated Production”. Fornece informações sobre feromônios e outros atrativos químicos para insetos. Disponível em: <<http://www.pherolist.slu.se/pherolist.php>>. Acesso em: 20 abr. 2011.

RAMA, F.; REGGIORI, F.; PRATIZZOLI, W. Timed mating disruption: a new pheromone-dispensing device for the protection of orchards from *Cydia pomonella*, *C. molesta* and leafrollers. In: **Pheromones and other semiochemicals in Integrated Production**. IOBC/WPRS Working Group, Erice (Trapani), pp.22-27, set. 2002. Disponível em: <www.phero.net/iobc/sicily/proceedings/rama.pdf>.

RIBEIRO, L.G. Avaliação do feromônio Splat Grafo no controle de *Grapholita molesta* na cultura da macieira. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 11., 2009, Fraiburgo, SC. **Anais...** Caçador, SC: Epagri, 2009. v.2.

RINGENBERG, R. **Biologia comparada em dieta artificial, exigências térmicas e avaliação do feromônio sexual sintético de *Cryptoblabes gnidiella* (Millière, 1867) (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura da videira**. 2004. 43f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

ROCHA, M.C.L.S.A. **Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil: proposta metodológica de acompanhamento**. Brasília: Ibama, 2012. 81p.

ROTHSCHILD, G.H.L. Mating disruption of lepidopterous pest: Current status and future prospects. In: MITCHELL, E.R. (Ed.). **Management of insect pests with semiochemicals: concepts and practice**. Plenum: New York, 1981. pp.201-228.

SALLES, L.A.B. de; MARINI, L.H. Avaliação de uma formulação de confundimento no controle de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.18, n.2, pp.329-336, 1989.

SANDER, C.J. Mechanisms of mating disruption in moths. In: MINKS, A.K.; CARDÉ, R.T. (Eds.). **Insect pheromone research: New directions**. New York: Chapman and Hall, 1996. pp.333-346.

SANTANA, J.E. **Flutuação populacional de adultos de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) e índice de danos em pomar de macieira com uso de feromônio sexual para controle**. 2012. 42f. Monografia (pós-graduação *lato sensu*) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

TRIMBLE, R.M.; PREE, D.J.; CARTER, N.J. Integrated control of oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) in peach orchards using insecticide and mating disruption. **Journal of Economic Entomology**, v.94, n.2, pp.476-485, 2001.

VILELA, E.F.; DELLA LÚCIA, T.M.C. Introdução aos semioquímicos e terminologia. In: VILELA, E.F.; DELLA LÚCIA, T.M.C. (Eds.). **Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. pp.9-12.

WALL, C. Principles of monitoring. In: RINDGAWAY, R.L.; SILVERSTEIN, R.M.; INSCOE, M.N. **Behavior-modifying chemicals for insect management**. New York: Marcel Dekker, 1990. pp.417-436.

WITZGALL, P. Pheromones – future techniques for insect control? In: **Pheromones for Insect Control in Orchards and Vineyards**. IOBC/WPRS Working Group, Hohenheim, 2001. pp.114-122. Disponível em: <<http://phero.net/iobc/hohenheim/bulletin/witzgall.pdf>>.

ANEXO

Dados referentes à Figura 6						Dados referentes à Figura 7					
Armadilha						Armadilha					
Data	1	2	3	4	Média	Data	1	2	3	4	Média
13/8	4	3	5	6	4,5	13/8	5	3	6	9	5,75
20/8	10	8	12	15	11,3	20/8	20	14	12	11	14,3
27/8	20	17	19	25	20,3	27/8	20	17	19	25	20,3
3/9	46	50	74	38	52	3/9	55	60	47	45	51,8
10/9	354	126	90	464	259	10/9	354	240	100	359	263
17/9	430	191	197	489	327	17/9	395	305	242	503	361
24/9	260	180	212	193	211	24/9	260	180	212	193	211
1/10	124	195	190	158	167	1/10	204	189	194	187	194
8/10	184	101	158	133	144	8/10	197	201	148	155	175
15/10	69	152	146	81	112	15/10	72	145	152	80	112
22/10	74	70	121	127	98	22/10	74	70	121	127	98
29/10	52	78	87	80	74,3	29/10	52	65	90	79	71,5
5/11	5	22	40	15	20,5	5/11	5	15	35	20	18,8
12/11	12	9	4	6	7,75	12/11	11	12	7	9	9,75
19/11	4	10	7	2	5,75	19/11	5	10	9	4	7
26/11	0	0	0	0	0	26/11	0	0	0	0	0
3/12	0	0	0	0	0	3/12	0	0	0	0	0
10/12	0	0	0	0	0	10/12	0	0	0	0	0
17/12	0	0	0	0	0	17/12	4	1	0	0	1,25
24/12	0	0	0	0	0	24/12	0	0	0	0	0
31/12	0	0	0	0	0	31/12	3	3	10	1	4,25
7/1	0	0	0	0	0	7/1	5	2	1	10	4,5
14/1	0	0	0	0	0	14/1	0	0	0	1	0,25
21/1	0	0	0	0	0	21/1	2	7	7	5	5,25
28/1	0	0	0	0	0	28/1	5	3	1	4	3,25
4/2	0	0	0	0	0	4/2	6	9	2	5	5,5
11/2	0	0	0	0	0	11/2	0	0	3	0	0,75
18/2	0	0	0	0	0	18/2	0	0	0	0	0

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1. Sequência comportamental manifestada por machos da Ordem Lepidoptera após captarem a presença de feromônio sexual (Adaptado de Audemard, 1989)	15
Figura 2. Armadilha Delta com piso adesivo iscada com feromônio sexual sintético, formulado em septo de borracha. Modelo recomendado para o monitoramento de lepidópteros como a mariposa-oriental e a traça-dos-cachos da videira	19
Figura 3. Liberadores de feromônio sexual sintético disponíveis no mercado mundial: (A) Liberador marca Isomate®; (B) marca Cetrol®; (C) Biolita®; (D) Cidetrol®; (E) CheckMate®; (F) CheckMate Puffer®; (G) Ecodan®; (H) Splat®	31
Figura 4. Desenho esquemático do sistema para aplicar feromônio sexual sintético pelo método de confusão temporizada por implante fixo, no qual o feromônio líquido é distribuído, em tempo programado por um fio que percorre o pomar	32
Figura 5. Formulação de feromônio sexual sintético marca Exosex®, para a qual os machos são atraídos (A) e se contaminam com feromônio sexual misturado ao pó eletrostático presente no piso da mesma (B), o qual se impregna ao corpo dos insetos, sendo distribuído pela área. Fonte: Empresa CReSO S.C.a r.l. – Cuneo, Itália	34

Figura 6. Acompanhamento do número médio semanal de machos de <i>Grapholita molesta</i> capturados em armadilhas de monitoramento instaladas em pomar comercial de macieiras, demonstrando boa eficácia na interrupção de acasalamento pela ausência de machos capturados após a aplicação de feromônio sexual	40
Figura 7. Acompanhamento do número médio semanal de machos de <i>Grapholita molesta</i> capturados em armadilhas de monitoramento instaladas em pomar comercial de macieiras, demonstrando baixa eficácia da interrupção de acasalamento pelo significativo número de machos capturados após a aplicação de feromônio sexual	41
Tabela 1. Formulações de feromônios sexuais sintéticos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (Mapa) para o monitoramento de lepidópteros-praga na fruticultura de clima temperado no Brasil (Agrofit, 2013)	18
Tabela 2. Estimativa mundial de área com utilização da técnica de interrupção de acasalamento para controle de lepidópteros-praga de fruteiras de clima temperado	22
Tabela 3. Características de produtos comerciais para a interrupção de acasalamento de insetos-praga das fruteiras de clima temperado	27