

COMPORTAMENTO DE ACASALAMENTO DE *SCROBIPALPULA ABSOLUTA* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)¹

EDUARDO RODRIGUES HICKEL², EVALDO FERREIRA VILELA,
JOSÉ OSCAR GOMES DE LIMA e TEREZINHA MARIA CASTRO DELLA LUCIA³

RESUMO - O comportamento de acasalamento da traça-do-tomateiro, (*Scrobipalpula absoluta*, Meyrick 1917, Lepidoptera: Gelechiidae), foi analisado através de bioensaios em gaiolas acrílicas e túnel de vento. A seqüência do comportamento de acasalamento é comum ao grupo Gelechiidae. As atividades a longa distância da fonte de feromônio mais características e componentes do comportamento de procura foram: a parada do macho com antenas em V; o vôo excitado e o caminhar batendo asas. O encontro da fêmea caracterizou a mudança para atividades a curta distância da fonte de feromônio (comportamento de corte). O comportamento de corte foi caracterizado pelo posicionamento do macho ao lado da fêmea e encurvamento de seu abdome na tentativa de cópula. Extratos de feromônio sexual feitos com ovipositores extirpados, provocaram as mesmas respostas comportamentais que fêmeas virgens provocam, e podem ser usados em modelos de armadilhas adesivas como atrativo. Os modelos devem permitir o livre acesso e pouso dos insetos próximo ao dispositivo liberador de feromônio sexual.

Termos para indexação: feromônio sexual, atrativo sexual, armadilha, comportamento de procura, comportamento de corte.

MATING BEHAVIOR OF THE TOMATO LEAFMINER *SCROBIPALPULA ABSOLUTA* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)

ABSTRACT - Mating behavior of the tomato leafminer, *Scrobipalpula absoluta*, Meyrick 1917, Lepidoptera: Gelechiidae, was observed in plastic box and wind tunnel experiments. The sequence of mating behavior can be divided into two phases: long-range female location and short-range courtship. Long-range location includes those components of the search behavior (quiescence, quiescence with antennal V, flying, and walking while wing fanning) that lead to the arrival of the males in the vicinity of females. Close-range courtship includes those components of the copulatory behavior (contact with female, copulation attempt and copulation) that coordinate the interaction of both sexes. The process of searching by walking while wing fanning was essential for effective finding of female and was characterized by rapid and frequent turning near pheromone source. Sex pheromone extracts made from excised ovipositors elicited responses indistinguishable from those to calling females and can be used in sticky traps as pheromone source.

Index terms: sex pheromone, sex attractant, trap, search behavior, courtship.

INTRODUÇÃO

A traça-do-tomateiro, *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae), tornou-se nos últimos anos a mais séria

praga do tomateiro. Seu ataque aos ponteiros, folhas e frutos tornam praticamente improdutivas as plantas infestadas. A inexistência de um método simples e eficiente para monitoramento e previsão do ataque desta praga obriga os produtores a adotarem um rigoroso esquema de tratamento químico da cultura.

A utilização de feromônio sexual em armadilhas adesivas tem sido eficiente no monitoramento de diversas pragas (Vilela 1988). Pragas importantes como *Pectinophora gossypiella* (lagarta-rosada-do-algodoeiro), *Phtho-*

¹ Aceito para publicação em 28 de novembro de 1990. Extraído da dissertação de Mestrado do primeiro autor, defendida na Univ. Fed. de Viçosa, MG.

² Eng. - Agr., M.Sc., Entomologia/EMPASC - Est. Exper. de Videira. Caixa Postal 21, CEP 89560 Videira, SC.

³ Eng. - Agr., Prof. - Adjunto/UFV-DBA, CEP 36570 Viçosa, MG. Bolsista do CNPq.

rimaea operculella (traça-da-batatinha), *Keiferia lycopersicella* (larva alfinete do tomateiro) e *Anarsia lineatella* (broca-do-ponteiro-do-pessegueiro), todas integrantes da família Gelechiidae, podem ter suas populações amostradas através de tais armadilhas (Lingren et al. 1980, Ono & Orita 1986, Wyman 1979, Hathaway 1981).

Para o desenvolvimento destas armadilhas, é necessária uma série de estudos que compreende a verificação da existência da comunicação feromonal em populações naturais, até a identificação, síntese e teste dos componentes do feromônio (Lingren et al. 1980). Etapas intermediárias, envolvendo estudos comportamentais, permitem caracterizar o sistema de comunicação da espécie-praga, e assim, aferir o projeto e desempenho das armadilhas quando instaladas no campo. Variáveis como: tamanho, cor e forma das armadilhas, orifício de entrada, altura do solo, local de instalação, formulação, proporção dos componentes e dosagem do feromônio podem ser determinadas ou corrigidas através do conhecimento do comportamento dos insetos (Shorey 1977, Campion 1984, Toth 1985, Webster et al. 1986). Shorey (1977) ressalta, inclusive, que o modelo de uma armadilha efetiva será aquele no qual o inseto expressando seu comportamento normal, entre livremente e seja capturado.

Este estudo foi realizado porque nada se publicou ainda sobre o comportamento de acasalamento de *S. absoluta*, e o entendimento deste comportamento é importante para o desenvolvimento de uma armadilha à base de feromônio sexual, para futuros programas de monitoramento da praga.

MATERIAL E MÉTODOS

Insetos adultos coletados no município de Viçosa, MG, foram liberados em casa de vegetação telada, na Universidade Federal de Viçosa, para a infestação natural de tomateiros, cultivar Santa Cruz Kada - AG-373. Manteve-se assim, uma população estoque para a realização dos bioensaios.

Para os estudos de laboratório, foram coletadas pupas em folhas secas dos tomateiros da casa de vegetação telada. Estas pupas foram sexadas segundo o método preconizado por Coelho & França (1987), acondicionadas em placas-de-petri e mantidas à temperatura de $25^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 14 horas de luz e 10 horas de escuro (14L/10E).

O comportamento de acasalamento de *S. absoluta*, que engloba basicamente as respostas dos machos ao chamamento das fêmeas virgens, foi verificado através de observações diretas de casais e através de filmagens em túnel de vento. Optou-se por estes dois procedimentos, pois as observações diretas de casais se prestam melhor à quantificação das respostas para a composição de etogramas, enquanto as filmagens em videocassete permitem um melhor detalhamento das atividades executadas (Calhoun 1975, Kisiel 1975, Lehner 1979).

Observações diretas de casais

Neste ensaio foi utilizada uma gaiola de acrílico transparente (250 x 200 x 200 mm), tendo em duas faces laterais, perfurações circulares (25 mm \emptyset). Estas perfurações receberam tampões móveis de tela, para permitir a circulação de ar forçado dentro da gaiola.

Foram utilizadas 100 fêmeas virgens de um a seis dias de idade e 100 machos de até quatro dias de idade. Cada conjunto de observação diária constitui-se de quinze fêmeas e dez machos. As quinze fêmeas foram postas na gaiola de acrílico um dia antes do ensaio. Assim que se constatava um chamamento no período claro seguinte, os machos eram liberados um a um na gaiola, através da perfuração exaustora, e anotado seu comportamento. A liberação de um macho subsequente a outro só ocorreu quando o primeiro estava em cópula. Este procedimento foi embasado na metodologia utilizada por Ono (1985a) para observação do "comportamento de procura" dos machos de *P. operculella*.

Antes dos ensaios os insetos emergidos foram mantidos em grupos de cinco, em gaiolas circulares (88 mm \emptyset x 40 mm de largura), sob $25^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 14L/10E e alimentados com solução de mel a 10%. Machos e fêmeas foram mantidos em salas separadas para evitar que a habituação do sistema sensorial interferisse no comportamento dos machos (Bartell 1977).

Filmagem em túnel de vento

As filmagens foram realizadas na sala do túnel de vento do Insetário da Universidade Federal de Vi-

çosa, sempre nas três primeiras horas do período claro. Foi utilizada uma câmera PVK 1000 Philco-Hitachi, acoplada a um videocassete PVC 2000 de mesma marca.

O túnel de vento utilizado tinha 3,0 m de comprimento por 0,6 m de diâmetro, inflado com ventilador de velocidade controlada. A velocidade do ar dentro do túnel foi mantida em torno de 0,2 m/s. O ponto de liberação dos machos foi estabelecido a 2,5 m da entrada de ar e os pontos de liberação do feromônio a 0,5 m e 1,5 m da entrada de ar.

O feromônio foi proveniente de fêmeas virgens ou de extratos de glândulas de fêmeas virgens em diclorometano, de 25 equivalentes fêmea/ml (EF), ou seja, 25 extremidades de abdomens de fêmeas por ml de solvente, obtidos segundo o método descrito por Brown et al. (1988).

Numa primeira etapa, foi filmado o comportamento de resposta dos machos a fêmeas mortas, coladas na postura de chamamento em papel de filtro. A simulação de uma fêmea chamando foi completada pingando-se três gotas de extrato 25 EF sobre ela e no papel, semelhante ao método utilizado por Ono (1985b). Vinte e cinco machos foram liberados no túnel, e a câmera posicionada a 15 mm da fêmea morta (modo MACRO). Estas filmagens foram utilizadas para a descrição detalhada do comportamento de corte e para montagem de uma edição em vídeo deste comportamento. Para efeito de análise, foram também testados pedaços de papel de filtro apenas impregnados com o extrato 25 EF e pedaços de papel de filtro apenas com fêmea morta colada na postura de chamamento.

Noutra etapa, foi filmado o comportamento de resposta dos machos a fêmeas virgens e a extratos de glândulas de fêmeas virgens. Para tal, foram utilizadas plataformas de pouso verticais (140 x 90 mm) sustentadas por uma base quadrangular. Oito aletas triangulares cortadas na plataforma permitiram, quando abertas, a fixação de uma gaiola circular (50 mm ϕ x 30 mm largura) com quatro fêmeas virgens; ou, quando fechadas, a fixação de um chumaço de algodão embebido em extrato de 4 EF. Vinte e cinco machos foram liberados no túnel e a câmera foi posicionada a 2,0 m da plataforma. O recurso de ampliação ZOOM foi utilizado para deixar a plataforma ocupando mais de 95% da área de vídeo. Estas filmagens foram utilizadas para comparar as respostas dos machos a fêmeas virgens e a extratos de glândulas de fêmeas virgens. Foram quantificados os seguintes parâmetros: a) número de pousos ou visitas; b) número de machos demonstrando excitamen-

to; c) número de machos que entraram num círculo de raio de 25 mm a partir da fonte de feromônio; d) número de reentradas neste círculo; e) número de machos que entraram em contato com a fonte.

RESULTADOS

Comportamento de acasalamento

As observações diretas dos casais, juntamente com a análise das filmagens das respostas dos machos a fêmeas e extratos, permitiram a elaboração do etograma do comportamento de acasalamento (Fig. 1).

Complexo comportamental "Macho-Procura"

Denominou-se de "macho-procura" toda aquela atividade do macho que, a partir do estado de repouso, o leva ao encontro da fêmea. Traduz um estado de excitação provocado pela percepção do feromônio e envolve três atividades bem características, descritas a seguir:

a. **Macho parado com antenas em V** - O macho pousado cessa seu movimento, eleva a cabeça e mantém as antenas erguidas, formando um V. Este comportamento é expressado geralmente no início da procura ou após um período prolongado de intenso excitação.

b. **Macho voa excitado** - O voo excitado é perfeitamente diferenciável do voo normal. O voo excitado é lento e em zigue-zague e nos testes em túnel de vento foi sempre em direção contrária ao deslocamento do ar.

As distâncias percorridas em voo excitado são bem maiores que aquelas percorridas em voo normal, que geralmente é rápido e em linha reta.

c. **Macho caminha batendo asas** - Caracteriza aquele macho que bate as asas freneticamente, enquanto caminha em zigue-zague e giros. Este comportamento foi considerado como estado de excitação máximo. É demonstrado sempre nas proximidades da fêmea em postura de chamamento, e na maioria dos casos leva o macho a encontrá-la.

Foi comum observar machos demonstrando este comportamento em locais onde havia permanecido uma fêmea em postura de chamamento.

Item comportamental - Macho encontra fêmea

“Macho encontra fêmea” caracteriza o toque físico do macho à mesma, quer em postura

de chamamento, quer aparentemente não. Nas condições de observação, foi muito comum machos encontrarem fêmeas que, aparentemente, não estavam na postura de chamamento.

O encontro da fêmea em postura de chamamento sempre leva à tentativa de cópula, já quando o encontro é de uma fêmea aparentemente fora da postura de chamamento, podem se suceder dois tipos de atitudes: a) a tentativa

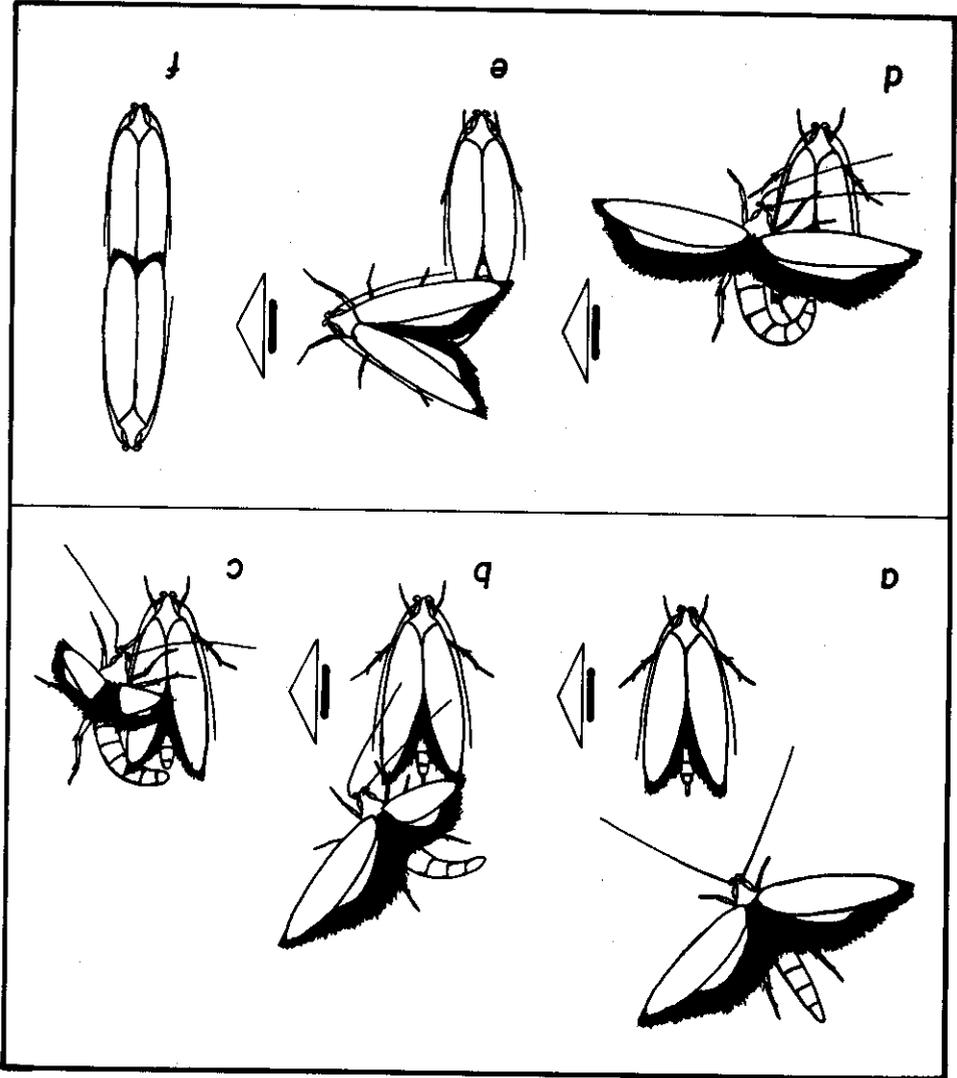


FIG. 1. Histograma do comportamento de acasalamento de machos de *S. absoluta* em resposta ao chamamento das fêmeas virgens. Entre parênteses o número de indivíduos observados.

frustrada de cópula; a fêmea caminha não permitindo o acoplamento com o macho; b) macho caminha batendo asas; a fêmea caminha afastando-se do macho e este a segue ou permanece fazendo giros, caminhando e batendo asas freneticamente.

Item comportamental - Macho tenta a cópula

Após o contato físico com a fêmea o macho posiciona-se lateralmente a ela. Três ou duas de suas pernas são postas no dorso da fêmea (tórax e asas). Ocorre um encurvamento anterior do abdome do macho na tentativa de tocar a extremidade do abdome da fêmea. Uma vez alcançada a fêmea e feito o acoplamento, o macho gira o corpo e fica em sentido contrário à fêmea (Fig. 2).

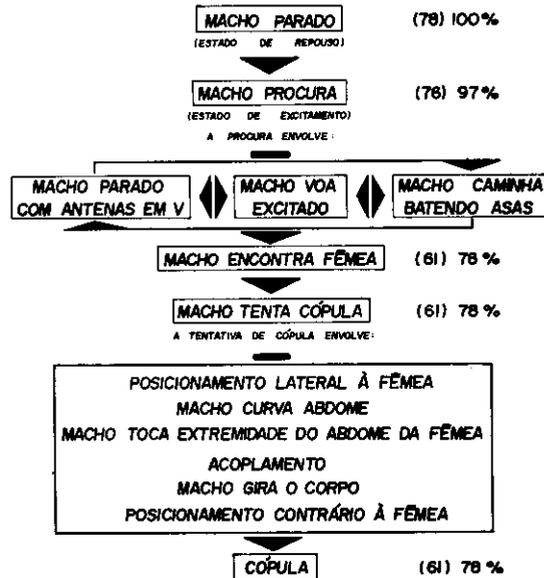


FIG. 2. Comportamento de corte dos machos de *S. absoluta* em resposta ao chamamento das fêmeas virgens. a) Macho caminha batendo asas; b) Macho encontra a fêmea; c) Macho posiciona-se lateralmente à fêmea e curva o abdome; d) Macho toca a extremidade do abdome da fêmea e acopla; e) Macho gira o corpo; f) Macho posiciona-se contrário à fêmea.

O macho permanece batendo asas durante todo este processo, só cessando o batimento quando efetua o acoplamento. O encurvamento do abdome do macho não ocorre apenas quando ele está ao lado da fêmea e com as pernas sobre seu corpo. No entanto, o acoplamento só ocorre se este estiver nesta posição.

Na tentativa frustrada de cópula o macho falha em tocar a extremidade do abdome da fêmea, e, conseqüentemente, em acoplar. Caso o macho tenha abordado a fêmea na postura de chamamento, a tentativa frustrada de cópula é seguida por outras tentativas até que se realize o acoplamento. No entanto, se o macho abordou uma fêmea aparentemente fora da postura de chamamento, a tentativa frustrada de cópula é sucedida pelo comportamento do macho em caminhar batendo asas.

Item comportamental - Cópula

Último estágio da seqüência comportamental de resposta dos machos ao chamamento das fêmeas virgens. A cópula é caracterizada pelo macho ao permanecer acoplado à fêmea em posição diametralmente oposta a ela. O casal em cópula permanece imóvel, só se movendo quando molestado.

Comparação das respostas a fêmeas virgens e a extratos

Qualitativamente não houve diferença nas respostas provocadas tanto por fêmeas virgens como por extratos. Ambas foram capazes de levar os machos às plataformas de pouso e fazê-los encontrar a fonte de feromônio.

Quantitativamente, os extratos tiveram maior poder de atração de machos às plataformas (Tabela 1).

DISCUSSÃO

Comportamento de acasalamento

A liberação de feromônio sexual (chamamento) por uma fêmea de determinada espécie, provoca nos machos conspecíficos uma seqüência hierárquica de comportamentos. Estas

seqüências comportamentais geralmente envolvem atividades distintas para cada espécie, mas que podem ser subdivididas em (Richard 1974, Shrey 1976, Bartell 1977, Roelofs & Cardé 1977): a) respostas a longa distância da fonte; b) respostas a curta distância da fonte.

As respostas a longa distância da fonte de feromônio são geralmente denominadas de procura ou comportamento de procura. Machos de *S. absoluta* demonstraram comportamento de procura quando longe da fonte de feromônio, caracterizado por três atividades marcantes: a parada com antenas em V, o vôo excitado e o caminhar batendo asas.

O tempo dispendido pelo macho a procura da fêmea foi extremamente variável. Alguns machos encontraram a fêmea em questão de segundos. Outros permaneceram a procura por vários minutos. Foi verificado que o estado de excitação dos machos decrescia à medida que estes permaneciam mais tempo a procura da fêmea. Passavam a ser demonstradas atividades como caminhar, vôo e paradas normais, que não traduzem estado de excitação quando comparadas com caminhar batendo asas, vôo excitado e paradas com antenas em V. A habituação do sistema sensorial, prova-

velmente, é a maior responsável pela redução do excitação dos machos (Bartell 1977).

Ono (1985b) alerta que alguns resultados obtidos para fêmeas de *P. operculella*, como duração da procura, vôo de procura e outros, podem ser atípicos devido às condições de observação em gaiolas utilizadas por ele. Este autor não subdividiu o comportamento de acasalamento de machos de *P. operculella* em respostas a longa distância e respostas a curta distância da fonte. Em outro estudo (Ono 1985a) esta divisão foi feita. O autor considerou como respostas de longa distância o vôo intermitente em direção à fonte e o caminhar batendo asas à procura da fonte.

O etograma do comportamento de acasalamento de machos de *P. operculella* demonstrado por Ono (1985b) envolve duas atividades que não foram comuns para machos de *S. absoluta*: a limpeza de antenas e a exposição de tufo de pelos. As demais atividades são semelhantes àquelas observadas em machos de *S. absoluta*.

As respostas a curta distância da fonte de feromônio, que envolvem basicamente o comportamento de corte e cópula, foram tomadas a partir do contato físico do macho com a fêmea (Macho Encontra Fêmea), estando o macho em orientação para a fonte de feromônio (comportamento de procura).

Segundo Richard (1974) o comportamento de corte consiste de atividades básicas como locomoção e imobilização concomitantemente à vibração de antenas e asas, as quais não apenas proporcionam estimulação visual, mas também desempenham um importante componente tátil. Estas atividades comportamentais levam finalmente ao ponto no qual haverá contato entre os órgãos genitais dos parceiros. A probabilidade de este contato ocorrer, fica então, na dependência da preparação dos indivíduos para a cópula, e pode ser facilitada por posturas abdominais específicas.

Algum componente visual ou tátil, deve desempenhar importante papel como pista ou estímulo para a expressão do comportamento de corte em machos de *S. absoluta*. Isto, porque quando na presença de pedaços de papel de

TABELA 1. Número de machos respondendo a fêmeas virgens e a extratos de glândulas de fêmeas virgens, em 15 minutos de filmagem em túnel de vento.

Atividade	Número de machos	
	♀ Virgens	Extratos
Pouso	51	83
Excitamento ¹	32	63
Entrada no círculo	28	43
Reentrada no círculo	15	10
Contato com a fonte	28 ²	34

¹ Caminhar batendo asas.

² Para fêmeas virgens o número de machos que entraram no círculo foi tomado como contato com a fonte.

filtro tratados apenas com extrato de glândula, os machos não demonstraram comportamento de corte (Macho Tenta a Cópula), embora demonstrassem toda a atividade de procura da fonte. Quando na presença de pedaços de papel de filtro com fêmea morta colada na postura de chamamento, mais extrato de glândula, após o contato físico com a fêmea, os machos demonstraram comportamento de corte, com sucessivas tentativas de cópula.

Ono (1979) verificou fenômeno semelhante para machos de *P. operculella*, onde não houve expressão do comportamento de corte em pedaços de papel de filtro apenas tratados com extrato de glândulas. Quando na presença de espécimes adultos mortos em postura de chamamento, modelos em papel simulando tais espécimes ou áreas com escamas, todos tratados com extrato de glândulas de fêmeas virgens, houve expressão do comportamento de corte.

Cabe ressaltar que apenas fêmeas mortas, coladas na postura de chamamento em papel de filtro, não foram capazes de desencadear qualquer comportamento de procura ou corte em machos de *S. absoluta*. O extrato de glândulas foi essencial para que as seqüências comportamentais fossem demonstradas.

As atividades de procura, corte e cópula demonstradas pelos machos de *S. absoluta* são semelhantes àquelas observadas por Colwell et al. (1978) para *P. gossypiella*; por Keys & Mills (1968) para *Sitotroga cerealella*; por Ono (1979, 1985a, 1985b) para *P. operculella* e por McLaughlin et al. (1979) para *K. lycopersicella*; todos microlepidópteros da família Gelechiidae. Isto mostra que estas atividades são comuns ao grupo, principalmente o caminhar batendo asas e o posicionamento lateral à fêmea com encurvamento anterior do abdome, na tentativa de cópula.

Comparação das respostas a fêmeas virgens e a extratos

Os extratos de glândulas de fêmeas virgens foram capazes de provocar as mesmas respostas comportamentais que as fêmeas virgens aprisionadas em gaiolas. Isto, além de signifi-

car que o procedimento de extração do(s) componente(s) do feromônio sexual foi eficiente, permite afirmar que a glândula de feromônio encontra-se na extremidade do abdome da fêmea, provavelmente numa estrutura eversível protraída durante os períodos de chamamento.

Extratos de glândulas, obtidos a partir de extremidades de abdome de fêmeas virgens conspecíficas, provocaram respostas em machos de *P. gossypiella*, segundo Ouye & Butt (1962) e Berger et al. (1964), *P. operculella*, segundo Addesan et al. (1969) e Ono (1979); *S. cerealella*, segundo Keys & Mills (1968); *K. lycopersicella*, segundo McLaughlin et al. (1979) e *A. lineatella*, segundo Roelofs et al. (1975).

O maior poder de atração de machos verificado para os extratos, com certeza se deve à maior concentração de feromônio liberado nos testes. Embora houvesse quatro fêmeas virgens nas gaiolas (teoricamente o equivalente ao extrato de 4EF utilizado nas plataformas), nem todas elas demonstraram chamamento ao mesmo tempo.

Dentre os parâmetros quantificados, o número de pousos nas plataformas (Tabela 1) é o que traduz maior significado prático, pois representa o número de insetos atraídos e passíveis de serem capturados. Uma vez que o feromônio será utilizado em armadilhas adesivas, o simples pouso na superfície adesiva será suficiente para aprisionar o inseto.

Uma área para pouso parece ser essencial para os machos de *S. absoluta* encontrarem a fonte de feromônio. Não foi verificado nenhum pouso direto na fonte e esta só foi encontrada pelo macho que após voar até a fonte, caminhava batendo asas. Machos de *P. operculella*, segundo Ono (1985a), também necessitam de uma área de pouso para que possam entrar em contato com a fonte de feromônio, pelo caminhar batendo asas, após o voo até aproximar-se da fêmea.

CONCLUSÕES

1. Machos de *S. absoluta* demonstram comportamento de acasalamento em resposta à li-

beração de feromônio sexual pelas fêmeas virgens, com atividades similares àquelas demonstradas por outros integrantes da família Gelechiidae.

2. O comportamento de acasalamento caracterizou-se por atividades a longa distância (parada com antenas em V, vôo excitado e caminhar batendo asas) e a curta distância (côrte) da fonte de feromônio.

3. Extratos de glândulas de fêmeas virgens, obtidos a partir de extremidades de abdome em diclorometano, provocaram as mesmas respostas comportamentais que as fêmeas virgens aprisionadas em gaiolas.

4. É possível a utilização de extratos de glândulas de fêmeas virgens como fonte de feromônio sexual, para testes com armadilhas adesivas. Os modelos de armadilhas devem permitir o livre acesso e pouso dos insetos, próximo ao dispositivo liberador do feromônio sexual.

REFERÊNCIAS

- ADDESAN, C.; TAMHANKAR, A.J.; RAHALKAR, G.W. Sex pheromone gland in the potato tuberworm moth, *Phthorimaea operculella*. **Annals of the Entomological Society of America**, v.62, n.3, p.670-671, 1969.
- BARTELL, R.J. Behavioral responses of Lepidoptera to pheromones. In: SHOREY, H.H.; MCKELVEY JUNIOR, J.J. **Chemical control of insect behavior; teory and application**. New York: John Wiley, 1977. 414p.
- BERGER, R.S.; MCGOUGH, J.M., MARTIN, D.F.; BALL, L.R. Some properties and field evaluation of the pink bollworm sex attractant. **Annals of the Entomological Society of America**, v.57, n.3, p.606, 1964.
- BROWN, H.E.; WOOD, L.T.; SHAVER, T.N.; WORLEY, J. Behavioral responses of male *Eoreuma loftini* (Lepidoptera: Pyralidae) to ovipositor extracts. **Journal of Economic Entomology**, v.81, n.1, p.184-188, 1988.
- CALHOUN, W.H. Quantification of behavior. In: PRICE, E.O.; STOKES, A.W. **Animal behavior in laboratory and field**. San Francisco: Freeman, 1975. p.16-18.
- 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. 465p.
- COELHO, M.C.F.; FRANÇA, F.H. Biologia, que-totaxia da larva e descrição da pupa e do adulto da traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.129-135, 1987.
- COLWELL, A.E.; SHOREY, H.H.; GASTON, L.K.; VAN VORHIS KEY, S. Short-range precopulatory behavior of males of *Pectanophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Behavioral Biology**, v.22, n.2, p.323-335, 1978.
- HATHAWAY, D.O. Peach twig borer: field evaluation of concentrations of pheromone and monitoring of populations. **Journal Economic Entomology**, v.74, n.2, p.344-345, 1981.
- KEYS, R.E.; MILLS, R.B. Demonstration and extraction of a sex attractant from female Angoumois grain moths. **Journal of Economic Entomology**, v.61, n.1, p.46-49, 1968.
- KISIEL, D.S. Use of video-tape in analysis of behavior. In: PRICE, E.O.; STOKES, A.N. **Animal behavior in laboratory and field**. San Francisco: Freeman, 1975. p.5-8.
- LEHNER, P.N. **Handbook of ethological methods**. New York: Garland STPM, 1979. 403p.
- LINGREN, P.D.; BURTON, J.; SHELTON, W.; RAULSTON, J.R. Night vision goggles: for design, evaluation, and comparative efficiency determination of a pheromone trap for capturing live adult male pink bollworms. **Journal of Economic Entomology**, v.73, n.5, p.622-630, 1980.
- McLAUGHLIN, J.R.; ANTONIO, J.Q.; POE, S.L.; MINNICK, D.R. Sex pheromone biology of the adult tomato pinworm, *Keiferia lycopersicella* (Walsingham). **Florida Entomologist**, v.62, n.1, p.35-41, 1979.
- ONO, T. Copulatory behavior of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*. **Physiological Entomology**, v.4, n.3, p.371-376, 1979.
- ONO, T. Male approach to the female and the role of two pheromone components in the potato

- tuber moth *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Applied Entomology and Zoology**, v.20, n.1, p.34-42, 1985a.
- ONO, T. Search behavior of pheromone-stimulated potato tuber moth males (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Ethology**, v.3, n.1, p.1-4, 1985b.
- ONO, T.; ORITA, S. Field trapping of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae), with the sex pheromone. **Applied Entomology and Zoology**, v.21, n.4, p.632-634, 1986.
- OUYE, M.T.; BUTT, B.A. A natural sex lure extracted from female pink bollworms. **Journal of Economic Entomology**, v.55, n.3, p.419-421, 1962.
- RICHARD, G. Sequential analysis and regulation of insect behavior. In: BROWNE, L.B. **Experimental analysis of insect behavior**. New York: Springer-Verlag, 1974. 366p.
- ROELOFS, W.L.; CARDÉ, R.T. Responses of Lepidoptera to synthetic sex pheromone chemicals and their analogues. **Annual Review of Entomology**, v.22, p.377-405, 1977.
- ROELOFS, W.L.; KOCHANSKY, J.; ANTHONIS, E.; RICE, R.; CARD, R. Sex pheromones of the peach twig borer moth (*Anarsia lineatella*). **Environmental Entomology**, v.4, n.4, p.580-582, 1975.
- SHOREY, H.H. **Animal communication by pheromones**. New York: Academic Press, 1976. 167p.
- SHOREY, H.H. Manipulation of insect pests of agricultural crops. In: SHOREY, H.H.; McKELVEY JUNIOR, J.J. **Chemical control of insect behavior**; theory and application. New York: John Wiley, 1977. 414p.
- TÓTH, M. Temporal pattern of the female calling behavior of the potato tuberworm moth. *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Zeitschrift fuer Angewandte Entomologie**, v.99, n.3, p.322-327, 1985.
- VILELA, E.F. Aplicações da biotecnologia no controle de pragas. **Biotecnologia**, n.19, p.4, 1988.
- WEBSTER, R.P.; CHARLTON, R.E.; CHAL, C.; CARD, R.T. High efficiency pheromone trap for the european corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v.79, n.4, p.1139-1142, 1986.
- WYMAN, J.A. Effect of trap design and sex attractant release rates on tomato pinworm catches. **Journal Economic Entomology**, v.72, n.6, p.865-868, 1979.