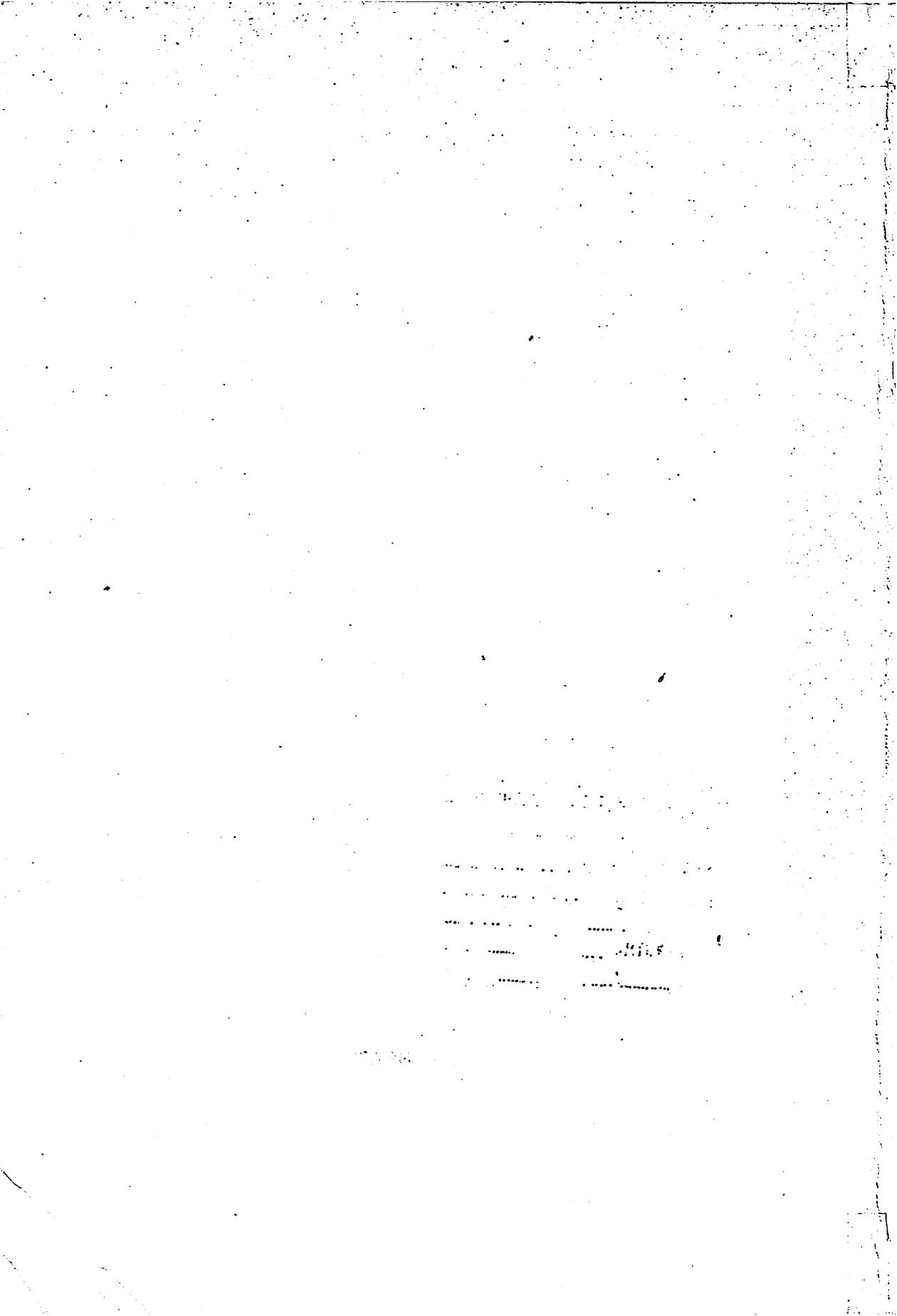


**INTERFERÊNCIA DE COMPONENTES DO
FEROMÔNIO SEXUAL, DENSIDADES DE
ARMADILHAS E DO ESTADO
REPRODUTIVO DE MACHOS DE *Tuta
absoluta* (Meyrick, 1917) NA COLETA MASSAL**

AILTON PINHEIRO LÔBO

2005



AILTON PINHEIRO LÔBO

INTERFERÊNCIA DE COMPONENTES DO FEROMÔNIO SEXUAL,
DENSIDADES DE ARMADILHAS E DO ESTADO REPRODUTIVO DE
MACHOS DE *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) NA COLETA MASSAL

Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Programa
de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia,
área de concentração em Entomologia Agrícola,
para obtenção do título de "Doutor"

Orientador
Prof. Geraldo Andrade Carvalho

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2005

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Lôbo, Ailton Pinheiro

Interferência de componentes do feromônio sexual, densidades de armadilhas e do estado reprodutivo de machos de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) na coleta massal / Ailton Pinheiro Lôbo. – Lavras : UFLA, 2005.
86 p. : il.

Orientador: Geraldo Andrade Carvalho
Tese (Doutorado) - UFLA.
Bibliografia.

1. *Tuta absoluta*. 2. Estado reprodutivo. 3. Feromônio. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

2005 140 JS
CDD-595.78

AILTON PINHEIRO LÔBO

**INTERFERÊNCIA DE COMPONENTES DO FEROMÔNIO SEXUAL,
DENSIDADES DE ARMADILHAS E DO ESTADO REPRODUTIVO DE
MACHOS DE *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) NA COLETA MASSAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para obtenção do título de “Doutor”

APROVADA em 19 de maio de 2005

Dr. Raul Narciso Carvalho Guedes

UFV

Dr. Ronald Zanetti Bonetti Filho

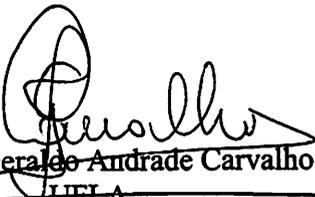
UFLA

Dr. César Freire Carvalho

UFLA

Dr. Rogério Antônio da Silva

EPAMIG


Prof. Dr. Geraldo Andrade Carvalho
UFLA
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

Aos meus queridos pais e irmãos.

À Cleusa, minha esposa.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização do doutorado em Entomologia.

À Universidade Federal de Viçosa, pela disponibilização de laboratórios para realização de parte deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Geraldo Andrade Carvalho, por acreditar em minha capacidade de trabalho, pela orientação e pelas oportunidades oferecidas durante o curso.

Ao professor Eraldo Rodrigues Lima, pela amizade e disponibilização do Laboratório de Feromônios e Comportamento dos Insetos para realização de parte dos trabalhos desta tese.

Ao professor Raul Narciso Carvalho Guedes, pelas sugestões nas análises estatísticas e pelo seu companheirismo.

Ao professor Marcelo Picanço, pela amizade, pelo incentivo e pelo empréstimo de materiais para realização dos trabalhos em casa de vegetação.

Aos professores Ronald Zanetti Bonetti Filho e César Freire Carvalho e aos pesquisadores Rogério Antônio Silva e Antônio Ferreira, pela participação na banca examinadora e pelas sugestões para melhoria do trabalho.

À Isca Tecnologias Ltda, na pessoa do Diretor Leandro Mafra, pelo financiamento deste trabalho.

Ao colega Tito Bacca, pela ajuda e pelas críticas dadas para elaboração deste trabalho.

Aos Secretários do curso de Pós-graduação em Entomologia, Maria Paula (UFV) e Fábio (UFLA), pela paciência, disponibilidade e amizade durante o curso.

Ao funcionário do Insetário, Manoel, pela presteza e pelas conversas animadas das horas livres.

Aos estagiários Bruno Cunha e Alexandre Andrade pelo companheirismo e inestimável ajuda nos trabalhos de campo.

Aos colegas do Laboratório de Feromônio e Comportamento dos Insetos, Ângela, Ana Vita, Marcy, Marcio Araújo, Bianca, Leandro e Rodrigo, pela agradável convivência e pelo companheirismo.

Aos tomaticultores da cidade de Coimbra, pela permissão de realizar parte dos trabalhos nas suas lavouras.

Aos amigos de todos os momentos Alfredo, Anderson, Carvalho Ecole, Cláudio Gonçalves, Alyson, Marcos Vinícius, Nélio, Cristina Schetino, Fábio Suinaga, Leandro Bacci, Ézio, Marcos Rafael, Marcelo Junior, Sandra, Herbert, Iolando, Carmen, João Batista, Cidoca, Junia Marise, Adriano, Verônica e todos os demais, pelo convívio.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Ailton Pinheiro Lôbo, filho de Nilamon Pinheiro Lôbo e Jeumacy Eudete Lôbo, nasceu em Salvador-BA, no dia 30 de novembro de 1968.

Em 1992, ingressou no curso de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em fevereiro de 1997.

Foi bolsista do programa de iniciação científica (PIBIC/UFV) por dois anos, pelo Departamento de Biologia Animal - Setor de Entomologia Agrícola.

Em março de 1997, iniciou o curso de mestrado em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de dissertação em fevereiro de 1999. Realizou posteriormente trabalhos para o desenvolvimento de feromônios microencapsulados de pragas-chave de tomateiro, algodoeiro e macieira.

Iniciou o curso de doutorado em Entomologia em março de 2001, na Universidade Federal de Lavras.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
CAPÍTULO 1.....	1
1 Introdução Geral.....	1
2 Referencial Teórico.....	3
2.1 Estratégias e táticas do Manejo Integrado de Pragas na cultura do tomateiro.....	3
2.2 Utilização de feromônios como ferramenta para manejo de pragas.....	10
2.3 Histórico da pesquisa e desenvolvimento do feromônio sexual de <i>T.</i> <i>absoluta</i>	14
3 Referências Bibliográficas.....	19
CAPÍTULO 2	
Efeito de densidades de armadilhas de feromônio sexual na coleta massal de <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiros.....	28
Resumo.....	28
Abstract.....	29
1 Introdução.....	30
2 Material e Métodos.....	31
2.1 Áreas experimentais.....	31
2.2 Armadilhas para coleta massal.....	32
2.3 Avaliação da coleta massal.....	33
2.4 Análise dos dados.....	34
3 Resultados.....	36
3.1 Cultivo de inverno.....	36
3.2 Cultivo de verão.....	43
4 Discussão.....	51
5 Conclusões.....	55
6 Referências Bibliográficas.....	57

CAPÍTULO 3

Estado reprodutivo de machos de <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) capturados em armadilhas com diferentes composições do feromônio sexual para coleta massal.....	61
Resumo.....	61
Abstract.....	63
1 Introdução.....	64
2 Material e Métodos.....	67
2.1 Estabelecimento de um método de determinação do <i>status</i> reprodutivo de machos de <i>T. absoluta</i>	67
2.1.1 Criação da traça-do-tomateiro.....	67
2.1.2 Avaliação do volume do testículo como forma de determinação do <i>status</i> reprodutivo.....	68
2.1.3 Avaliação do volume do espermatóforo como forma de determinação do <i>status</i> reprodutivo.....	69
2.2 Determinação do <i>status</i> reprodutivo de machos coletados em campo..	71
3 Resultados.....	73
4 Discussão.....	77
5 Conclusões.....	82
6 Referências Bibliográficas.....	83

RESUMO

LÔBO, Ailton Pinheiro. **Interferência de componentes do feromônio sexual, densidades de armadilhas e do estado reprodutivo de machos de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) na coleta massal.** 2005. 85 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹.

O emprego de feromônio tem sido uma alternativa consistente para o controle de lepidópteros-praga da família Gelechiidae e quando integrado com métodos culturais, biológicos, genéticos e legislativos tem ampliado seu potencial de sucesso. Ensaio foram realizados em dois períodos de cultivos na cidade de Coimbra, MG, no ano de 2003 visando o estudo da coleta massal para o controle da traça-do-tomateiro. Foram avaliados os efeitos de números crescentes de armadilhas sobre a razão sexual, frequência de fêmeas acasaladas e intensidade de ataque às plantas de tomateiro pela traça. No período de cultivo de inverno, de baixa densidade populacional da praga, foram capturados 14.214 machos. Neste período, obteve-se redução em até 56,5; 67,6 e 97,5% dos ovos encontrados em folhas; 70,4; 85,3 e 92,2% do número de lagartas; 43,2; 43,2 e 67,5% dos ápices caulinares broqueados; 65,9; 77,5 e 86,3% dos frutos broqueados; 76,2; 85,7 e 82,5% da frequência de fêmeas acasaladas e acréscimo de até 72,56; 67,34 e 82,53% da razão sexual, respectivamente para as densidades de 9, 25 e 49 armadilhas/ha. O período de cultivo de verão, apresentou maior densidade populacional, coletando cerca de 271.257 machos. Neste período verificou-se redução em até 33,9; 45,0 e 63,8% dos ovos encontrados em folhas; de 54,9; 53,0 e 72,6% do número de lagartas em folhas; de 20,8; 23,6 e 49,3% do número de ápices caulinares broqueados; de 42,9; 48,9 e 55,5% do número de frutos broqueados; de 50,0; 71,4 e 85,7% da frequência de fêmeas acasaladas e acréscimo de até 19,9; 19,9 e 54,2%, respectivamente, da razão sexual dos adultos da traça-do-tomateiro para as densidades de 9, 25 e 49 armadilhas/ha. Apesar da redução das perdas, os resultados não foram satisfatório para o período de maior densidade populacional, observando-se valores de perdas de frutos acima de 4,86% que é o limite de dano econômico para a cultura do tomateiro, demonstrando a necessidade de melhorias desta técnica. Para o entendimento das causas do controle limitado proporcionado pela coleta massal, um teste com diferentes combinações de componentes do feromônio sexual da traça foi realizado. Estabeleceu-se um método para

¹ Comitê de Orientação: Geraldo Andrade de Carvalho – UFLA (Orientador);
Eraldo Rodrigues de Lima – UFV (Co-orientador).

classificar o *status* reprodutivo de machos da traça-do-tomateiro atraídos para armadilhas de feromônio a partir do volume dos espermatóforos por estes produzidos. Em campo, três armadilhas foram dispostas em um formato de um triângulo equilátero, distanciadas em 14 m, e equipadas com três combinações de feromônio: 100 µg do acetato de (3E, 8Z, 11Z)-3,8,11- tetradecatrienila; 100 µg da mistura de acetato de (3E, 8Z, 11Z)-3,8,11- tetradecatrienila e acetato de (3E, 8Z)-3,8- tetradecadienila na proporção de 90:10 e extrato de glândulas equivalente a 30 fêmeas por liberador, em três repetições. Observaram-se as visitas dos machos às armadilhas durante a janela de resposta ao feromônio (6 às 9:00), capturando-os e anotando o horário de visita para cada tipo de combinação utilizada. Verificou-se que capturas de machos virgens variaram de 76,4 a 96,0% para o componente principal, tendo a mistura completa de feromônio capturado entre 42,5 a 57,0%, que foi muito próximo às capturas promovidas pelo extrato de glândulas, que oscilou entre 35,6 a 48,33% dentro da janela de resposta dos machos. Esta atratividade diferenciada das combinações de feromônios da traça-do-tomateiro deve ser considerada para aumentar a competitividade das armadilhas de feromônio sobre as fêmeas com a adição do componente secundário ao principal, favorecendo ao aumento da eficiência da coleta massal em controlar populações da traça-do-tomateiro.

LÔBO, Ailton Pinheiro. **Interference of female sex pheromone compounds, densities of traps, and male reproductive status of mass capture of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917).** 2005. 85 p. (Doctorate Thesis on Entomology) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil².

ABSTRACT

The pheromone has been a consistent alternative for the control of the lepidopterous-pest of the Gelechiidae family. When it is used together with cultural, biological, genetic and legislative methods, it shows a potentially high success. For establishing the use of the mass trapping, which is one modality of the pheromone use, in controlling the tomato moth, the assays were carried out over two cropping periods in Coimbra country - MG, in 2003. The effects from the increasing numbers of traps upon the sexual ratio, mated female frequencies, and attack intensity of the moths upon the tomato plants were evaluated. In the winter cropping period (low population density of the pest) 14,214 males were captured. During this period, the following reduction was obtained: up to 56.5, 67.6 and 97.5% in the eggs found on leaves; 70.4, 85.3 and 92.2% in the caterpillar numbers; 43.2, 43.2 and 67.5% in the bored stem apexes; 65.9, 77.5 and 86.3% in the bored fruits; 76.2, 85.7 and 82.5% in the frequency of mated females. However, an increase up to 72.56, 67.34 and 82.53% in the sexual ratio for the densities 9, 25 and 49 traps/ha, respectively. In the summer cropping period, a higher population density was found, since approximately 271,257 males were collected. Over this period, a reduction up to 33.9, 45.0 and 63.8% occurred in the eggs found on leaves; 54.9, 53.0 and 72.6% in the number of caterpillars on leaves; 20.8, 23.6 and 49.3% in the number of bored stem apexes.; 42.9, 48.9 and 55.5% in the number of bored fruits; 50.0, 71.4 and 85.7% in the mated female frequencies. However, an increase up to 19.9, 19.9 and 54.2% in the sexual ratio of the tomato- moth adults for the densities of 9, 25 and 49 traps /ha, respectively. Despite the reduction of the losses, the results were not satisfactory for the period with higher population density, since the fruit losses were above 4.86% that it is the economical damage threshold for the tomato cropping, so showing the need for improvement of this technique. By using different combinations of the moth's sexual pheromone components, a test was accomplished in order to understand the causes of the limited control provided by mass trapping. To classify the reproductive status of the tomato-moth males attracted by the pheromone traps, a method was established from the volume of the spermatophorous produced by them. In the field, three traps were

² Advising Committee: Geraldo Andrade Carvalho – UFLA (Adviser);
Eraldo Rodrigues de Lima – UFV (Coadviser).

disposed under an equilateral triangle format, with 14 m spacing, and provided with three pheromone combinations: 100 µg (3E, 8Z, 11Z)-3,8,11 - tetradecatrienyl acetate; 100 µg of the mixture (3E, 8Z, 11Z)-3,8,11 - tetradecatrienyl acetate and (3E, 8Z)-3,8 - tetradecadienyl acetate at the proportion of 90:10 and gland extracts corresponding to 30 females by each dispenser, under three replicates. The male-visits to the traps during the response window to the pheromone (6 to 9:00 a.m.). The males were captured, and the visit time was recorded for each combination type. The capture of virgin males varied from 76.4 to 96.0% for the main component, whereas the complete pheromone mixture trapped a total ranging from 42.5 to 57.0% which approximated to the captures promoted by the gland extract that oscillated from 35.6 to 48.33% within the response window of the males. This differentiating attractiveness of the combinations of the tomato-moth pheromones must be considered in order to increase the competitiveness of the pheromone traps upon the females, with the addition of the secondary component to the main one, so favoring an increased efficiency of the mass trapping in controlling the tomato-moth populations.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do tomateiro é de grande importância econômica e social para o Brasil, por exigir intensa utilização de mão-de-obra nas atividades de cultivo como irrigação, controle de pragas e doenças, capinas, desbrotas e colheita, sendo base de sustentação e fixação no campo de diversas famílias de agricultores (Hora et al., 2004). O tomate tem muitos destinos e várias maneiras de consumo, incluindo a polpa concentrada, tendo também grande importância para o desenvolvimento industrial das regiões brasileiras com menor destaque nesta atividade econômica (Barbosa & França, 1980; Rodriguez et al., 1997; Hora et al., 2004).

A tomaticultura expandiu-se nas últimas duas décadas, levando ao surgimento de grandes áreas cultivadas, situação esta que tem favorecido o ataque de pragas e doenças na cultura (Silva & Giordano, 2000).

Entre as diversas espécies de pragas que atacam a cultura do tomateiro, destaca-se a traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick), como um dos principais problemas fitossanitários da tomaticultura na América do Sul, sendo considerada praga-chave no Brasil, por ocasionar perdas de até 100% na produção (Moore, 1983; Imenes et al., 1990; Haji et al., 1995; Picanço et al., 1995). As lagartas da traça-do-tomateiro causam injúrias às flores, folhas, hastes, brotos e principalmente aos frutos, fator-chave de perdas na produção da cultura (Picanço et al., 1996a; Picanço et al., 1997; Picanço et al., 1998).

O modelo atual de controle de pragas da tomaticultura brasileira baseia-se em ações preventivas, sendo caracterizado pela intensa utilização do método

químico, que tem provocado sérios problemas associados ao ambiente e à saúde dos trabalhadores rurais (Picanço & Guedes, 1999). Este modelo tem desfavorecido, acentuadamente, o controle biológico natural, causando aumento de ataque de pragas secundárias (Villas-Bôas, 1989; Trumble & Alvarado-Rodrigues, 1992). Recentemente, tem sido observado aumento significativo de folhas minadas por *Liriomyza* sp. (Diptera: Agromyzidae), fato este creditado à eliminação de seus inimigos naturais como reflexo do uso abusivo de pesticidas (Gusmão, 2004).

A ação natural do controle biológico na cultura do tomateiro tem demonstrado grande importância na redução de pragas, sendo que para *T. absoluta* verificou-se diminuição de até 46,5% de sua população, sendo *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) responsável pela redução de 8,58% dos ovos, 5% de decréscimo devido ao ataque de predadores de ovos e o restante, cerca de 32,92%, devido a predadores que atuam na fase larval deste inseto (Miranda et al., 1998).

Como reflexo do modelo de controle utilizado, têm sido relatadas observações de elevado número de aplicações de inseticidas acrescido do aumento de suas dosagens, do aumento dos custos de produção e, principalmente, da seleção de populações resistentes a inseticidas (Leite et al., 1990; Gravena, 1991; Siqueira et al., 2000; Siqueira et al., 2001). Isto torna necessário o desenvolvimento de técnicas alternativas de controle, que devem ser utilizadas em conjunto a fim de otimizar a eficiência e permitir prevenir, retardar ou reverter a evolução da resistência deste inseto-praga a inseticidas (Picanço, 1996b; Paula, 1997; Picanço & Marquini, 1999; Picanço et al., 2000).

Desta maneira, métodos de controle que utilizem agentes de baixa toxicidade a mamíferos e inimigos naturais e com potencial de sustentabilidade devem ser visados, considerando a adaptabilidade ao controle biológico natural e, principalmente, à realidade cultural dos produtores agrícolas brasileiros. Portanto, um programa de manejo de pragas, baseado em métodos de baixa agressividade ao homem e ao ambiente, como o manejo cultural, biológico e comportamental, abalizado pela filosofia do Manejo Integrado de Pragas (MIP), é considerado como importante forma de concepção para o controle de pragas (Pedigo, 1989).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou o entendimento de fatores essenciais à coleta massal da traça-do-tomateiro com uso de feromônio, tais como a interferência de componentes do feromônio sexual sintético, densidade de armadilhas e estado reprodutivo dos machos, na eficiência da coleta massal desta praga.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Estratégias e táticas do manejo integrado de pragas na cultura do tomateiro

Nas estratégias a serem adotadas no MIP na cultura do tomateiro, existem dois pontos básicos a serem considerados, por constituírem os maiores desafios à sua adoção: em primeiro lugar, a existência de doenças viróticas transmitidas por insetos sugadores, que ocorrem na fase inicial da cultura. Para seu controle, são utilizados inseticidas de largo espectro de ação e longa

persistência, que reduzem a população de aranhas e de himenópteros parasitóides; e em segundo lugar, a ocorrência de doenças fúngicas e bacterianas, que são controladas de maneira preventiva, a partir de calendários de pulverização. Os produtos fitossanitários, utilizados no controle dessas doenças, inibem a ação de fungos benéficos como *Triplosporium* spp. (Zygomycetes: Entomophthorales), que infecta o ácaro *Tetranychus evansi* Baker, e ocorre no Nordeste brasileiro (Gravena, 1991).

O plantio escalonado de lavouras de tomateiro, durante todo o ano, favorece a permanência da traça-do-tomateiro no campo, existindo sempre focos para infestação de novas lavouras. No Nordeste brasileiro, foram detectadas até 40 gerações anuais desta praga (Gravena, 1991). Haji (1990) relatou que, na região do submédio São Francisco, a adoção da sincronização de plantio permitiu, juntamente com outras práticas, melhor convivência com a traça-do-tomateiro, tendo ocorrido redução no número de gerações desta praga nos campos de plantio.

O revolvimento do solo e a exposição ao sol e à ação de inimigos naturais de pupas de *T. absoluta* e de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), bem como a outras pragas que sobrevivem no solo, contribuem para redução na população inicial de pragas, que irão infestar a nova cultura. Esta tática deve ser utilizada, quando previamente se detectam níveis elevados de pragas, que utilizam o solo como refúgio (França et al., 2000).

O uso de telados em viveiros evita que as mudas tornem-se portadoras de vírus e, ao serem levadas para o campo, sirvam como fonte de patógenos dentro do próprio plantio. Esta operação também é desejável em locais que apresentem grande população de adultos da traça-do-tomateiro (Rodrigues, 1992).

A eliminação de plantas infectadas em pequenos plantios pode ser utilizada, para suprimir fontes de inóculo para as viroses. É também interessante

a eliminação de hospedeiros alternativos de viroses, como o fumo, batata, alface, pimentão, caruru-de-porco, e outros (Rodrigues, 1992).

A destruição de restos culturais é regulamentada por lei para a cultura do algodoeiro no Estado de São Paulo (Nakano et al., 1981), e a adoção desta prática pode ter um efeito muito importante sobre as pragas e doenças da cultura do tomateiro. É recomendável dar continuidade aos tratos fitossanitários na cultura velha, mesmo em fase final de colheita, sendo que a posterior destruição dos restos culturais tão logo encerre o cultivo, impede a proliferação de pragas nessas áreas e posterior ataque às parcelas vizinhas (Rodrigues, 1992). Esta prática, segundo Haji (1990), tem contribuído para redução da população da traça-do-tomateiro no Nordeste brasileiro.

No caso de reaproveitamento do material utilizado de uma safra para outra, no tutoramento e transporte de tomate, é aconselhável a lavagem e desinfecção de estacas de sustentação, caxarias e carrocerias dos caminhões utilizados no transporte de tomates. Esta consideração também foi utilizada na região do submédio do São Francisco, apresentando ótimos resultados na redução da população da traça-do-tomateiro (Haji, 1990). Na região agrícola de Viçosa, a substituição do bambu por fibras plásticas no tutoramento vertical do tomateiro tem ajudado a reduzir a população da traça, pela eliminação de fonte de refúgio para este inseto na entressafra.

Mudanças no sistema de cultivo, tais como a prática do tutoramento vertical e poda apical, deixando apenas 3 a 5 cachos por planta, têm sido adotadas como forma de maximização da produção, pois reduzem o tempo de exposição dos frutos à incidência de pragas. Fontes et al. (1987) estudando o efeito do sistema de condução sobre a produção e a rentabilidade da cultura do tomateiro, detectaram que, no sistema que utiliza poda apical e tutoramento vertical, a produção é acelerada e maior peso médio dos frutos é obtido. Também, verificaram menor gasto de fungicidas e inseticidas por quilo de

tomate produzido, além de uma maior receita líquida/dia em razão de menor permanência da cultura no campo. No sistema de tutoramento oblíquo, a produção comercializável foi maior, porém, com redução de 6% do peso médio dos frutos, e conseqüente acréscimo nos custos de produção devido ao aumento do consumo de defensivos.

Em estudo para avaliação do efeito de metodologias de tutoramento das plantas do tomateiro e do controle químico sobre a população de *T. absoluta*, Picanço et al. (1995) constataram que o sistema vertical propiciou menor ataque desta praga, ocorrendo menor broqueamento nos frutos, folhas e caules. Miyamoto et al. (1994) avaliando o efeito de dois sistemas de tutoramento e espaçamentos no ataque da traça-do-tomateiro, observaram menor incidência de broqueamento nos caules e folhas, quando utilizaram o sistema de tutoramento vertical adensado. Entretanto, Guedes et al. (1994) detectaram que o controle de lagartas no sistema de tutoramento oblíquo foi mais eficiente do que no vertical adensado, devido ao pequeno espaçamento entre plantas (0,25 m) neste último sistema, que levou a uma deficiente cobertura de partes das plantas pela calda inseticida. Os autores sugeriram a adoção do espaçamento de 0,5 m entre plantas, para favorecer o aumento da eficiência do controle, com redução de custos, para compensar a menor produtividade.

Observações acerca do efeito de precipitações pluviométricas mensais superiores a 100 mm e de certos níveis de irrigação por aspersão sobre a incidência de *T. absoluta* na cultura do tomateiro, levaram ao estudo do efeito de determinadas lâminas de água aplicadas por aspersão em tomateiros (Haji et al., 1989; Castelo Branco, 1992). Demonstrou-se que a aplicação de uma lâmina de 21 mm/h, via pivô-central, provocou redução de até 44,6% na incidência de lagartas e de 42% de eliminação de ovos dessa praga. Desta forma, os autores concluíram que a irrigação por aspersão tem potencial como componente de programas de manejo integrado da traça-do-tomateiro (Costa et al., 1998).

Alguns pesquisadores defendem a hipótese de que a diversidade de espécies leva os ecossistemas à estabilidade (Garcia, 1981). Em ecossistemas agrícolas, a diversidade pode ser medida pelo número de espécies de vegetais ou animais na comunidade e pelo número de comunidades no ecossistema (Price, 1984). Sendo essa diversidade obtida através da adoção de sistemas envolvendo a consorciação de culturas, as quais podem ter um impacto negativo na população de insetos-praga (Altieri, 1989; Vandermeer, 1989).

Dessa forma, vários estudos básicos têm demonstrado um decréscimo no ataque de pragas, quando se utiliza associação de culturas. Nestes sistemas há maior quantidade de inimigos naturais devido à maior diversidade de presas, hospedeiros, microhabitats e muitas fontes alternativas de alimento disponíveis dentro de tais ambientes complexos (Vandermeer, 1989). A diversidade do ambiente, também, pode dificultar a localização da planta hospedeira pelo herbívoro (Garcia, 1981).

Na cultura do tomateiro, Gravena et al. (1984) citados por Gravena (1991) demonstraram a viabilidade do uso de sorgo granífero, funcionando como faixa protetora circundante e como atrativo de artrópodes predadores, para a redução da incidência do mosaico dourado. Em tomateiro rasteiro, ao invés do uso de barreira, esses autores sugeriram a utilização de linhas de sorgo nas curvas de nível, tendo observado que a incidência de espécies de pulgões específicas de gramíneas no sorgo atraiu predadores para o tomateiro. Rosset et al. (1987) avaliando o policultivo de tomateiro rasteiro com plantas de feijão, detectaram que essa associação não afetou o rendimento do tomateiro e, mesmo tendo uma certa competição por água, luz e nutrientes, as interações benéficas compensaram aquelas negativas. Mesmo não tendo sido quantificado, os autores sugeriram que o feijoeiro protege os tomateiros contra os efeitos da evaporação do vento, e que a sombra das plantas do feijoeiro diminui a temperatura do solo, o que é importante, em tomateiro industrial cultivado nos trópicos.

Estudando a incidência de pragas e seu reflexo na produção do tomateiro, em função da adoção de nível de controle e de faixas circundantes com guandu, milho e sorgo, Paula (1997) observou que essas faixas reduziram as perdas por ataque de *H. zea* e de pássaros e a incidência de plantas atacadas por viroses, no cultivo de inverno. Verificou, também, que as faixas de gramíneas apresentaram, em geral, melhor desempenho do que as faixas de leguminosas, na redução da incidência de pragas e na maior atração de inimigos naturais. Relatou, ainda, elevada predação de *T. absoluta* por vespas tendo sido constatado grande número de minas “rendilhadas”. Constatou, também, que a adoção de níveis de controle e faixas circundantes, no inverno, reduziu o número de aplicações de inseticidas sem comprometer a qualidade dos frutos obtidos, além de aumentar a receita bruta.

Avaliando o efeito do tutoramento oblíquo ou vertical e do policultivo com o milho sobre o ataque de *T. absoluta* e *H. zea*, Picanço et al. (1996a) constataram que o policultivo com o milho reduziu em 4 e 11% o ataque da traça aos ápices caulinares e às folhas, respectivamente, tendo aumentado, no entanto, em cerca de 50% o broqueamento dos frutos provocado por *H. zea* (praga comum às duas culturas).

Plantas adjacentes que servem de abrigo aos inimigos naturais e lhes forneçam pólen, dificultando também a localização da cultura pelas pragas, são muito úteis na cultura do tomateiro. Todavia, deve-se ter o cuidado de não deixar a cultura próxima a hospedeiros alternativos, tais como: juá-bravo e maria-pretinha (hospedeiros da traça-do-tomateiro); juá-amarelo, juá-vermelho, juá-doce e jurubeba (hospedeiros da broca pequena); maria-pretinha, picão-preto, beldroega, juá-de-capote e emilia (hospedeiros de tripes); caruru, serralha, maria-pretinha, assa-peixe (hospedeiros de larva minadora) (França & Castelo Branco, 1992; Makishima & Miranda, 1992).

Uma opção para minimizar o ataque de pragas ao tomateiro é o desenvolvimento de variedades resistentes a pragas (Lara et al., 1986). A resistência do tomateiro a *T. absoluta* tem sido objeto de diversas pesquisas no Brasil e outros países da América Latina. Lourenção et al. (1984) observaram que as espécies *Lycopersicon pimpinellifolium* (Juss.) e *Lycopersicon peruvianum* (L.) foram os genótipos com menor intensidade de ataque às folhas pela praga. No estudo de intensidade de ataque a onze cultivares de tomateiro pela traça, Fornazier et al. (1986) verificaram que a Gigante Orita e a Príncipe Gigante foram as mais resistentes, enquanto Ozawa II e Ângela L 5100 foram as mais susceptíveis. Segundo Giustolin (1991), os mecanismos desta resistência têm sido relatados como sendo de antibiose e de antixenose. As causas desta resistência em *Lycopersicon hirsutum* têm sido atribuídas aos aleloquímicos 2-tridecanona e 2-undecanona, presentes em pêlos glandulares nas folhas desta planta.

Até o momento, nos programas de melhoramento que visam incorporar tal resistência em variedades comerciais, tem-se verificado uma perda gradual de resistência à traça, à medida que se selecionam plantas com melhores características agronômicas (Barbosa & Maluf, 1994). Isto ocorre devido ao desconhecimento da genética da resistência e à detecção inadequada de fontes de resistência apropriadas a um programa de melhoramento genético (Farra Júnior & Kennedy, 1987; Giustolin, 1991).

Na seleção de genótipos adequados a um programa de melhoramento, Picanço et al. (1995) estudaram a intensidade de ataque da traça ao dossel de três espécies de tomateiro. Os autores encontraram que: *L. peruvianum* foi o genótipo menos atacado por *T. absoluta*; *L. hirsutum* apresentava o maior número de minas pequenas e médias; e no terço médio das plantas de *L. esculentum*, ocorreu um maior número de minas pequenas do que em *L.*

peruvianum e *L. hirsutum*. Os autores, também, verificaram que a parte do dossel das plantas menos atacada pela praga foi o terço apical.

A adubação tem efeito apreciável sobre algumas características, que conferem resistência à traça-do-tomateiro. Barbour et al. (1991) observaram que o aumento do fornecimento de NPK às plantas do tomateiro diminuiu a densidade de tricomas glandulares tipo VI nas folhas e a resistência das plantas às pragas. No entanto, em relação à traça-do-tomateiro, Leite et al. (1999) observaram que o aumento da adubação NK não reduz os teores de 2-tridecanona nem a resistência de *L. hirsutum* à *T. absoluta*, indicando que *L. hirsutum* mantém o nível deste fator tanto em baixas quanto em altas doses de adubação.

Quando é difícil combater os vetores de viroses, a resistência ao vírus é uma das melhores opções para resolver o problema. Quanto ao tomateiro, estudos em muitos países têm mostrado bons resultados com o plantio de cultivares resistentes às viroses. No Brasil, ainda não existem cultivares de tomateiros resistentes ao geminivírus, disponíveis no mercado (França et al., 2000).

Neste contexto, verifica-se que a redução dos danos causados pelas pragas à cultura do tomateiro não depende, apenas, de pulverizações de inseticidas e acaricidas, mas também da combinação de vários métodos de controle, sendo possível conviver com a ocorrência de pragas nesta cultura, de forma mais econômica e sustentável.

2.2 Utilização de feromônios como ferramenta para manejo de pragas

Na classe Insecta, a percepção olfativa desempenha importante papel em atividades comportamentais vitais, como na localização e escolha de presas ou

hospedeiros na expressão de agressividade e defesa, na organização de atividades sociais, estabelecimento de território e, principalmente, no encontro e escolha de parceiros sexuais. Nesta última atividade, são encontradas substâncias químicas chamadas feromônios, as quais são responsáveis por interações intraespecíficas (Vilela & Della Lucia, 1987).

Estes odores ou substâncias têm despertado a atenção dos pesquisadores quanto ao modo pelo qual diferentes composições de certas substâncias ou feromônios afetam o comportamento de orientação e outros tipos de comportamentos, que levam os parceiros sexuais a ter sucesso na agregação ou no acasalamento. Devido à especificidade e importância no sucesso reprodutivo, muito antes que o primeiro feromônio fosse identificado, já se imaginava o potencial que o uso de feromônios sexuais teriam no manejo de pragas (Beroza, 1960; Wright, 1964).

Os órgãos dos insetos não somente sintetizam componentes de feromônios com alto grau de pureza por rotas biossintéticas específicas, como também controlam, precisamente, a isomeria ótica e geométrica e as taxas em que eles são produzidos (Löfstedt et al., 1982; Löfstedt & Odham, 1984). Cada isômero pode provocar vários padrões comportamentais na resposta do inseto, enquanto a identificação e interpretação da presença de cada molécula ficam a cargo das sensilas e do sistema nervoso do inseto. O encontro do macho com moléculas de feromônio promove a manifestação de uma série de comportamentos, que é expressa numa seqüência bastante fixa. As respostas, disparadas pela percepção de feromônio, começam com a movimentação de antenas, seguindo-se o caminhar e movimentação de asas, levantamento de vôo, vôo errático, vôo em ziguezague, localização da fonte e caminhar com forte batimento de asas até o encontro da fêmea (Mafra-Neto, 1993; Mafra-Neto & Cardé, 1996).

Em geral, os feromônios de insetos compreendem de duas a sete moléculas, com a predominância de uma delas, o componente principal, que geralmente é responsável por 80% do volume, enquanto os outros constituintes, presentes em menor volume, são designados como componentes secundários. Vários estudos têm sido desenvolvidos para estabelecer como e quando os insetos utilizam as várias substâncias que compõem o feromônio na localização dos parceiros sexuais. O resultado desses estudos demonstrou que machos de diferentes espécies de mariposas percebem odores de maneiras distintas, sendo esta uma evidência de que, no processo de seleção natural, surgiu mais de uma estratégia de comunicação química, responsáveis pela criação da imensa quantidade de espécie de mariposas (Cardé, 1990).

Para várias espécies de mariposas, Linn Junior et al. (1987) demonstraram que a composição química da trilha gerada por fontes sintéticas, deve ser a mesma liberada pela fêmea, para que o comportamento seja manifestado em sua totalidade. Os machos das espécies, testadas por esses autores perceberam a combinação dos componentes de feromônio como um todo. Para que a resposta fosse maximizada, expressando todas as etapas comportamentais diante da menor quantidade possível de feromônio liberado, a composição química do feromônio sintético deveria refletir exatamente a composição química do feromônio natural (hipótese da mistura).

Posteriormente, na década de 1990, verificou-se para outro grupo de mariposas que a expressão do comportamento inicial da seqüência de resposta é baseada na presença do componente principal, independentemente da presença dos componentes secundários. Nessas espécies, a ação dos componentes secundários na seqüência de respostas ao feromônio, dos estágios iniciais para os avançados, passa a ser expressa pela detecção da presença desses componentes (hipótese dos componentes) (Mafra-Neto, 1993).

São necessários estudos detalhados para a determinação do modo como as mariposas percebem feromônios e como as respostas diferem, em função da complexidade da mistura de feromônio praticada, para que estas substâncias mediadoras do comportamento de insetos possam ser aplicadas, eficientemente, no controle de pragas. A evolução dos métodos químicos de identificação de substâncias naturais concomitante com o progresso dos estudos de comportamento dos insetos possibilitou o uso de feromônios para emprego direto no controle de pragas (Ridgway et al., 1990).

Notoriamente, o emprego de feromônio para controle de lepidópteros-praga em diversas culturas tem sido uma das maneiras preferidas para contornar os problemas decorrentes da falta de eficiência de determinados grupos de inseticidas, ou mesmo como forma de manejo da resistência a essas substâncias (Cardé & Minks, 1995). No grupo de doze espécies que são controladas, eficientemente, por feromônios, destacam-se algumas da família Gelechiidae, como *Keyferia lycopersisella* (Walsingham) em tomateiro, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) em algodoeiro, *Phthorimaea operculella* (Zeller) em batateira e *Anarsia lineatella* (Zeller) em pessegueiro (Ridgway et al., 1990).

A técnica de confundimento de machos tem sido aplicada, com sucesso, no controle de *K. lycopersicella*. Esta mariposa é considerada praga-chave na cultura do tomateiro, na América do Norte, sendo também constatada no Haiti, Cuba, América Central e Peru. As larvas deste inseto são minadoras de folhas durante os seus estádios iniciais e promovem o enrolamento do limbo foliar nos seus últimos instares. O método tradicional, utilizado para controle desta praga, envolvia repetidas aplicações de inseticidas de largo espectro, que em algumas ocasiões chegaram a totalizar sessenta aplicações por ciclo da cultura, inviabilizando a atividade para agricultores que detinham menor tecnologia. Neste contexto, os inseticidas causavam a erupção de pragas secundárias como *Liriomyza sativa* (Blachard) (Diptera: Agromyzidae) e ácaros. Inseticidas

também eliminavam a fauna benéfica importante no controle de *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) e *H. zea*. Havia suspeita de seleção de populações de pragas resistentes para a maioria dos inseticidas utilizados, fato este comprovado posteriormente (Jenkins et al., 1990).

O uso de confundimento de machos integrado com liberação de agentes de controle biológico e utilização de patógenos e inseticidas seletivos tem promovido redução significativa em populações de *K. lycopersicella*, produzindo benefícios econômicos para os tomaticultores das regiões avaliadas (Jenkins et al., 1990; Trumble & Alvarado-Rodriguez, 1992).

2.3 Histórico da pesquisa e desenvolvimento do feromônio sexual de *T. absoluta*

O interesse pelo uso de feromônio para monitoramento e controle da traça-do-tomateiro foi despertado pelo trabalho de Quiroz (1978). Esse autor investigou a flutuação populacional do inseto utilizando fêmeas virgens aprisionadas em armadilhas, no Chile, e observou relação direta entre o aumento de capturas de machos e o aumento de lagartas nas folhas, na terceira semana subsequente, demonstrando a possibilidade de se prognosticar o ataque desta praga. Verificou, também, que capturas superiores a 100 machos por armadilha, por dia, relacionavam-se com a ocorrência significativa de injúrias.

Novos estudos foram, então, realizados no sentido de uma melhor compreensão da ecologia química e comportamental do inseto, auxiliando nos testes com armadilhas para emprego do feromônio sintético. Demonstrou-se que o comportamento de chamamento de *T. absoluta* é crepuscular-matinal, sendo que as respostas dos machos coincidem com a atratividade das fêmeas em início e pico de atividade (Hickel & Vilela, 1991).

O comportamento de acasalamento obedece a uma seqüência, envolvendo: (a) resposta dos machos a longa distância, caracterizada por parada com antena em “V”; (b) vôo em ziguezague e caminhamento batendo as asas; e (c) resposta à curta distância, com posicionamento lateral à fêmea, curvamento do abdome procurando tocar a extremidade do abdome da fêmea e giro do corpo, em posicionamento contrário ao da fêmea. Em estudos em túnel de vento, utilizando extratos de abdomens contendo a glândula produtora do feromônio sexual, verificou-se que as respostas comportamentais dos machos foram idênticas àquelas das fêmeas virgens, sugerindo que as glândulas poderiam ser utilizadas para estudos de modelos de armadilhas adesivas (Hickel et al., 1991).

No estudo do monitoramento da traça-do-tomateiro, utilizando fêmeas virgens, Uchoa-Fernandes e Vilela (1994) constataram que tanto o modelo quanto a altura de instalação da armadilha influenciaram na captura dos machos em plantio de tomateiro tutorado. Segundo esses autores, o monitoramento populacional comparativo entre armadilhas luminosas e de feromônio demonstrou que, em alta densidade, as armadilhas luminosas tiveram desempenho superior às de feromônio, embora não fossem específicas. Em baixas densidades, as armadilhas com feromônio capturaram número maior de machos, demonstrando especificidade e alta sensibilidade, além de menor custo e maior facilidade de manuseio. A periodicidade de captura dos machos apresentou ritmo circadiano, com pico de resposta às sete horas.

Estudos químicos de identificação e síntese do feromônio sexual da traça-do-tomateiro demonstraram que o componente principal é o acetato de (3E, 8Z, 11Z)-3,8,11- tetradecatrienila (3E,8Z,11Z:14 Ac) (Attygalle et al., 1995; Attygalle et al., 1996), sendo confirmado que tal substância sintética produz, nos machos, respostas comportamentais idênticas às induzidas por fêmeas virgens (Ferrara, 1995).

Tal fato levou Ferrara (1995) a desenvolver estudos com armadilhas, tanto em culturas de tomateiro estaqueado quanto rasteiro. Verificou-se que a coleta com armadilhas contendo o feromônio sintético impregnado em septos de borracha, na dose de 100 µg de 3E,8Z,11Z:14 Ac, superou a coleta realizada com armadilhas contendo fêmeas virgens. O modelo mais eficiente de armadilha foi denominado “Cica-R”, que consistia de dois pratos de plástico negro de xaxim, com as aberturas dos pratos voltadas para o interior, contendo água e sabão no prato inferior. O melhor resultado de captura, quanto à altura de instalação da armadilha, depende do estágio da planta do tomateiro, tendo sido verificado que, para mudas recém-transplantadas, a armadilha deve ter uma altura de 0,2 m de altura em relação ao solo e, em plantas com flores, deve ser posicionada a 0,6 m. Quando o solo está preparado para o plantio, as armadilhas devem ser posicionadas a 0,2 m.

A natureza do feromônio sexual da traça-do-tomateiro, quanto a seus componentes, foi posteriormente estudada em laboratório, tendo sido constatada elevada atividade biológica de machos expostos à mistura 90:10 dos componentes sintéticos acetato de (3E, 8Z, 11Z)-3,8,11- tetradecatrienila e acetato de (3E, 8Z)-3,8,- tetradecadienila (Griepink et al., 1996; Svatos et al., 1996). Contudo, nos estudos em condições de campo, o emprego da mistura binária não favoreceu o aumento na atratividade da traça, mostrando-se dispensável este tipo de formulação. Estudos posteriores indicaram que, apenas, o componente principal poderia ser utilizado, facilitando o emprego do feromônio para o monitoramento da praga (Michereff Filho et al., 2000b).

Buscando otimizar o armadilhamento para *T. absoluta*, Lôbo (1999) verificou que uma nova formulação, contendo, como substrato de retenção e liberação, um copolímero à base de acetato de polietileno-polivinila, na dose de 100 µg de feromônio, apresentou maior atratividade para machos desta espécie e

que, em termos de longevidade, manteve uniformidade de atratividade por três semanas. Observou, também, que armadilhas “Cica-R” apresentaram raio de ação de 31,4 m e que a distância que minimizava a interferência entre armadilhas era de 27 m, possuindo representatividade para uma área de 2.189 m². Esses resultados permitiram a utilização de até cinco armadilhas por hectare para amostragens independentes.

Posteriormente, realizou-se o estudo de dosagens do componente principal sintético para o confundimento de machos da traça-do-tomateiro. As concentrações de 35 a 50 g/ha demonstraram capacidade de diminuir a orientação dos machos às fontes de feromônio, mas não permitiram redução da infestação ou frequência de acasalamentos da praga (Michereff Filho et al., 2000a). Atribuiu-se esta falha às doses utilizadas, à composição do feromônio e à alta densidade populacional da traça, ou à migração de fêmeas acasaladas para dentro da área tratada.

Utilizando o componente principal do feromônio sexual sintético 3E,8Z,11Z:14 Ac e permetrina como agente inseticida, Delmore (1999) investigou a técnica “atrai e mata”, em diferentes densidades de armadilhas. Verificou-se a incapacidade desta composição letal em reduzir as posturas e o nível de infestação por lagartas, em folhas, brotos terminais e frutos. Os insucessos, tanto com a técnica de interrupção de acasalamento quanto com a técnica de “atrai e mata” revelaram que alguns detalhes da biologia, do comportamento ou da ecologia química da praga são, ainda, desconhecidos.

Embora tenham produzido um apreciável acervo de informações, esses trabalhos não são suficientes para nortear a utilização prática de técnicas, que envolvam a coleta massal de machos para controle populacional de *T. absoluta* ou o estabelecimento de seu monitoramento. São necessários estudos complementares, que revelem os mecanismos de ação do feromônio sobre os

machos desta espécie, possibilitando, assim, o estabelecimento de uma estratégia específica de dispersão do feromônio como também para o estabelecimento da melhor formulação e determinação do número ótimo de armadilhas, para obtenção de uma coleta massal eficiente e para viabilização do sucesso no emprego de feromônio para posterior utilização no controle desta praga. Portanto, a obtenção de respostas a estes questionamentos constitui o objetivo do presente trabalho.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M.A. Agroecologia: a base científica da agricultura alternativa. AS-PTA/FASE. 240p. 1989.

ATTYGALLE, A.B.; JHAM, G.N.; SVATOS, A.; FRIGUETTO, R.T.S.; FERRARA, F.; E.F. VILELA; UCHÔA-FERNANDES, M.A.; MEINWALD, J. Tetradecatrienyl-acetate, major sex pheromone component of tomato pest *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, London, v.4, p.305-314, 1995.

ATTYGALLE, A.B.; JHAM, G.N.; SVATOS, A.; FRIGHETTO, R.T.S.; FERRARA, F.A.; VILELA, E.F.; UCHÔA-FERNANDES, M.; MEINWALD, J. Microscale, random reduction: application to the characterization of (3E,8Z,11Z) - 3,8,11-tetradecatrienyl acetate, a new lepidopteran sex pheromone. **Tetrahedron Letters**, Oxford, v.36, n. 31, p. 5471-5474, 1996.

BARBOSA, S.; FRANÇA, F.H. Pragas do tomateiro e seu controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n.6, p.37-40, 1980.

BARBOSA, L.V.; MALUF, W.R Controle genético da resistência de *Lycopersicon* spp. a traça-do-tomateiro [*Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)]. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 133, 1994.

BARBOUR, J.D.; FARRAR JUNIOR, R.R.; KENNEDY, G.G. Interaction of fertilizer regime with host-plant resistance in tomato. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrech v. 60, n. 3, p. 289-300, 1991.

BEROZA, M. Insect attractants are taking hold. **Agricultural Chemical**, n.15, p.37-40, 1960.

CARDÉ, R.T. **Principles of mating disruption**. In: RIDGAWAY, R.L. SILVERSTEIN, R.M. ; M.N. INSCOE (eds.). Behavior-modifying chemical for insect management . p. 47-71. Marcel Dekker Inc., New York. 1990.

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

CASTELO BRANCO, M. Flutuação populacional da traça-do-tomateiro no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.10, p. 33-34, 1992.

COSTA, J.S.; JUNQUEIRA, A.M.R.; SILVA, W.C.L.; FRANÇA, F.H. Impacto da irrigação via pivô-central no controle da traça-do-tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, n.1, p. 19-23, 1998.

DELMORE, L.R.K. **Oviposição de *Tuta absoluta* (Meyrick) em folhas de tomateiro e seu controle pela técnica Atrai & Mata**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 31p. 1999. (Tese - Mestrado). 1999.

FARRA JÚNIOR, R. R.; KENNEDY, G. 2- undecanona a constituent of the glandular trichomes of *Lycopersicum esculentum* f: *glabratum*: effects on *Heliothis zea* and *Manduca sexta* growth and survival. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v.43, n.1, p.17-23, 1987.

FERRARA, F.A. A. **Avaliação do componente principal sintético do feromônio sexual de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)**. Viçosa, 52p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, M.G., 1995.

FONTES, P.C.R.; NAZAR, R.A.; CAMPOS, J.P. Produção e rentabilidade da cultura do tomateiro afetados pela fertilização e pelo sistema de condução. **Revista Ceres**, Viçosa v. 34, n.194, p. 355-365. 1987.

FORNAZIER, M.J.; DESSAUNE FILHO, N.; PERREIRA, E.B. **Perdas ocasionadas pela traça-do-tomateiro *Scrobipalpuloides absoluta* em diversas variedades de tomate**. Cariacica: EMCAPA, 1986. 4p. (EMCAPA. Comunicado Técnico, 46).

FRANÇA, F.H.; CASTELO BRANCO, M. Ocorrência da traça-do-tomateiro (*Scrobipalpus absoluta*) em solanáceas silvestres no Brasil Central. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.10, p. 6-10, 1992.

FRANÇA, F.H.; VILLAS-BÔAS, G.L.; CASTELO BRANCO, M.; MEDEIROS, M.A. **Manejo Integrado de Pragas**. In: Silva, J.B.C. da ; L.B. Giordano (eds.), **Tomate para processamento industrial / Comunicação para transferência de tecnologia**, Brasília, EMBRAPA Hortaliças, p. 112-127, 2000.

GARCIA, M.A. **Arthropods in a tropical corn field: effects of weeds and insecticides on community composition.** p.619-634. In: PRICE, P.W.; LEWINSOLM, T.M.; FERNANDES, G.W.; BENSON W.W. (eds.) *Plant-animal interactions: Evolutionary ecology in tropical and temperate regions.* New York, John Wiley ; Sons, Inc, 510 p. 1981.

GIUSTOLIN, T.A. **Efeito dos aleloquímicos 2-tridecanona e 2-undecanona, presente em *Lycopersicon* spp. sobre a biologia da traça-do-tomateiro, *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lep., Gelechiidae).** Piracicaba, SP: ESAL/USP, 1991, 155p. Dissertação (Mestrado em Entomologia). 1991.

GRAVENA, S. **Manejo integrado de pragas do tomateiro.** In: *Anais Encontro Nacional de Produção e Abastecimento de Tomate, 2, Jaboticabal. Anais...* 1991.p.105-159.

GRIEPINK, F.C.; VAN BEEK, T.A.; POSTHUMUS, M.A.; GROOT, A.; VISSER, J.H.; VOERMAN, S. **Identification of the sex pheromone of *Scrobipalpuloides absoluta*: determination of the double position in triple unsaturated straight chain molecules by means of dimethyl disulphide derivation.** *Tetrahedron Letters*, Oxford, v.37, n.3, p. 411-414, 1996.

GUEDES, R.N.C.; PICANÇO, M.C.; MATIOLI, A.L.E.; ROCHA, D.M. **Efeito de inseticidas e sistemas de condução do tomateiro no controle de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae).** *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.23, n.2, p.321-325, 1994.

GUSMÃO, M.R. **Amostragem de *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) no tomateiro.** Viçosa, 2004, 83p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.

HAJI, F.N.P.; SOARES, J.M.; ANDRADE, M. **Influência da irrigação por aspersão no controle da traça-do-tomateiro.** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 2p. (Pesquisa em Andamento 56). 1989.

HAJI, F.N.P. **Manejo de pragas do tomateiro no submédio São Francisco,** p. 341-352. In: FERNANDES, O.A.; A.C.B. CORREA ; S.A. BORTOLI. *Anais... Jaboticabal.* 253p. 1990.

HAJI, F.N.P.; FREIRE, L.C.L., ROA, F.G.; SILVA, C.N.; SOUSA JÚNIOR; M.M.; SILVA, M.I.V. **Manejo integrado de *Scrobipalpuloides absoluta***

(Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) no Submédio São Francisco. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.24: p. 587-592, 1995.

HICKEL, E.R.; VILELA, E.F. Comportamento de chamamento e aspectos do comportamento de acasalamento de *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), sob condições de campo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.20, p.173-182, 1991.

HICKEL; E.R.; VILELA, E.F.; LIMA, J.O.G.; DELLA LUCIA. T.M.C. Comportamento de acasalamento de *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 26, p. 827-835. 1991.

HORA, R.C.; GOTO, R.; BRANDÃO FILHO, J.U.T. O lugar especial da produção de hortaliças no agronegócio. In. FNP (ed.). **Agrianual da Agricultura Brasileira**. FNP: São Paulo, p. 322-323. 2004.

IMENES, S.D.L.; CAMPOS, T.B.; TAKEMATSU, A.P.; BERGMANN, E.C.; SILVA, M.A.D. Efeito do manejo integrado na população de pragas e inimigos naturais na produção de tomate estaqueado. **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, v. 57, n. 1/2, p. 63-68, 1990.

JENKINS, J.W.; DOANE, C.C. SCHUSTER, D.J. MCLAUGHIN J.R.; JIMÉNEZ, M.J. Development and commercial application of sex pheromone for control of the tomato pinworm, p.270-279. In: R.M RIGGWAY, R. SILVERSTEIN ; M.N. INSCOE. (Eds.), **Behavior modifying chemical for insect management**. New York, Marcel Dekker. 431p. 1990.

LARA, F.M.; BORTOLI; S.A.; DE; BOIÇA JÚNIOR, A.L. Resistência de plantas a insetos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.140, p.23-29, 1986.

LEITE, D.; GROPPPO, G.A.; BRESCIANI, A.F.; HOPPE, J.E.M.; MARTINS, A.C.N. **Considerações preliminares do manejo integrado de pragas do tomateiro estaqueado na região de Capivari**. In: FERNANDES, O.A.; CORREA, D.C.B., BORTOLI, S.A. (eds.). **Manejo Integrado de Pragas e Nematóides**. Jaboticabal: UNESP, p. 221-236, 1990.

LEITE, G.L.D.; PICANÇO, M.C.; AZEVEDO, A.A.; GONRING, A.H.R. Efeito de tricomas, aleloquímicos e nutrientes na resistência de *Lycopersicon hirsutum* à traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.11, p.2059-2064, 1999.

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

LÔBO, A.P. **Avaliação de Componentes do Sistema de Monitoramento para *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae).** Viçosa, MG: UFV, 35p. Dissertação - 1999. (Tese - Mestrado).

LÖFSTEDT, C.; VAN DER PERS, J.N.C.; LÖFQVIST, J.; LANNE, B.S.; APPELGREN, M.; BERGSTRÖM, G.; THELIN, B. Sex pheromone components of turnip moth, *Agrotis segetum*: chemical identification, electrophysiological evaluation, and behavioral activity. *Journal of Chemical Ecology*, New York, n. 8, p. 1305-1322, 1982.

LÖFSTEDT, C.; ODHAM, G. Analyses of moth pheromone acetates by selected ion monitoring using electron impact and chemical ionization mass spectrometry. *Biomedical Mass Spectrometry*, London, n. 11, p. 106-113, 1984.

LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H.; ZULLO, M.A.T. Fontes de resistência a *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) em tomateiro. *Bragantia*, Campinas, v.3, n.2, p.569-577, 1984.

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

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

MAKISHIMA, N.; MIRANDA, J.E.C. **Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).** Brasília, EMBRAPA-CNPQ, 1992. 22p. (Instruções Técnicas, 11). 1992.

MICHEREFF FILHO, M.; VILELA, E.F.; RODRIGUES, R.; JHAM, G.N. Field trapping of tomato moth, *Tuta absoluta* with pheromones traps. *Journal Chemical Ecology*, New York, v.26, n.4, p. 875-881, 2000a.

- MICHEREFF FILHO, M.; VILELA, E.F.; JHAM, G.N.; ATTYGALLE, A. SVATOS, A.; MEINWALD, J. Initial studies of mating disruption of the tomato moth, *Tuta absoluta* using sex pheromone. **Journal Brazil Chemical Society**, Campinas, v.11, n.6, p. 621-628, 2000b.
- MIRANDA, M. M. M.; PICANÇO, M.; ZANUNCIO, J.C.; GUEDES, R.N.C. Ecological life table of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Biocontrol Science and Technology**, v. 8, p. 597-606, 1998.
- MIYAMOTO, A.N.; PICANÇO, M.C.; MADEIRA, N.R.; SILVA, D.J.H. E FALEIRO, F.G. Intensidade de ataque da traça-do-tomateiro, *Scrobipalpuloides absoluta* a *Lycopersicon esculentum* em quatro sistemas de manejo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.1, n. 2, p. 237-245, 1994.
- MOORE, J.E. Control of tomato leafminer (*Scrobipalpus absoluta*) in Bolivia. **Tropical Pest Management**, London, v. 29, p. 231-238, 1983.
- NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCCHI, R.A. **Entomologia Econômica**. São Paulo, SP. Ceres, 314p., 1981.
- PAULA, S.V. **Incidência de pragas e reflexos na produção do tomateiro em função da adoção de nível de controle e de faixas circundantes**. Viçosa, 90p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, M.G., 1997.
- PEDIGO, L.P. **Entomology and Pest Management**. New York: Macmillan, 1989, 646p.
- PICANÇO, M.; GUEDES, R.N.C.; LEITE, G.L.D.; FONTES, P.C.R.; SILVA, E.A. da. Incidência de *Scrobipalpuloides absoluta* em tomateiro sob diferentes sistemas de tutoramento e de controle químico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.13, p. 180-183, 1995.
- PICANÇO, M.; LEITE, G.; MADEIRA, N.R.; SILVA, D.J.H.; MIYAMOTO, A.N. Efeito do tutoramento do tomateiro e seu policultivo com milho no ataque de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) e *Helicoverpa zea* (Bod.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. Londrina, v. 25, n. 2, p. 175-180, 1996a.
- PICANÇO, M. C.; SILVA, E. A.; LÔBO, A. P.; LEITE, G. D. Adição de óleo mineral a inseticidas no controle de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Helicoverpa zea* (Bod.) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro.

Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, v.25, n.3, p. 495-499, 1996b.

PICANÇO, M.; FALEIRO, F.G.; PALLINI FILHO, A.; MATIOLI, A.L. Perdas na produtividade do tomateiro em sistemas alternativos de controle fitossanitário. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, n.2, p. 88-91, 1997.

PICANÇO, M.; LEITE, G.L.D.; GUEDES, R.N.C.; SILVA, E.A. Yield loss in trellised tomato affected by insecticides spray and plant spacing. **Crop Protection**, London, v.17, n.5, p. 447-452, 1998.

PICANÇO, M.; MARQUINI, F. Manejo integrado de pragas de hortaliças em ambiente protegido. In: Cultivo protegido de hortaliças em solo e hidroponia. **Informe Agropecuário**, Belo horizonte, n.20, p. 127-133, 1999.

PICANÇO, M.C.; GUEDES, R.N.C. Manejo integrado de pragas no Brasil: situação atual, problemas e perspectivas. **Ação Ambiental**, v.2, n.4, p.23-26, 1999.

PICANÇO, M.C.; GUSMÃO, M.R.; GALVAN, T.L. Manejo integrado de pragas de hortaliças. In: ZAMBOLIN, L. (Ed.). **Manejo integrado - doenças, pragas e plantas daninhas**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2000. p.275-324.

PRICE, P.W. **Insect Ecology**. 2 ed. New York, John Wiley ; Sons, 607p. 1984.

QUIROZ, C. Utilización de trampas com hembras vírgenes de *Scrobipalpus absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae) en estudios de dinámica de población. **Agricultura Técnica**, v. 63, p. 94-97, 1978.

RIDGWAY, R.L.; SILVERSTEIN, R.M.; INSCOE, M.N. **Behaviour-modifying chemicals of insect management: application of pheromones and other attractants**. New York: Marcel Dekker, 1990. 761p.

RODRIGUES, A.G.. **Sistema de produção para a cultura do tomate industria no Norte de Minas**. Bol Téc 42, EPAMIG, Belo Horizonte, 27p. 1992.

RODRIGUEZ, R.R.; RODRIGUEZ, J.M.T.; JUAN, J.A.M.S. **Cultivo Moderno del Tomate**. 2. Ed. Madrid Mundi-Prensa, 255p. 1997.

ROSSET, P.; DIAZ, I.; AMBROSE, R.; CANO, M.; VARELLA, G.; SNOOK,

- A. Evaluación y validez del sistema de policultivo de tomate y frijol como componente de um programa de manejo de plagas de tomate, en Nicaragua. **Turrialba**, Turrialba, v. 37, p. 55-92, 1987.
- SILVA, J.B.C.; GIORDANO L.B. **Produção Mundial e Nacional**, p.8-11. In: SILVA, J.B.C. DA; GIORDANO L.B. (eds.), **Tomate para processamento industrial / Comunicação para transferência de tecnologia**, Brasília, EMBRAPA Hortaliças, 168p. 2000.
- SIQUEIRA, H.A.A.; GUEDES, R.N.C.; PIKANÇO, M.C. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Agricultural and Forest Entomology**, Oxford, v.2, n.2, p. 147-153, 2000.
- SIQUEIRA, H.A.A.; GUEDES, R.N.; FRAGOSO, D.B.; MAGALHÃES, L.C. Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **International Journal of Pest Management**, London, n.47, p. 247-251, 2001.
- SVATOS, A.; ATTYGALLE, A.B.; JHAM, G.N.; FRIGUETTO, R.T.S.; VILELA, E.F.; SAMAN, D.; MEINWALD, J. Sex pheromone of tomato pest *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.22, n.4, p.787-900, 1996.
- TRUMBLE, J.T.; ALVARADO-RODRIGUEZ, B. Development and economic evaluation of an IPM program for fresh market tomato production in Mexico. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam v.43, n.3, p. 267-284, 1992.
- UCHOA-FERNANDES, M.A.; VILELA, E.F. Field trapping of tomato worm, *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) using virgin females. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.23, p. 271-276, 1994.
- VANDERMEER, J. **The ecology of intercropping**. Cambridge, New York, University Press, 237p. 1989.
- VILELA, E.F.; DELLA LUCIA, T.M.C. **Feromônios de insetos (biologia, química e emprego no manejo integrado de pragas)**. Viçosa, MG: UFV, 155p. 1987.

VILLAS-BÔAS, G.J. Métodos de controle de pragas em hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.7, n.1, p.3-6, 1989.

WRIGHT, R.H. After pesticides - what? **Nature**, n. 204, p. 123-124, 1964.

CAPÍTULO 2

LÔBO, Ailton Pinheiro. Efeito de densidades de armadilhas de feromônio sexual na coleta massal de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiros. 2005. Cap. 2, p. 27-59. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG³.

RESUMO

Avaliou-se a eficácia da coleta massal, por meio de diferentes densidades de armadilhas de feromônio, no controle de populações de *Tuta absoluta* (Meyrick) em tomateiros. Foram utilizadas quatro densidades com 0, 9, 25 e 49 armadilhas/há, com três repetições para o cultivo de inverno e quatro para o de verão. Cada armadilha continha 100 µg do componente principal sintético, o acetato de (3E, 8Z, 11Z)-3,8,11-tetradecatrienila e uma mistura de água e óleo (4:1) como mecanismo de retenção dos insetos. Como delineamento experimental, utilizaram-se medidas repetidas em diferentes períodos, por meio da amostragem de 50 plantas por repetição. A coleta de adultos foi feita, através de rede entomológica, no período de 12:00 às 18:00 horas. O período de cultivo de inverno foi caracterizado pela presença de baixa densidade populacional da praga, com coleta total de 14.214 machos, enquanto o período de cultivo de verão caracterizou-se pela maior densidade, tendo sido coletados cerca de 271.257 machos. No período de cultivo de inverno, utilizando-se a coleta massal de machos, foram obtidas reduções de até 56,5; 67,6 e 97,5% nos ovos encontrados em folhas; 70,4; 85,3 e 92,2% no número de lagartas; 43,2; 43,2 e 67,5% nos ápices caulinares broqueados; 65,9; 77,5 e 86,3% dos frutos broqueados; e 76,2; 85,7 e 82,5% na frequência de fêmeas acasaladas. Entretanto, acréscimo de até 72,56; 67,34 e 82,53% foram obtidos na razão sexual, respectivamente para as densidades de 9, 25 e 49 armadilhas/ha. Para o período de verão, verificaram-se reduções de até 33,9; 45,0 e 63,8% nos ovos encontrados em folhas; de 54,9; 53,0 e 72,6% no número de lagartas em folhas; de 20,8; 23,6 e 49,3% no número de ápices caulinares broqueados; de 42,9; 48,9 e 55,5% no número de frutos broqueados; de 50,0; 71,4 e 85,7% na frequência de fêmeas acasaladas. No entanto, acréscimos de até 19,9; 19,9 e 54,2%, foram obtidos na razão sexual dos adultos da traça para as densidades de 9, 25 e 49 armadilhas/ha, respectivamente.

³ Comitê de Orientação: Geraldo Andrade Carvalho – UFLA (Orientador);
Eraldo Rodrigues Lima – UFV (Co-Orientador).

CHAPTER 2

LOBO, Ailton Pinheiro. **Effect of trap density of sex pheromone in mass trapping of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in tomato plants.** 2005. Cap. 2, p. 27-59. Thesis (Doctorate Thesis on Entomology) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.⁴

ABSTRACT

This study was carried out to evaluate the effectiveness of the mass trapping through pheromone trappings in controlling the *Tuta absoluta* populations in tomato plants. Four densities were used with 0, 9, 25 and 49 trappings /ha, being three replicates for the winter and four replicates for summer croppings. Each trap was loaded with 100 µg of the main synthetic component, that is the (3E, 8Z, 11Z)-3,8,11 – tetradecathryenil acetate and an water-and-oil mixture (4:1) as a mechanism to retain the insects. The experimental design consisted of measures repeated over different periods, by sampling 50 plants for each replicate. The adult collection was performed by entomologic trap net over the period from 12:00 to 18:00 hrs. The winter cropping period was characterized by low density of the pest population with a total collection of 14,214 males, whereas the summer cropping period was characterized by a higher population density, since a total around 271,257 males were collected. In the winter cropping period, by using the mass male trapping, the following reductions occurred over the winter cropping period: 56.5, 67.6 and 97.5% in the eggs found on the leaves; 70.4, 85.3 and 92.2% in the caterpillar numbers; 43.2, 43.2 and 67.5% in the bored stem apexes; 65.9, 77.5 and 86.3% in the bored fruits; 76.2, 85.7 and 82.5% in frequency of the mated females. However, increases up to 72.56; 67.34 and 82.53% were obtained for sexual ratio for densities of 9, 25 and 49 trappings/ha, respectively. For the summer cropping period, there occurred the following reductions: up to 33.9, 45.0 and 63.8% in eggs found on the leaves; 54.9, 53.0 and 72.6% in caterpillar numbers on the leaves; 20.8, 23.6 and 49.3% in the number of the bored stem apexes; 42.9; 48.9 and 55.5% in the number of bored fruits; 50.0, 71.4 and 85.7% in frequency of the mated females. Though, increases up to 19.9, 19.9 and 54.2% were found in the sexual ratio of the tomato adult moth at the densities of 9, 25 and 49 trappings /ha, respectively.

⁴ Advising Committee: Geraldo Andrade Carvalho – UFLA (Adviser);
Eraldo Rodrigues de Lima – UFV (Coadviser).

1 INTRODUÇÃO

A traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) destaca-se como um dos principais problemas fitossanitários da tomaticultura na América do Sul, sendo considerada praga-chave no Brasil, por ocasionar perdas de até 100% na produção (Moore, 1983; Imenes et al., 1990; Haji et al., 1995; Picanço et al., 1995). As lagartas da traça-do-tomateiro causam injúrias às flores, folhas, hastes, brotos e, principalmente, aos frutos, constituindo fator primordial nas perdas de produção desta cultura (Picanço et al., 1996; Picanço et al., 1997; Picanço et al., 1998).

Um elevado número de aplicações de inseticidas associado ao aumento no custo de produção e seleção de populações resistentes a inseticidas foram relatados (Leite et al., 1990; Gravena, 1991; Siqueira et al., 2000; Siqueira et al., 2001), revelando a necessidade do desenvolvimento de técnicas alternativas de monitoramento e controle, no sentido de otimizar a eficiência e redução dos problemas relacionados ao combate desta praga.

Na última década, foi iniciado o estudo de um método de controle que utiliza a manipulação comportamental da traça, resultando na identificação do acetato de (3E,8Z,11Z)-3,8,11-tetradecatrienila como o componente principal do feromônio sexual deste inseto (Attygalle et al., 1995, Attygalle et al., 1996). Posteriormente, confirmou-se a presença de uma segunda molécula, o acetato de (3E,8Z)-3,8-tetradecadienila como componente secundário (Griepink et al., 1996; Svatos et al., 1996), possibilitando o início de testes para o controle da praga.

A expectativa é que a utilização de armadilhas de feromônio sexual sintético produza alteração da razão sexual, minimizando a frequência de acasalamentos, tendo impacto na população futura da praga. Desta forma, o presente trabalho foi realizado a fim de avaliar a hipótese de que é possível

exercer o controle deste inseto, através da coleta de machos por armadilhas de feromônio sexual sintético.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Áreas experimentais

Campos cultivados com tomateiros foram utilizados para o experimento de coleta massal de machos de *T. absoluta* em dois períodos de cultivos (inverno e verão), na região agrícola de Coimbra, município da Zona da Mata mineira, no ano de 2003.

Para o cultivo de inverno, o transplante das mudas foi realizado na primeira semana do mês de abril, sendo conduzido até o início do mês de agosto, quando foram realizadas as últimas colheitas. Três campos de aproximadamente 2,5 ha foram cultivados com o híbrido de tomateiro Débora Plus, sendo cada um dividido em quatro partes com de cerca de 0,62 ha cada uma.

Para o cultivo de verão, as mudas foram transplantadas no final do mês de agosto, sendo o experimento finalizado nos últimos dias do mês de dezembro. Foram utilizados quatro campos de tomateiro, os quais foram subdivididos em quatro áreas de aproximadamente 0,62 ha, sendo os tratamentos casualizados. Nos dois períodos de cultivos, a distância mínima entre blocos nunca foi inferior a 2 km. Para as plantas dos tomateiros, utilizou-se o espaçamento de 2,0 x 0,6 m permitindo atingir a altura de 1,7 m tutorado no sistema oblíquo, com arames e estacas de bambu.

O critério de seleção das áreas-teste baseou-se no tamanho suficiente para a realização do experimento, e emprego uniforme dos tratamentos fitossanitários. A partir destes critérios, assumiu-se que, no início, os campos de cultivos contendo os diferentes tratamentos estavam sob semelhante pressão

populacional de *T. absoluta* e que, se fossem registradas diferenças nas infestações ao longo do período de testes, essas ocorrências seriam relacionadas aos efeitos dos tratamentos da coleta massal.

O controle fitossanitário, a partir do transplântio, foi realizado mediante três pulverizações semanais preventivas, terrestres e em alto volume, bem como duas aplicações com misturas de fungicidas, espalhante adesivo e inseticida, cujos princípios ativos são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Inseticidas e fungicidas utilizados nas lavouras de tomateiro em Coimbra, MG, 2003.

Classes dos Praguicidas	Produtos utilizados
Inseticidas	Abamectin, acefato, alfacipermetrina, buprofezina, cipermetrina, clorfenapir, clorpirifós, deltametrina, imidaclopride, indoxacarbe, lambdacialotrina, metamidofós, permetrina, piriproxifen e tiametoxam
Fungicidas	Azoxistrobina, benomil, cimoxanil+manebe, clorotalonil, mancozebe, metalaxil+mancozebe, dimetomorfe, metconazole, oxicloreto de cobre, óxido cuproso, procimidone, propamocarbe, tebuconazole e tetraconazole

2.2 Armadilhas para coleta massal

As parcelas foram instaladas nos talhões de cultivo, após o transplântio das mudas, sendo as armadilhas colocadas a 0,2 m do nível do solo e,

periodicamente elevadas (Ferrara, 1995) de modo que estivessem, sempre, na altura média dos ápices caulinares dos tomateiros até o momento em que estes atingissem 1,7 m, altura definitiva do dossel. Foram utilizadas três densidades de armadilhas, sendo cada armadilha relacionada a 1.111,1 m² para a densidade de 9 armadilhas/ha; 400 m² para 25 armadilhas/ha e 204,08 m² para a densidade de 49 armadilhas/ha, tendo, respectivamente as distâncias de 33,3 m; 20 m e 14,3 m entre armadilhas.

Utilizou-se o modelo de armadilha tipo “pote” com capacidade de 1 kg (9 cm de diâmetro por 14 cm de altura), no qual foram recortadas duas janelas de 5 x 9 cm, diametralmente, opostas. Septos de borracha vermelha impregnados com 100 µg do componente principal sintético, o acetato de (3E, 8Z, 11Z)-3,8,11- tetradecatrienila (Isca Tecnologias Ltda.) com 97% de pureza, foram fixados no interior das armadilhas a uma distância de 12 mm do líquido de retenção dos insetos. Este líquido foi constituído por uma mistura de 50 ml de óleo de soja e 200 ml de água, sendo que, após alcançado o equilíbrio, o óleo ocupa a superfície, reduzindo a taxa de evaporação da água, servindo também como meio de captura dos adultos da traça. A troca dos septos e do líquido de retenção foi feita mensalmente, sendo também contabilizado, nessa ocasião, o número de machos de *T. absoluta* capturados.

2.3 Avaliação da coleta massal

A dinâmica populacional da traça-do-tomateiro, nos tratamentos, foi determinada por meio de avaliações quinzenais da presença de ovos, minas com lagartas, e ápices caulinares e frutos broqueados. Duas folhas do tomateiro completamente expandidas foram vistórias, sendo uma delas no terço superior e a outra no terço mediano, segundo a metodologia de Gonring (2004). A porcentagem de frutos broqueados foi avaliada em dois cachos, por planta, que

apresentavam frutos com diâmetros em torno de 3 cm. Na época da realização das primeiras avaliações, foi considerado apenas um cacho por planta. O ataque de lagartas da traça-do-tomateiro nos ápices caulinares foi evidenciado pela presença de fezes escuras, que contrastavam com o verde-claro das hastes do tomateiro. Esses exames foram realizados no centro de cada parcela, sendo considerados cinco pontos tomados ao acaso, avaliando-se, em cada um, dez plantas de tomateiro, totalizando 50 plantas por tratamento.

Para a determinação da razão sexual e frequência de fêmeas acasaladas na época de maior densidade populacional da traça-do-tomateiro, 50 adultos foram coletados para cada repetição, no horário de 12:00 às 18:00 horas, através de rede entomológica no centro de cada parcela, sendo então dissecados sob microscópio estereoscópico (40x). Na época de menor densidade, as buscas por adultos eram mantidas até atingir 30 indivíduos por repetição, para cada tratamento. Este procedimento foi iniciado antes da instalação das armadilhas em campo, e continuado até a fase final da colheita. O sexo de cada adulto foi confirmado pela presença de órgãos típicos como ovários ou testículos. Para a determinação da frequência de fêmeas acasaladas, o *status* reprodutivo foi verificado pela presença de espermátóforo, que se apresenta opaco na bolsa copuladora hialina das fêmeas, quando observada com auxílio de luz transmitida.

2.4 Análise dos dados

Foi utilizado o delineamento experimental de medidas repetidas, sendo realizadas diversas avaliações da eficiência da coleta massal ao longo do tempo. Os campos de cultivo do tomateiro foram divididos em quatro áreas de igual tamanho e casualizadas as posições dos tratamentos, contendo cada plantio de

um mesmo proprietário. As amostragens foram realizadas em dois períodos distintos: a cada vinte e um dias no cultivo de inverno e quinzenalmente no cultivo de verão. Avaliaram-se o número de ovos por folha, número de lagartas por folha, porcentagem de frutos broqueados, frequência de fêmeas acasaladas e a razão sexual, para cada tratamento.

Os valores do número de ovos por folha, número de lagartas por folha, porcentagem de frutos broqueados, frequência de fêmeas acasaladas e razão sexual foram submetidos ao teste de Lilliefors para normalidade e ao teste de Bartlett para avaliar a homogeneidade da variância dos erros. Os dados representados em porcentagem foram transformados em arco-seno ($\arcsin(x/100)$) e os de contagem, para raiz $(x+1)$, a fim de assegurar as pressuposições da análise de variância (Ribeiro Júnior, 2001). Os dados foram, então, submetidos à análise de variância de medidas repetidas, em razão de as medidas terem sido realizadas nas mesmas repetições, em diferentes períodos, evitando-se o problema de pseudorreplicação no tempo. Essas análises foram executadas utilizando-se o procedimento PROC ANOVA do programa estatístico SAS (Sas Institute, 1989), conforme sugerido por Von Ende (1993).

Três hipóteses gerais foram consideradas, em cada análise: paralelismo, horizontalidade e níveis (Von Ende, 1993). No caso do paralelismo, foi testada a interação tempo x tratamentos (densidade de armadilhas). Se a interação não foi significativa, as retas dos efeitos dos tratamentos através do tempo foram paralelas. A horizontalidade expressou a significância do efeito do tempo, enquanto o efeito dos níveis funcionou como um teste entre tratamentos.

3 RESULTADOS

3.1 Cultivo de inverno

A coleta massal de machos de *T. absoluta* por armadilhas de feromônio foi desenvolvida como meio de controle para esta mariposa em três cultivos de tomateiros no período de inverno, resultando uma coleta total de 14.214 machos.

O padrão geral da dinâmica populacional da traça, durante o período, apresentou três fases distintas, sendo a primeira caracterizada pelo decréscimo populacional até à terceira semana do transplântio dos tomateiros, seguida de estabilização em níveis muito baixos até à décima segunda semana, que coincidiu com o período de baixas temperaturas, culminando com o aumento populacional, correspondendo ao aumento da temperatura e período isento de chuvas até à décima oitava semana, quando foi finalizado o cultivo. Em função do número total de machos capturados, associado às características climatológicas do período, a densidade populacional da traça-do-tomateiro foi considerada baixa, o que inviabilizou a realização da avaliação da razão sexual do inseto até à nona semana, após a qual houve maior ocorrência de adultos.

A dinâmica da razão sexual de adultos da traça-do-tomateiro foi semelhante para todos os tratamentos, ao longo do período de cultivo (interação tempo x densidade de armadilhas não-significativa) sendo paralelas as retas ($F=4,14$; $gl_{(num/den)} = 24/9$; $p = 0,003$). A razão sexual foi crescente, durante todo o período, para os tratamentos de 9, 25 e 49 armadilhas/ha, enquanto na testemunha, esta característica oscilou em torno de 50% (efeito do tempo significativo) ($F=7,97$; $gl_{(num/den)} = 24/3$; $p < 0,003$). O efeito dos níveis dos diferentes tratamentos foi significativo, evidenciando o poder da coleta massal, em todas as densidades testadas, em reduzir a população dos machos da traça-do-tomateiro ($F=7,74$; $gl_{(num/den)} = 8/3$; $p=0,01$) (Figura 1).

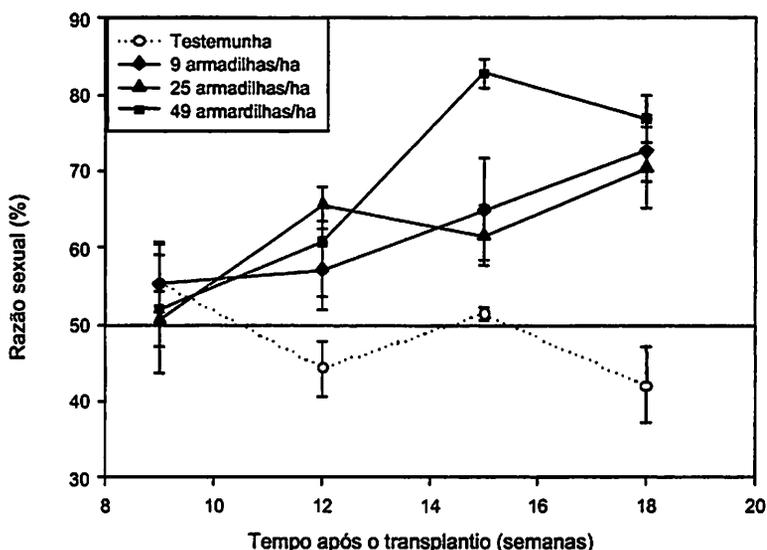


FIGURA 1. Dinâmica da razão sexual de populações de adultos de *Tuta absoluta* submetidas a diferentes densidades de armadilhas de coleta massal, no período de cultivo de inverno. Os círculos, losangos, triângulos e quadrados simbolizam as médias (n=3), sendo as barras a representação dos erros-padrão.

A flutuação da frequência de fêmeas acasaladas foi semelhante para todos os tratamentos (interação tempo e densidades de armadilhas não significativa), sendo paralelas as retas frequência de acasalamentos dos tratamentos ($F=0,68$; $gl_{(num/den)} = 24/9$; $p = 0,72$). A frequência de fêmeas acasaladas foi crescente para os tratamentos (efeito do tempo significativo) ($F=4,29$; $gl_{(num/den)} = 24/3$; $p < 0,02$), mas em níveis significativamente diferentes ($F=34,84$; $gl_{(num/den)} = 8/3$; $p < 0,0001$) (Figura 2). Este fato evidencia o poder da coleta massal em reduzir acasalamentos da traça-do-tomateiro.

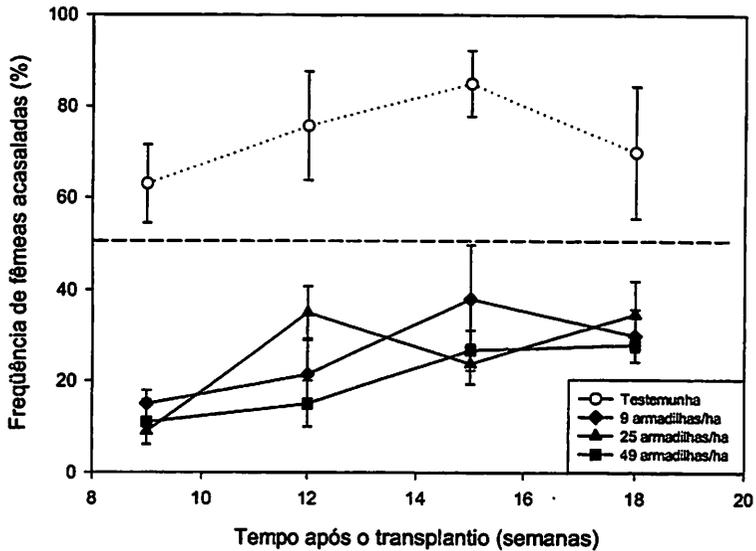


FIGURA 2. Dinâmica da frequência de fêmeas acasaladas de populações de adultos de *Tuta absoluta* submetidas a diferentes densidades de armadilhas de coleta massal, no período de cultivo de inverno. Os círculos, losangos, triângulos e quadrados simbolizam as médias ($n=3$), sendo as barras representações dos erros-padrão.

A dinâmica de posturas dos diferentes tratamentos foi, em geral, diferente, sendo as retas da oviposição dos tratamentos consideradas não paralelas e, portanto, distintas ($F=6$; $gl_{(num/den)}=48/6$; $p<0,0001$). As posturas encontradas nos diferentes tratamentos foram crescentes, ao longo do cultivo, sendo essas retas consideradas não horizontais ($F=38,54$; $gl_{(num/den)}=48/6$; $p<0,0001$). A postura ocorreu, em diferentes níveis, nos diferentes tratamentos ($F=6,88$; $gl_{(num/den)}=8/3$; $p=0,0132$), indicando diferenças na eficiência dos tratamentos em reduzir as posturas. O poder da coleta massal em reduzir as

posturas foi evidenciado, mediante a redução no número de ovos em relação à primeira semana, em que ainda não tinham sido instaladas as armadilhas. A testemunha apresentou menor queda de postura, no período subsequente à instalação das armadilhas, coincidindo com o aumento de temperaturas baixas (Figura 3).

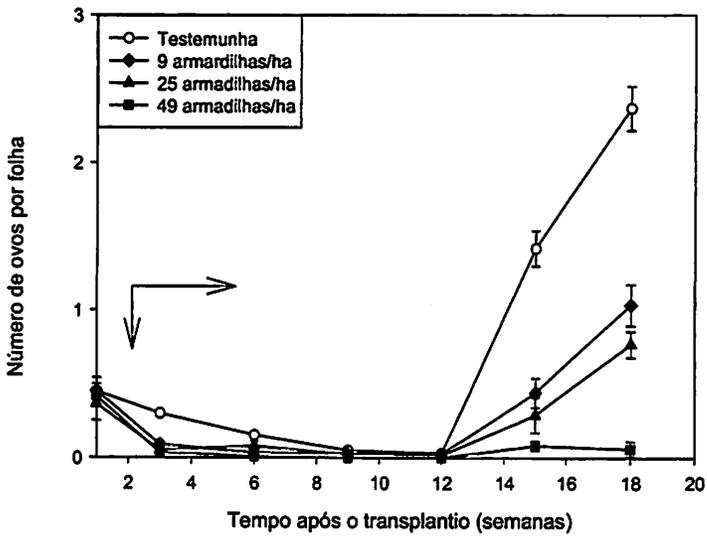


FIGURA 3. Dinâmica de oviposição de *Tuta absoluta* em tomateiros sob diferentes densidades de armadilhas para coleta massal, no período de cultivo de inverno. As setas indicam o momento de instalação das armadilhas de feromônio. Os círculos, losangos, triângulos e quadrados simbolizam as médias ($n=3$), sendo as barras representações dos erros-padrão.

A flutuação populacional de lagartas diferiu entre os tratamentos, não sendo paralelas as retas dessa dinâmica ($F=2,93$; $gl_{(num/den)}=48/18$; $p=0,0032$). A população de lagartas foi crescente para os diferentes tratamentos, tendo sido as retas dos tratamentos consideradas não horizontais ($F=25,24$; $gl_{(num/den)}=48/6$; $p<0,0001$). Também ocorreu diferença significativa entre os níveis dos tratamentos quanto à dinâmica de ataque das lagartas às folhas do tomateiro, evidenciando o poder da coleta massal em controlar a traça-do-tomateiro. ($F=5,01$; $gl_{(num/den)}=8/3$; $p<0,0304$) (Figura 4).

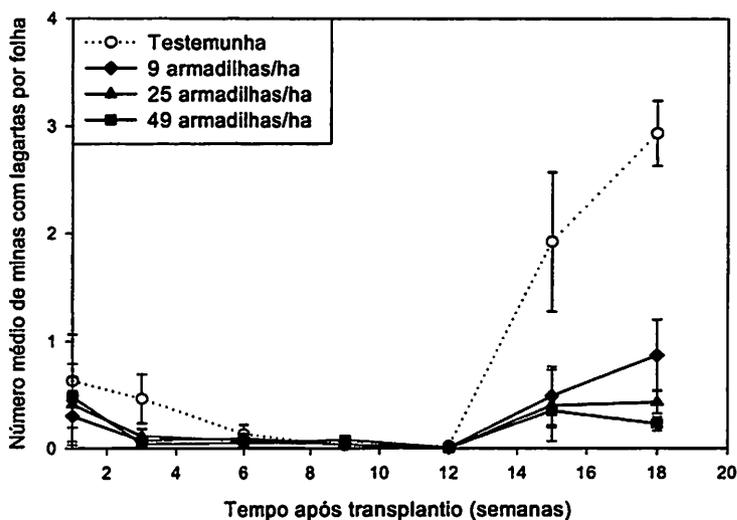


FIGURA 4. Dinâmica populacional de lagartas de *Tuta absoluta* em folhas de tomateiros sob diferentes densidades de armadilhas para coleta massal, no período de cultivo de inverno. As setas indicam o momento de instalação das armadilhas de feromônio. Os círculos, losangos, triângulos e quadrados simbolizam as médias ($n=3$), sendo as barras representações dos erros-padrão.

A flutuação na porcentagem de ápices caulinares broqueados foi semelhante em todos os tratamentos, sendo paralelas as retas da dinâmica de ataque das lagartas a essas estruturas ($F=1,37$; $gl_{(num/den)}=48/18$; $p=0,2419$). O comportamento de ataque aos ápices caulinares foi crescente, ao longo do cultivo, sendo as retas dos tratamentos consideradas não horizontais ($F=44,62$; $gl_{(num/den)}=48/6$; $p<0,0001$). Houve diferença significativa entre os níveis dos tratamentos quanta à dinâmica de ataque das lagartas às folhas ($F=6,66$; $gl_{(num/den)}=8/3$; $p<0,0145$), evidenciando o poder da coleta massal em reduzir ataques a estas estruturas (Figura 5).

Não foi medida a produção final para cada tratamento, mas acredita-se que a coleta massal contribuiu, indiretamente, para manutenção dos níveis de produção por minimizar o ataque aos ápices caulinares. O ataque severo aos ápices caulinares na fase vegetativa e parte da fase reprodutiva, pode provocar superbrotação nas plantas, resultando no desvio da energia direcionada à formação de frutos (Souza et al., 1992).

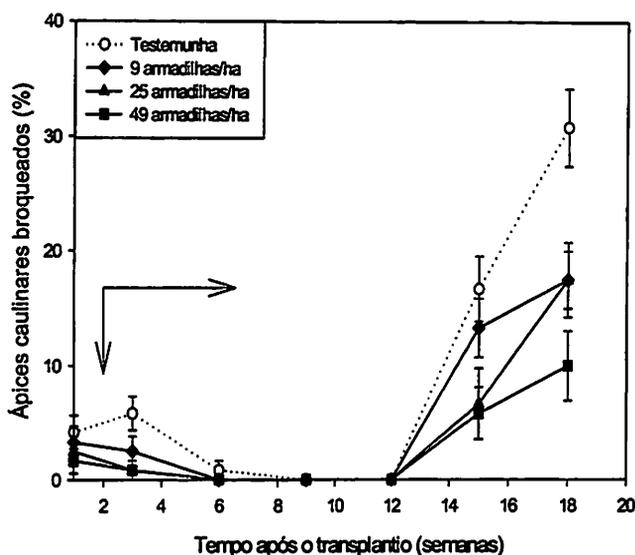


FIGURA 5. Dinâmica do ataque de lagartas de *Tuta absoluta* aos ápices caulinares de tomateiros sob diferentes densidades de armadilhas para coleta massal, no período de cultivo de inverno. As setas indicam o momento de instalação das armadilhas de feromônio. Os círculos, losangos, triângulos e quadrados simbolizam as médias ($n=3$), sendo as barras representações dos erros-padrão.

A flutuação de ataques aos frutos foi semelhante em todos os tratamentos, tendo sido paralelas as retas da dinâmica de ataque das lagartas aos frutos ($F=1,56$; $gl_{(num/den)}=24/9$; $p=0,1842$). O ataque aos frutos foi crescente para todos os tratamentos, tendo sido as retas da dinâmica de ataque das lagartas aos frutos consideradas não horizontais ($F=27,14$; $gl_{(num/den)}=24/3$; $p<0,0001$). O efeito dos níveis dos diferentes tratamentos foi significativo, evidenciando o poder da coleta massal em reduzir as perdas dos frutos ($F=18,55$; $gl_{(num/den)}=8/3$; $p=0,0006$) (Figura 6).

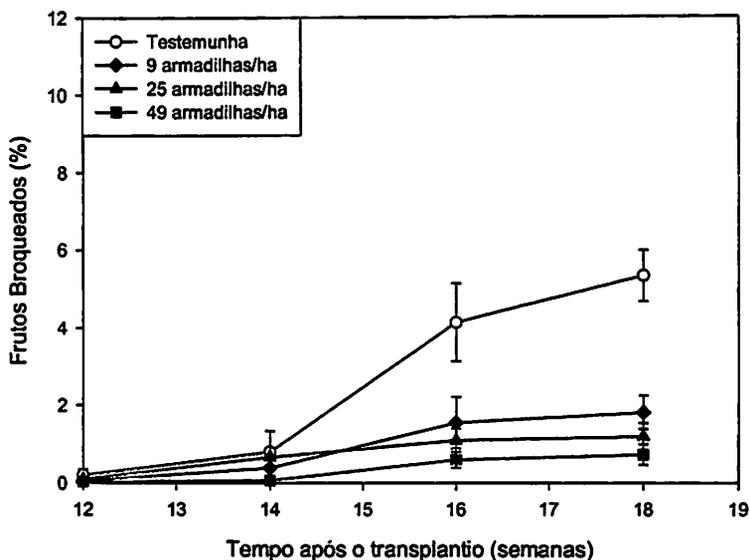


FIGURA 6. Dinâmica de ataque de *Tuta absoluta* aos frutos do tomateiro sob diferentes densidades de armadilhas para coleta massal, no período de cultivo de inverno. Os círculos, losangos, triângulos e quadrados simbolizam as médias (n=3), sendo as barras representações dos erros-padrão.

3.2 Cultivo de verão

A coleta massal de machos de *T. absoluta* por armadilhas de feromônio foi realizada, para controle desta mariposa em quatro cultivos de tomateiros no período de verão, resultando uma coleta total de 271.257 machos.

O padrão geral da dinâmica populacional no período de verão foi de crescimento contínuo, combinado ao aumento da temperatura e períodos de poucas precipitações pluviométricas até à décima-quinta semana, quando foi finalizado o cultivo. Em função do número total de machos capturados,

associado às características climatológicas do período, a densidade populacional da traça-do-tomateiro foi considerada alta.

A dinâmica da razão sexual dos diferentes tratamentos não foi semelhante, sendo as retas da razão sexual consideradas não paralelas e, portanto, distintas ($F=4,08$; $gl_{(num/den)}=48/18$; $p<0,0001$). A razão sexual foi crescente ao longo do cultivo do tomateiro. A razão sexual foi crescente, ao longo do período, para todos os tratamentos sendo as retas da razão sexual consideradas não horizontais ($F=4,82$; $gl_{(num/den)}=48/6$; $p=0,0006$). Foi observado efeito significativo dos diferentes níveis dos tratamentos na razão sexual ($F=8,76$; $gl_{(num/den)}=8/3$; $p=0,0066$), indicando diferenças de eficiência dos tratamentos em reduzir o número de machos de *T. absoluta* da população. O poder da coleta massal em eliminar machos da traça-do-tomateiro foi evidenciado no período subsequente à instalação das armadilhas, mediante o aumento da razão sexual, para o tratamento de 49 armadilhas/ha. A testemunha não apresentou alteração apreciável da razão sexual, para o mesmo período (Figura 7).

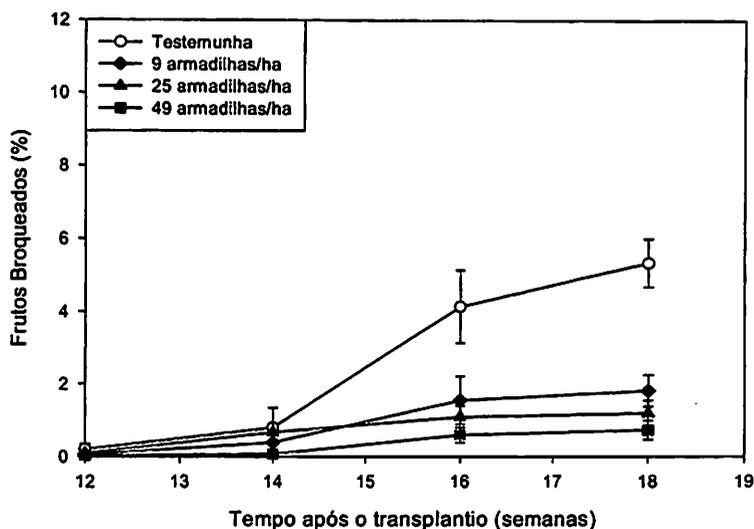


FIGURA 7. Dinâmica da razão sexual de populações de adultos de *Tuta absoluta* submetidas a diferentes densidades de armadilhas de coleta massal, no período do cultivo de verão. Os círculos, losangos, triângulos e quadrados simbolizam as médias (n=4), sendo as barras representações dos erros-padrão.

A flutuação da frequência de fêmeas acasaladas ao longo do cultivo foi semelhante entre tratamentos, sendo as suas retas consideradas paralelas ($F=1,68$; $gl_{(num/den)}=48/18$; $p=0,0781$). O efeito do tempo na frequência de fêmeas acasaladas foi significativo, sendo as retas consideradas não horizontais ($F=4,66$; $gl_{(num/den)}=48/6$; $p=0,0008$). Constatou-se efeito significativo dos diferentes níveis dos tratamentos na frequência de fêmeas acasaladas ($F=14,98$; $gl_{(num/den)}=8/3$; $p=0,0012$), indicando diferenças na eficiência dos tratamentos em minimizar acasalamentos de *T. absoluta*. O poder da coleta massal em

reduzir acasalamentos da traça-do-tomateiro foi evidenciado no período subsequente à instalação das armadilhas através da redução da frequência de fêmeas acasaladas. A testemunha não apresentou alteração apreciável desta característica biológica, para o mesmo período (Figura 8).

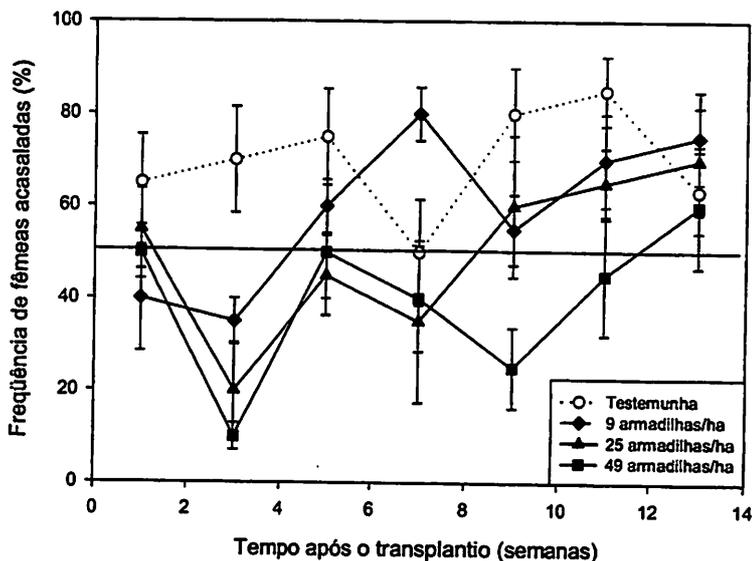


FIGURA 8. Dinâmica da frequência de fêmeas acasaladas de populações de *Tuta absoluta* submetidas a diferentes densidades de armadilhas de coleta massal, no período do cultivo de verão. Os círculos, losangos, triângulos e quadrados simbolizam as médias ($n=4$), sendo as barras representações dos erros-padrão.

A dinâmica de postura da traça-do-tomateiro no cultivo de verão foi semelhante, para todos os tratamentos, tendo sido as retas da dinâmica de posturas consideradas paralelas ($F=1,97$; $gl_{(num/den)}=72/18$; $p=0,066$). As posturas foram crescentes ao longo do período de cultivo, para todos os

tratamentos, sendo suas retas consideradas não horizontais ($F=27,96$; $gl_{(num/den)} = 72/6$; $p < 0,0001$). Observou-se efeito significativo dos diferentes níveis dos tratamentos na oviposição de *T. absoluta* ($F=9,11$; $gl_{(num/den)} = 12/3$; $p=0,002$), indicando diferenças na eficiência dos tratamentos em reduzir as posturas das populações (Figura 9).

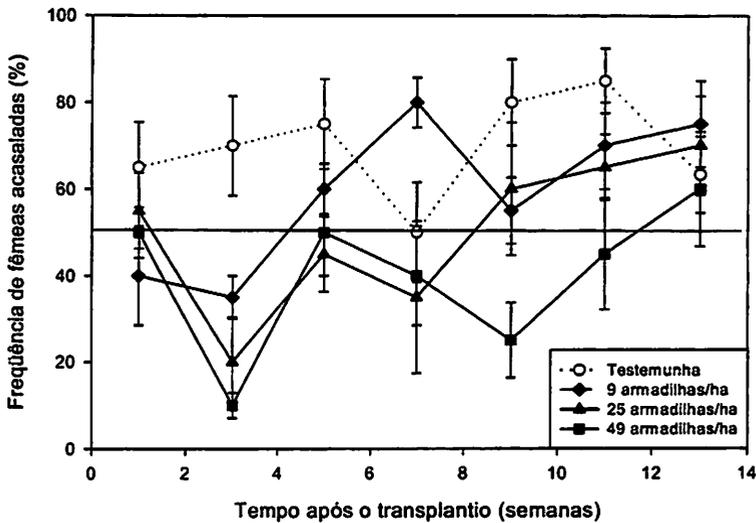


FIGURA 9. Dinâmica de oviposição de populações de *Tuta absoluta* submetidas a diferentes densidades de armadilhas de coleta massal, no período do cultivo de verão. Os círculos, losangos, triângulos e quadrados simbolizam as médias ($n=4$), sendo as barras representações dos erros-padrão.

A flutuação populacional de lagartas foi semelhante em todos os tratamentos, sendo as retas da dinâmica populacional de lagartas consideradas paralelas ($F=1,13$; $gl_{(num/den)} = 72/18$; $p=0,3707$). A população de lagartas foi crescente ao longo do período de cultivo, sendo suas retas consideradas não

horizontais ($F=33,65$; $gl_{(num/den)}=72/6$; $p<0,0001$). Houve efeito significativo dos diferentes níveis dos tratamentos na oviposição de *T. absoluta* ($F=7,11$; $gl_{(num/den)}=12/3$; $p=0,0053$), indicando diferenças na eficiência dos tratamentos quanto a redução das populações de lagartas (Figura 10).

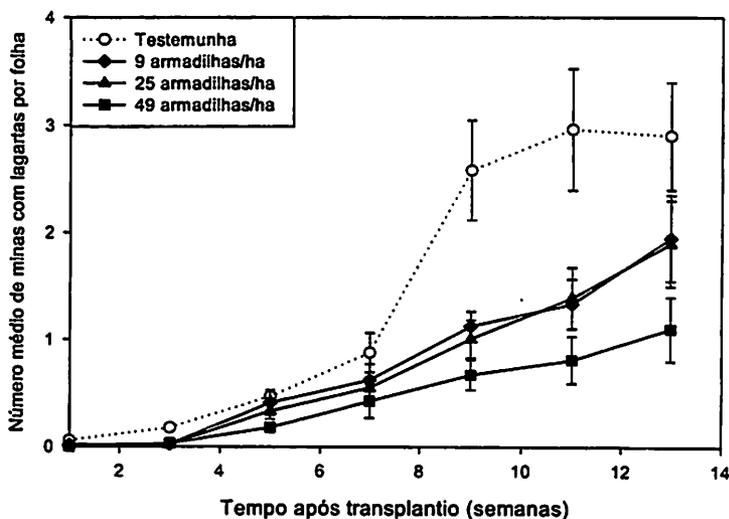


FIGURA 10. Dinâmica de lagartas de populações de *Tuta absoluta* submetidas a diferentes densidades de armadilhas de coleta massal, no período do cultivo de verão. Os círculos, losangos, triângulos e quadrados simbolizam as médias ($n=4$), sendo as barras representações dos erros-padrão.

A flutuação de ataques aos ápices caulinares dos tomateiros foi semelhante para todos os tratamentos, sendo as retas paralelas ($F=1,17$; $gl_{(num/den)}=72/18$; $p=0,3387$). O ataque aos ápices caulinares foi crescente para todos os tratamentos, sendo suas retas consideradas não horizontais ($F=83,48$; $gl_{(num/den)}=72/6$; $p<0,0001$). Houve efeito significativo dos diferentes níveis dos

tratamentos na porcentagem de ápices caulinares broqueados ($F=3,69$; $gl_{(num/den)}=12/3$; $p=0,0433$), indicando diferenças na eficiência dos tratamentos em reduzir os ataques aos ápices caulinares (Figura 11).

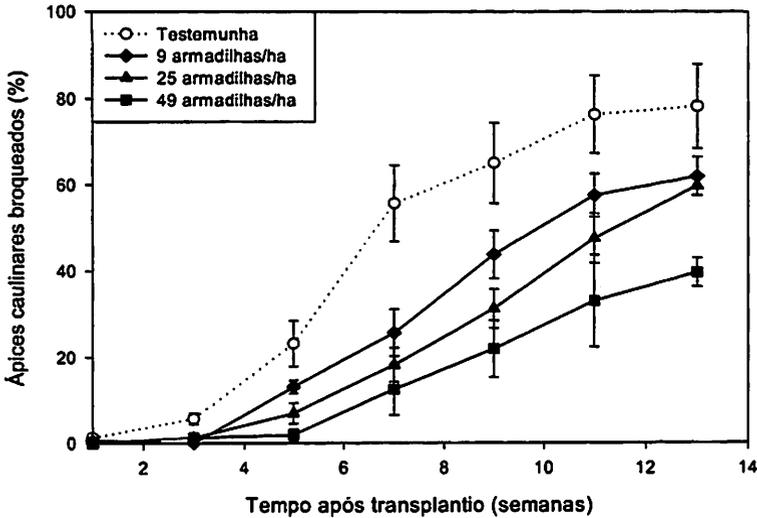


FIGURA 11. Dinâmica do ataque de lagartas aos ápices caulinares de populações de *Tuta absoluta* submetidas a diferentes densidades de armadilhas de coleta massal, no período do cultivo de verão. Os círculos, losangos, triângulos e quadrados simbolizam as médias ($n=4$), sendo as barras representações dos erros-padrão.

A flutuação de ataque aos frutos foi semelhante em todos os tratamentos, sendo as retas consideradas paralelas ($F=1,06$; $gl_{(num/den)}=48/12$; $p=0,4138$). A porcentagem de perdas dos frutos foi crescente ao longo do período de cultivo, sendo consideradas não horizontais ($F=64,72$; $gl_{(num/den)}=48/4$; $p<0,0001$). Houve efeito significativo dos diferentes níveis de tratamento na porcentagem de

frutos broqueados ($F=4,34$; $gl_{(num/den)}=12/3$; $p=0,0273$), indicando diferenças na eficiência dos tratamentos em quanto à diminuição dos frutos (Figura 12).

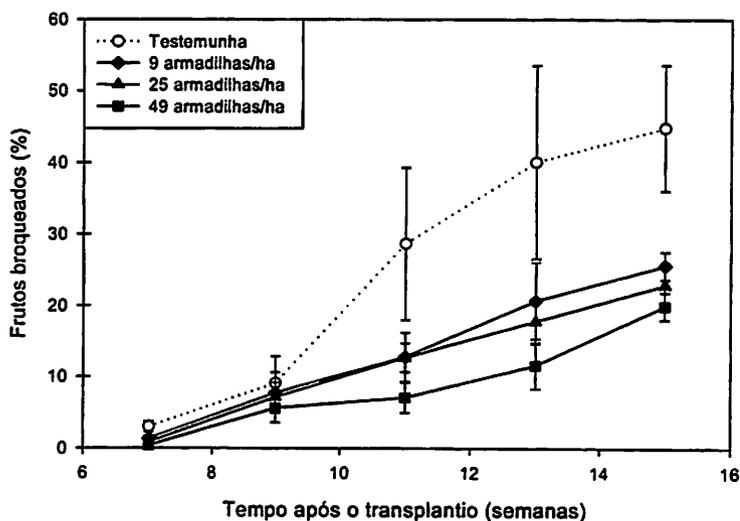


FIGURA 12. Dinâmica do ataque de lagartas aos frutos de tomateiros de populações de *Tuta absoluta*, submetidas a diferentes densidades de armadilhas de coleta massal, no período do cultivo de verão. Os círculos, losangos, triângulos e quadrados simbolizam as médias ($n=4$), sendo as barras representações dos erros-padrão.

4 DISCUSSÃO

A eficiência da coleta massal para controle da *T. absoluta* demonstrou estar relacionada, diretamente, com a densidade de armadilhas utilizada. A maior densidade de armadilhas (49 arm./ha) apresentou, em geral, maior poder de redução das perdas, pois, reduziu significativamente a frequência de fêmeas acasaladas, aumentando a razão sexual da população da traça-do-tomateiro. Entretanto, o resultado final não foi satisfatório, pois, a maioria dos níveis de perdas de frutos esteve acima de 4,86%, correspondendo ao nível de dano econômico (Gonring, 2004), indicando, portanto, a necessidade de melhoria da coleta massal. Embora não descartando a influência da migração de fêmeas acasaladas, este é um problema intrínseco da técnica de coleta massal e deve ser considerado, indicando-se o seu uso para plantios mais isolados, ou para áreas mais extensas, que minimizem este fato.

É possível atuar de duas formas, para alcançar esta melhoria: aumentar a densidade de armadilhas, por unidade de área, ou aumentar o poder de competição da formulação sintética. O aumento da densidade de armadilhas, acima das 49 armadilhas/ha testadas, pode prejudicar a praticidade desta técnica e, até mesmo inviabiliza-la economicamente, além de ser pouco atrativo para os agricultores que utilizam plantios em grandes áreas, acarretando uma multiplicação de suas atividades diárias. A melhor alternativa consiste em aumentar o poder de competição das formulações de feromônios, a fim de evitar acasalamentos e promover capturas intensas de machos virgens, provocando, assim, elevada competição entre as fêmeas.

O poder de atração ou de competição parece limitado, quando se utiliza apenas o componente principal como atrativo da formulação, ocorrendo, às vezes, acasalamentos marginais, conforme demonstrado pela flutuação da

freqüência de fêmeas acasaladas, embora tenha ocorrido apreciável redução da população dos machos, principalmente no período de menor densidade populacional (início do plantio da cultura). Como sinalização do baixo poder de competição da formulação que utiliza apenas o componente principal, foram verificados casais em cópula nas imediações das armadilhas. É possível que as armadilhas, contendo apenas o componente principal, recrutassem machos a longas distâncias. Entretanto, estes eram desviados para as fêmeas, quando se aproximavam das armadilhas, graças à percepção pelos machos do segundo componente liberado, apenas, pelas fêmeas. Desta forma, a utilização de uma mistura completa deve ser considerada em trabalhos, que busquem efetivo poder de atratividade, como é próprio da coleta massal.

A ocorrência de injúrias nas situações de reduzida população de machos (elevado nível de razão sexual) sugere um poder apreciável de reacasalamentos dos machos da traça-do-tomateiro. Desconhece-se a expectativa de vida dos machos deste inseto em campo, mas, em laboratório, verifica-se que eles sobrevivem de 13 a 15 dias (Giustolin & Vendramim, 1996). Teoricamente, este fato sugere que os machos podem apresentar em torno de 12 a 14 acasalamentos, ao longo da vida, considerando-se a realização de um acasalamento por dia, após 24 horas da emergência (Hickel & Vilela, 1991). Na prática, no entanto, fatores bióticos e abióticos reduzem a expectativa de vida potencial dos adultos dos lepidópteros para números inferiores. Por exemplo, foi encontrado para *Conopomopha cramerella* (Snellen) (Lepidoptera: Gracillaridae) com 7,5 dias em média de expectativa de vida real para 15 dias em termos de potencial (Day, 1985, citado por Beever et al., 1993).

A indução da hipótese do potencial de reacasalamentos dos machos de *T. absoluta*, motivada por este trabalho, é reforçada por observações preliminares em que machos desta espécie conseguem reacasalar até 7 vezes, com pequena

redução na fertilidade dos ovos. Este fato tem implicações práticas para a coleta massal deste gelequídeo. Granett (1974) citado por Bento (2001) sugeriu que, para espécies que apresentam um “potencial de acasalamentos múltiplos” igual a 7, é necessário destruir cerca de 85% dos machos da população para a realização eficiente da coleta massal. Isto reforça a necessidade de melhorar o potencial de competição das formulações do feromônio sintético.

Sabe-se que o acréscimo do componente secundário do feromônio sexual de *T. absoluta* não favorece o aumento de capturas, em relação ao uso isolado do componente principal (Michereff Filho et al., 2000b). Entretanto, não se sabe se o acréscimo deste componente favorece o aumento do poder de competição, por permitir encobrir a pluma natural de feromônio, evitando os acasalamentos marginais. Por outro lado, o acréscimo do componente secundário à formulação pode permitir um maior poder de competição das formulações sintéticas em relação às fêmeas nativas quanto à captura de machos já acasalados, que também contribuem muito para o crescimento populacional da traça-do-tomateiro.

A ocorrência de acasalamentos próximos às armadilhas pode sugerir que, devido à falta do componente secundário, os machos já acasalados desviam-se da rota da fonte sintética e buscam a trilha da fonte natural das fêmeas, como reflexo de um possível aprendizado. Os machos que conseguem sucesso num acasalamento tendem, sempre, a preferir uma fonte igual à primeira, onde obtiveram sucesso. Isto redireciona a idéia de que a formulação deve exercer, essencialmente, capturas de machos virgens, mas leva a crer que o poder de competição das formulações sintéticas deve, também, ser maior para machos já acasalados. A ocorrência de aprendizagem no comportamento dos insetos fitófagos tem sido demonstrada para várias atividades específicas de suas vidas, incluindo alimentação, escolha de habitat, seleção de hospedeiros e relações sociais (Papaj & Prokopy, 1989).

O poder de recrutamento das formulações quando se utiliza a borracha vermelha como material evaporador, que é um material muito barato facilmente disponível, deve ser também considerado para a melhoria da capacidade de competição das formulações sintéticas sobre as fêmeas da traça-do-tomateiro. A formulação, contendo 100 µg do componente principal, demonstrou elevada estabilidade ao longo de 1 ano de exposição, em condições de campo (Leandro Mafra – Isca Tecnologias, em comunicação pessoal) mas, com características indesejáveis, conforme observado por Lôbo (1999). Esse autor verificou que a formulação contendo borracha vermelha apresenta menor poder de recrutamento no início de sua utilização do que quando envelhecida por quatro semanas, o que pode ocorrer devido à elevada taxa de liberação no início de sua utilização, que assume aspecto parcialmente repelente aos machos. Esta resposta é reforçada em estudos, conduzidos por de Ferrara (1995). O autor verificou que o acréscimo de concentração nos septos de borracha favoreceu a rejeição da fonte emissora de feromônio. Estas características são próprias dos dispersores de primeira ordem, sendo que, para a coleta massal deve-se buscar dispersores de ordem zero ou no máximo de ordem \sqrt{t} , em que a taxa de liberação é mais controlada (Vilela & Della Lucia, 1987), não havendo interrupções na atratividade, o que pode resultar na quebra da eficiência, com ocorrência de acasalamentos marginais.

Uma nova possibilidade de emprego de feromônio para controle da traça-do-tomateiro é a utilização da associação da técnica de coleta massal com a de confundimento dos machos, podendo ser uma forma de evitar os problemas mencionados, aumentando a probabilidade de sucesso de controle desta praga. Esta adaptação foi realizada com sucesso por Mafra Neto & Habib (1996) para controle de outro gelequídeo, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae). Esses autores utilizaram, na coleta massal, dispersores com carga de feromônio elevada, próxima à utilizada na técnica de confundimento. Isto sugere que o sucesso ocorre devido ao resultado de capturas apreciáveis,

somadas ao efeito de confundimento dos machos não capturados, resultando na redução dos acasalamentos marginais. Acrescenta-se, também, que os efeitos secundários da ação do feromônio sobre os machos favorecem o controle, como a ocorrência da antecipação de suas respostas para períodos que antecedem a janela de chamamento de fêmeas. Tais hipóteses devem ser consideradas nos estudos futuros sobre o emprego da coleta massal para o controle da traça-do-tomateiro.

A diferença nos níveis de controle atingidos com a coleta massal, nos períodos de plantio de inverno e verão, pode estar associada à densidade populacional encontrada em cada período, o que demonstra a importância de se iniciar o controle por coleta massal quando a população é baixa. Michereff Filho et al. (2000a), em estudos iniciais sobre o emprego do feromônio para confundimento de machos da traça-do-tomateiro, atribuíram o insucesso da técnica à elevada densidade populacional no início do combate, à semelhança dos resultados da presente pesquisa.

A densidade populacional elevada parece favorecer o crescimento populacional da praga, mesmo na presença de armadilhas com feromônios sintéticos, por permitir encontros de parceiros sexuais ao acaso, constituindo um fator responsável pelo insucesso das diferentes técnicas no emprego de feromônio para controle de insetos.

5 CONCLUSÕES

A coleta massal de machos de *Tuta absoluta* por meio de 49 armadilhas/ha contendo 100 µg do componente principal sintético, o acetato de (3E, 8Z, 11Z)-3,8,11 tetradecatrienila, controla populações da traça-do-tomateiro em épocas de elevada densidade populacional.

O nível de controle alcançado por meio da coleta massal de machos da traça-do-tomateiro é dependente da densidade populacional da praga e alcança melhores resultados, quando a densidade inicial no cultivo é baixa.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTYGALLE, A. B.; JHAM, G. N.; SVATOS, A.; FRIGHETTO, R. T. S.; FERRARA, F. A.; VILELA, E. F.; UCHÔA-FERNANDES, M.; MEINWALD, J. Microscale, random reduction: application to the characterization of (3E,8Z,11Z) - 3,8,11-tetradecatrienyl acetate, a new lepidopteran sex pheromone. *Tetrahedron letters*, Oxford, v. 36, n. 31, p. 5471-5474, July 1995.

ATTYGALLE, A. B.; JHAM, G. N.; SVATOS, A.; FRIGUETTO, R. T. S.; FERRARA, F.; VILELA, E. F.; UCHÔA-FERNANDES, M. A.; MEINWALD, J. Tetradecatrienyl-acetate, major sex pheromone component of tomato pest *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, Oxford, v. 4, p. 305-314, Mar. 1996.

BEEVOR, P. S.; MUNFORD, J. D.; SHAH, S.; DAY, R. K.; HALL, D. R. Observations on pheromone-baited mass trapping for control of cocoa pod borer, *Conopomorpha cramerella*, in Sabah, East Malaysia. *Crop Protection*, London, v. 12, n. 2, p. 134-140, Mar. 1993.

BENTO, J. M. S. Fundamentos do monitoramento, da coleta massal e do confundimento de insetos-praga. In: VILELA, E. F.; DELLA LUCIA, M. C. (Ed.). *Feromônio de insetos: biologia, química e aplicação*. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p. 135-144.

FERRARA, F. A. A. Avaliação do componente principal sintético do feromônio sexual de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). 1995. 52 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GIUSTOLIN, T. A.; VENDRAMIM, J. D. Biologia de *Scropipapuloides absoluta* (Meyrick) em folhas de tomateiro, em laboratório. *Ecossistema*, Espírito Santo do Pinhal, v. 21, n. 1, 11-15, out. 1996.

GONRING, A. H. R. Sistema de tomada de decisão para o manejo integrado de *Tuta absoluta* (Meyrick) na cultura do tomate. 2004. 160 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GRAVENA, S. Manejo integrado de pragas do tomateiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DO TOMATEIRO, 2., 1991, Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal, 1991. p. 105-159.

GRIEPINK, F. C.; VAN BEEK, T. A.; POSTHUMUS, M. A.; GROOT, A.; VISSER, J. H.; VOERMAN, S. Identification of the sex pheromone of *Scrobipalpuloides absoluta*: determination of the double position in triple unsaturated straight chain molecules by means of dimethyl disulphide derivation. *Tetrahedron Letters*, Oxford, v. 37, n. 3, p. 411-414, Jan. 1996.

HICKEL, E. R.; VILELA, E. F. Comportamento de chamamento e aspectos do comportamento de acasalamento de *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), sob condições de campo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 173-182, 1991.

HICKEL, E. R.; VILELA, E. F. J.; LIMA, O. G.; DELLA LUCIA, T. M. C. Comportamento de acasalamento de *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 3, p. 827-835, mar. 1991.

HAJI, F. N. P.; FREIRE, L. C. L.; ROA, F. G.; SILVA, C. N.; SOUSA JÚNIOR M. M.; SILVA, M. I. V. Manejo integrado de *Scrobipalpuloides absoluta* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) no Submédio São Francisco. *Anais Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v. 24, n. 3, p. 587-592, dez. 1995.

IMENES, S. D. L.; CAMPOS, T. B.; TAKEMATSU, A. P.; BERGMANN, E. C.; SILVA, M. A. D. Efeito do manejo integrado na população de pragas e inimigos naturais na produção de tomate estaqueado. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 57, n. 1/2, p. 63-68, 1990.

LEITE, D.; GROppo, G. A.; BRESCIAIN, A. F.; HOPE, J. E.; MARTINS, A. C. N. Considerações Preliminares do Manejo Integrado de Pragas do tomateiro estaqueado na região de Capivaripe. In: FERNANDES, O. A.; CARMO, A.; CORRÊA, B.; BORTOLI, S. A. (Ed.). *Manejo integrado de pragas e nematóides*. Jaboticabal: FUNEP, 1990. p. 221-236.

LÔBO, A. P. Avaliação de Componentes do Sistema de Monitoramento para *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). 1999. 35 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MAFRA-NETO, A.; HABIB, M. Evidence that mass trapping suppresses pink bollworm in cotton fields. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v. 81, n. 3, p. 315-323, Dec. 1996.

MICHEREFF FILHO, M.; VILELA, E. F.; JHAM, G. N.; ATTYGALLE, A.; SVATOS, A.; MEINWALD, J. Initial studies of mating disruption of the tomato moth, *Tuta absoluta* using sex pheromone. **Journal Brazil Chemical Sociedad**, Campinas, v. 11, n. 6, p. 621-628, 2000a.

MICHEREFF FILHO, M.; VILELA, E. F.; RODRIGUES, R.; JHAM, G. N. Field trapping of tomato moth, *Tuta absoluta* with pheromones traps. **Journal Chemical Ecology**, New York, v. 26, n. 4, p. 875-881, 2000b.

MOORE, J. E. Control of tomato leafminer (*Scrobipalpula absoluta*) in Bolivia. **Tropical Pest Management**, London, v. 29, n. 3, p. 231-238, Sept. 1983.

PAPAJ, D. R.; PROKOPY, J. Ecological and evolutionary aspects of learning in phytophagous insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 34, p. 315-350, 1989.

PICANÇO, M.; FALEIRO, F. G.; PALLINI FILHO, A.; MATIOLI, A. L. Perdas na produtividade do tomateiro em sistemas alternativos de controle fitossanitário. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 88-91, nov. 1997.

PICANÇO, M.; GUEDES, R. N. C.; LEITE, G. L. D.; FONTES, P. C. R.; SILVA, E. A. Incidência de *Scrobipalpuloides absoluta* em tomateiro sob diferentes sistemas de tutoramento e de controle químico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 180-183, nov. 1995.

PICANÇO, M.; LEITE, G. L. D.; GUEDES, R. N. C.; SILVA, E. A. Yield loss in trellised tomato affected by insecticidal sprays and plant spacing. **Crop Protection**, London, v. 17, n. 5, p. 447-445, Aug. 1998.

PICANÇO, M.; SILVA, E. A.; LÔBO, A. P.; LEITE, G. L. D. Adição de óleo mineral a inseticidas no controle de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Helicoverpa zea* (Bod.) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro. **Anais Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 3, p. 495-499, dez. 1996.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análise estatística no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301 p.

SAS Institute. **SAS user's guide: statistics**. version 6. Cary, 1989.

SIQUEIRA, H. A. A.; GUEDES, R. N.; FRAGOSO, D. B.; MAGALHÃES, L. C. Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **International Journal Pest Management**, London, v. 47, n2. p. 247-251, Apr./June 2001.

SIQUEIRA, H. A. A.; GUEDES, R. N.; PICANÇO, M. C. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Agricultural and Forest Entomology**, Oxford, v. 2, p. 147-153, 2000.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R.; SALGADO, L. O. **Traça-do-tomateiro: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1992. p. 5-19. (Boletim Técnico, 38).

SVATOS, A.; ATTYGALLE, A. B.; JHAM, G. N.; FRIGUETTO, R. T. S.; VILELA, E. F.; SAMAN, D.; MEINWALD, J. Sex pheromone of tomato pest *Scrobipalpaloides absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal Chemical Ecology**, New York, v. 22, n. 4, p. 787-900, Apr. 1996.

VILELA, E. F.; DELLA LUCIA, T. M. C. **Feromônios de Insetos (biologia, química e emprego no manejo integrado de pragas)**. Viçosa, MG: UFV, 1987. 155 p.

VON ENDE, C. N. Repeated-measures analyses: growth and other time-dependent measures. In: SCHEINER, S.; GUREVITCH, J. (Ed.). **Design and analysis of ecological experiments**. New York: Chapman & Hall, 1993. p. 13-137.

CAPÍTULO 3

LÔBO, Ailton Pinheiro. Estado reprodutivo de machos de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) capturados em armadilhas de coleta massal utilizando diferentes composições do feromônio sexual. 2005. Cap. 3, p. 64-85. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras – Lavras, MG⁵.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a atratividade de composições do feromônio sexual de *Tuta absoluta* (Meyrick) para machos em diferentes estados reprodutivos. Avaliou-se o volume dos testículos e dos espermátóforos, como meio para discriminar o estado reprodutivo de machos. O volume dos testículos decresceu com o aumento da idade, havendo intercessão das curvas ajustadas, inviabilizando a utilização desta característica para discriminar o estado reprodutivo. Os volumes dos espermátóforos produzidos por machos virgens foram, em média, de $13,97 \pm 1,32$ nL e de $8,52 \pm 0,88$ nL para machos acasalados. No campo, em situação de baixa densidade populacional da praga, instalaram-se três armadilhas sem adesivos nos vértices de um triângulo equilátero de lado igual a 14 metros, no centro da área plantada. Em cada armadilha, utilizou-se uma das três combinações do feromônio sexual: 100 µg do trieno; 100 µg da mistura de trieno + dieno (90:10) e extrato de glândulas de feromônio, equivalente a 30 fêmeas por liberador, em três repetições. Observaram-se visitas às armadilhas durante o período de resposta dos machos ao feromônio (6:00 às 9:00 horas), em intervalos de trinta minutos, estabelecendo a porcentagem de machos virgens para cada período, por meio da medição dos espermátóforos produzidos em fêmeas virgens. Utilizou-se o delineamento experimental de medidas repetidas, comparando os valores das porcentagens de machos virgens coletados nos diferentes tempos, para as distintas combinações de feromônios. Os valores da porcentagem de capturas de machos virgens variaram de 76,4 a 96,0% para o componente principal, tendo a mistura completa de feromônio capturado entre 42,5 a 57,0%, o que foi muito próximo às capturas promovidas pelo extrato de glândulas, que oscilou entre 35,6 a 48,33% dentro do período de resposta dos machos. Esta atratividade diferenciada das combinações de feromônio deve ser considerada, para aumentar

⁵ Comitê de Orientação: Geraldo Andrade Carvalho – UFLA (Orientador);
Eraldo Rodrigues Lima – UFV (Co-Orientador).

a competitividade das armadilhas sobre as fêmeas, pela adição do componente secundário ao principal.

CHAPTER 3

LOBO, Ailton Pinheiro. **Reproductive status of the *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) males captured by mass traps using different compositions of the sex pheromone.** 2005. Chap. 3, p. 63-88. Thesis (Doctorate in Entomology) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil⁶.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the attractiveness of the sexual pheromone compositions in *Tuta absoluta* (Meyrick) for males at different reproductive status. The volume of the testis and spermatophorous were evaluated in order to discriminate the males' reproductive status. The volume of the testis decreases as the age increases either in the virgin males and mated ones, and there occur the intercession of the adjusted curves, so turning unfeasible the use of this characteristic in discriminating the reproductive status of this insect. The volumes of those spermatophorous produced by virgin males averaged 13.97 ± 1.32 nL, and 8.52 ± 0.88 nL for mated males, under low population density. Three traps without stickings were distributed at the vertices of an equilateral triangle with 14m spacing between them at the center of the crop. Each trap used one of those three combinations of sex pheromones and gland extracts corresponding to 30 females for each dispenser in three replicates. Observations were performed for the male visits to the traps during the response window of the males to the pheromones over a period from 06:00 to 09:00 a.m.; the virgin male percentages were established for each period, by measuring the spermatophorous produced in virgin females under laboratory conditions, which allowed for the classification of the males' reproductive status. The repeated measures were used in the experimental design, by comparing the percent virgin males collected at different times, for the different pheromone combinations. The capture values of the percent virgin males varied from 76.4 to 96.0% for the main component, whereas the complete pheromone mixture captured from 42.5 to 57.0% that approximated to the captures promoted by the gland extracts oscillating from 35.6 to 48.33% within the males' response window. This differentiated attractiveness of the tomato-moth pheromone combinations must be considered in order to increase the competitiveness of the pheromone traps upon females, therefore favoring an increased efficiency in controlling the tomato-moth populations.

⁶ Comitê de Orientação: Geraldo Andrade Carvalho – UFLA (Orientador);
Eraldo Rodrigues Lima – UFV (Co-Orientador).

1 INTRODUÇÃO

Dentre as diversas modalidades de emprego de feromônio para controle de insetos-praga, destaca-se a coleta massal como uma forma prática, simples e econômica de uso de feromônios. O princípio de funcionamento da coleta massal baseia-se na capacidade de armadilhas impregnadas com o feromônio sexual de uma espécie em realizar numerosas capturas de indivíduos do sexo oposto, geralmente o macho da espécie, reduzindo sua frequência e mantendo a densidade populacional da praga abaixo do nível de dano econômico (Bakke & Lie, 1989). Assim, para que a coleta massal de machos de determinada mariposa, seja considerada efetiva, os acasalamentos devem ser minimizados. Como as armadilhas de feromônio são utilizadas para coletar essencialmente machos virgens, assume-se que o predomínio de machos acasalados nas capturas indica baixa competitividade do atrativo sintético em atrair os machos, resultando em ineficiência na redução dos acasalamentos e da armadilha.

Baseado neste princípio, estudos da ecologia química da praga-chave da cultura do tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), foram realizados na última década, visando a uma alternativa de controle para escapar dos problemas de baixa efetividade dos inseticidas disponíveis, como também para desacelerar o aumento da frequência de populações resistentes aos inseticidas e para reduzir os custos de produção e da contaminação dos agricultores, dos frutos e do meio ambiente pelos praguicidas (Hickel & Vilela, 1991; Uchoa-Fernandes & Vilela, 1994; Ferrara, 1995). O componente principal do feromônio sexual da *T. absoluta* foi identificado por Attygalle et al. (1995) e Attygalle et al. (1996) como sendo o acetato de (3E,8Z,11Z)-3,8,11-tetradecatrienila, sendo que, posteriormente, foi identificada uma segunda substância, o acetato de (3E,

8Z)-3,8,-tetradecadienila como um componente secundário (Griepink et al., 1996; Svatos et al., 1996).

Em continuidade, foi realizado um experimento para verificar a efetividade da coleta massal em controlar esta praga. Verificou-se, então, que apesar da técnica alterar a razão sexual do inseto e reduzir em grande parte os prejuízos, ela não mantinha as perdas abaixo do nível de dano econômico, revelando a existência de vulnerabilidade em algum ponto do sistema de armadilhamento. Relacionaram-se, como prováveis causas dessa ocorrência, a migração de fêmeas acasaladas, a capacidade de machos em realizar acasalamentos múltiplos, além da competição exercida por fêmeas nativas com as armadilhas em condições de alta densidade populacional do inseto. Adicionalmente, aponta-se como responsável pelo sucesso incompleto das capturas de machos, o uso exclusivo do componente principal, o acetato de (3E, 8Z, 11Z)-3,8,11- tetradecatrienila na formulação do feromônio, que apresenta reduzida capacidade de competição com as fêmeas nativas, provenientes dos cultivos de tomateiros, conforme também foi constatado no primeiro capítulo do presente trabalho.

A utilização do componente principal como único atrativo da formulação para a coleta massal é discutível e de acordo com Svatos et al. (1996), em túnel-de-vento, o acréscimo do componente secundário ao principal na proporção de 1:10 torna a formulação mais atrativa do que aquela, que utiliza apenas o componente principal ou três fêmeas virgens. Posteriormente, em estudo de campo, Michereff Filho et al. (2000) verificaram que a adição do segundo componente não favoreceu o aumento de capturas. A controvérsia sobre o emprego de misturas acentuou-se quando, no capítulo anterior constatou-se que fêmeas conseguem realizar acasalamentos muito próximos das armadilhas, apesar da grande densidade destas, colocando dúvidas sobre

o poder de competição de formulações que utilizam, apenas, o componente principal.

Várias hipóteses têm sido sugeridas para explicar a baixa eficiência de armadilhas, como: a suplementação de pistas visuais das silhuetas das fêmeas para os machos, em adição aos sinais químicos à curta distância (Carpenter & Sparks, 1982); o efeito da competição de uma elevada densidade populacional de fêmeas, em relação às armadilhas (Howeel, 1974; Knight & Croft, 1987), e a limitada atratividade das formulações, que usam misturas incompletas ou parciais (Linn Junior et al., 1986; Linn Junior et al., 1987). Uma outra hipótese, a ser testada, aponta para o poder diferenciado das formulações em atrair machos virgens ou acasalados. Esta hipótese sustenta-se no reforço de aprendizado que machos de *T. absoluta* obteriam, quando realizam o primeiro acasalamento, utilizando trilhas de uma mistura completa. Mediante esse aprendizado, os machos buscariam, preferencialmente, este tipo de mistura, minimizando as visitas às fontes de feromônio incompletas, favorecendo, assim, os acasalamentos marginais nas proximidades das armadilhas.

Desta forma, machos acasalados que seguem, inicialmente, uma trilha sintética produzida por uma formulação composta apenas pelo componente principal, quando se aproximam da fonte tendem a desviar-se da trilha inicial em direção às fêmeas próximas, procedendo ao chamamento, formando casais produtivos ao invés de serem eliminados. Como efeito indireto, os machos acasalados, por apresentarem razoável capacidade de múltiplos acasalamentos, conseguem contribuir favoravelmente para o crescimento populacional da praga, promovendo a perda de eficácia da técnica de controle. O estudo desta hipótese constituiu o objetivo deste trabalho, tendo

sido avaliada a atratividade de diferentes composições do feromônio sexual da traça-do-tomateiro para machos em distintos estados reprodutivos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Estabelecimento de um método de determinação do estado reprodutivo de machos de *T. absoluta*

2.1.1 Criação da traça-do-tomateiro

Para o estabelecimento da criação de *T. absoluta*, folhas e frutos de tomateiro contendo ovos, lagartas e pupas da espécie foram coletados em plantio de tomateiro, localizado no Campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV). A criação foi mantida no Laboratório de Feromônios e Comportamento dos Insetos do Departamento de Biologia Animal da UFV, com dieta à base de folhas frescas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Miller), sob regime de 14:10 (L:E), a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $75\pm 10\%$ de umidade relativa.

Lagartas de último instar de *T. absoluta* foram coletadas, logo após abandonarem as folhas de tomateiro e separadas, por sexo, por meio da presença ou ausência da mancha do vestígio do testículo em formação, localizada dorsalmente nos últimos segmentos abdominais. As lagartas do mesmo sexo foram acondicionadas em gaiolas plásticas de 10 cm de altura por 5,5 cm de diâmetro, fechadas com organza, contendo, em seu interior, pedaços de folhas de papel absorvente.

2.1.2 Avaliação do volume do testículo como forma de determinação do estado reprodutivo

Este bioensaio foi realizado no Laboratório de Feromônios e Comportamento dos Insetos da UFV, no período de junho a dezembro de 2003. Os insetos, utilizados nesta etapa do experimento, foram criados conforme metodologia anteriormente descrita. Cento e quarenta casais de *T. absoluta* foram distribuídos em tubos acrílicos (2,5 x 8 cm) e, na manhã subsequente, uma hora após o início da fotofase, foi observada a ocorrência de cópula, tendo sido descartados os casais que não realizaram acasalamentos. Cento e vinte machos acasalados foram, então, individualizados em tubos acrílicos e alimentados com mel a 5% diluído em água. Como testemunha, foram individualizados cento e vinte machos virgens, nas mesmas condições.

A cada 12, 60, 108, 156, 204 e 252 horas após o término do acasalamento, vinte machos eram separados para dissecação. Vinte machos virgens da testemunha, também, foram dissecados para cada tempo descrito acima. O processo de dissecação foi realizado, utilizando-se pinças de pontas finas sob microscópio estereoscópico (40x), equipado com escala micrométrica, em placa contendo cera e solução fisiológica 125 mM de NaCl, que recobria o abdome dos insetos.

Os volumes dos testículos foram calculados, levando em conta que esta estrutura apresenta aspecto elíptico e considerando-se, para a sua medição, o maior comprimento e a maior largura. Utilizou-se, posteriormente, a fórmula do volume da elipse ($\text{volume} = (\pi/6) \cdot (\text{largura})^2 \cdot \text{comprimento}$) (Guelli et al., 1983) para obtenção dos volumes dos testículos da testemunha e dos machos acasalados, nos vários intervalos de tempo.

Para análise estatística dos dados, foram gerados modelos estatísticos através de análise de regressão, considerando-se, como variável independente, o

tempo após acasalamentos e, como variável dependente, o volume dos testículos. Os dados dos volumes dos testículos dos insetos da testemunha também foram tratados da mesma forma, considerando-se a evolução do volume desta estrutura ao longo da idade.

Para produção de cortes histológicos, os testículos de machos virgens e acasalados foram retirados, com 2 e 252 horas de idade e colocados em solução fixadora de paraformaldeído a 4%, em tampão fosfato a pH =7,2. Vinte e quatro horas após este procedimento, os testículos foram desidratados, seqüencialmente, em solução de álcool etílico a 70, 80 e 95%. Em seguida, as peças foram postas em resina de embebição à temperatura de 4°C, e, vinte quatro horas depois, foram colocadas em resina de inclusão em temperatura ambiente. Após a formação dos blocos de resina, procederam-se aos cortes em micrótomo, com espessura de 5 µm. Os cortes foram, então, corados com eosina e hematoxilina e feita a montagem em lâminas e lamínulas com bálsamo Entellam Novo (Merck).

2.1.3 Avaliação do volume do espermátóforo como forma de determinação do estado reprodutivo

Este bioensaio foi realizado no período de janeiro a junho de 2003. Foram utilizados 61 machos e 122 fêmeas virgens de *T. absoluta*, com dois a quatro dias de emergência, oriundos de colônia estabelecida em laboratório há cerca de um ano, coletados em campo de cultivo de tomateiro no município de Viçosa, MG. Inicialmente, estabeleceram-se 61 casais, que foram individualizados em tubos acrílicos (8,0 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro) e mantidos em sala climatizada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $65 \pm 10\%$ de umidade relativa e 14 horas de fotofase.

Após a observação da cópula, os machos foram retirados e individualizados em outros tubos acrílicos para serem acasalados com novas fêmeas virgens, após quatro dias de intervalo. As primeiras fêmeas foram armazenadas em geladeira e dissecadas em solução fisiológica (NaCl 125 mM) para observação do volume dos primeiros espermatozóides introduzidos, que depois foram comparados aos volumes daqueles encontrados nas fêmeas utilizadas posteriormente. Durante a dissecação das fêmeas, verificou-se se ocorreu transferência de espermatozóides do espermatozóide para a espermateca, o que poderia reduzir o volume do espermatozóide, interferindo nos resultados finais. Embora o processo de resfriamento não tenha matado as fêmeas, este procedimento inibiu a transferência dos espermatozóides da bolsa copuladora para a espermateca.

Para determinação dos volumes dos espermatozóides, considerou-se que tal estrutura em *T. absoluta* tem aspecto cônico, medindo-se a altura h (comprimento) e o diâmetro da base, considerando-se a seguinte fórmula de um cone: $\text{volume} = 1/3 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$ (Guelli et al., 1983). Utilizou-se um microscópio estereoscópico (40x), adaptado com escala micrométrica para a medição das estruturas. Computou-se a média dos volumes dessas estruturas, produzidas nos primeiros acasalamentos e a média dos volumes dos espermatozóides, provenientes do segundo acasalamento, verificando a possibilidade do uso dos volumes como meio para discriminar o estado reprodutivo dos machos.

Foi utilizado o teste de "t" para dados emparelhados com 5% de significância, para a discriminação das diferenças entre médias dos volumes dos espermatozóides produzidos no primeiro e no segundo acasalamento.

2.2 Determinação do estado reprodutivo de machos coletados em campo

Este estudo foi realizado em três cultivos comerciais, situados na cidade de Coimbra, MG, no período de fevereiro a abril de 2004. Três armadilhas foram dispostas nos vértices de um triângulo equilátero de lado igual a 14 m, no centro de um plantio comercial de tomateiro, sendo acompanhadas durante a período de resposta dos machos ao feromônio (6:00 às 9:00 horas) (Hickel & Vilela, 1991). As armadilhas continham: 1 – 100 µg de mistura sintética completa, contendo 90:10 de acetato de (3E, 8Z, 11Z)-3,8,11- tetradecatrienila e acetato de (3E, 8Z)-3,8,- tetradecadienila (Griepink et al., 1996); 2 – componente principal, o acetato de (3E, 8Z, 11Z)-3,8,11- tetradecatrienila, com 100 µg e 3 – extrato hexânico de glândulas de feromônio equivalente a 30 fêmeas por liberador.

Os plantios dos tomateiros utilizados estavam no início de produção do primeiro para segundo cacho de frutos, sendo que as densidades populacionais da traça-do-tomateiro neste período foram consideradas baixas. Em cada uma das três armadilhas, realizaram-se capturas dos machos visitantes por meio de rede entomológica, anotando-se o horário de captura e mantendo-os individualizados. Para cada repetição, foi previsto um período de coleta de uma semana, sendo que, após o término da seção de coletas, foi escolhido um novo plantio com o mesmo prazo de atividade. Os horários das capturas foram divididos em cinco intervalos de trinta minutos (06:00-06:30; 06:31-07:00; 07:31-08:00; 08:01-08:30; 08:31-09:00), estabelecendo-se o limite mínimo de trinta machos por período, totalizando 150 machos por tipo de formulação de atrativo e 450 machos para o conjunto das três armadilhas. Quando não era atingido o limite mínimo de coleta para um dos atrativos, novas coletas eram realizadas até que fosse satisfeita esta exigência.

No Laboratório de Feromônios e Comportamento de Insetos da UFV, mantido sob regime de 14:10 (L:E) a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $75\pm 10\%$ de umidade relativa, os

machos capturados foram acasalados com fêmeas virgens, sendo que ao final da cópula, as fêmeas eram separadas e dissecadas para medição dos volumes dos espermátóforos produzidos pelos machos. Como macho virgem, era considerado aquele que produziu um volume de ejaculado igual ou superior a 12,64 nL ($13,96 \pm 1,319$ nL). Os machos que produziram espermátóforos de volume igual ou menor a 9,407 nL ($8,52 \pm 0,887$ nL) foram considerados machos previamente acasalados, sendo desconsiderados aqueles que apresentaram valores de volumes intermediários. Estabeleceu-se, posteriormente, para todas as fontes de estímulos testadas, a porcentagem de machos virgens acasalados para cada um dos cinco períodos da janela de resposta dos machos ao feromônio.

Utilizou-se o delineamento experimental de medidas repetidas, sendo utilizados três tratamentos e três repetições (três plantios de tomateiros). Os valores da porcentagem de machos virgens coletados foram submetidos ao teste de Lilliefors, para verificação da normalidade e ao teste de Bartlett para testar a homogeneidade da variância dos erros. Os dados foram submetidos, posteriormente, à transformação angular através da fórmula arco-seno (raiz quadrada de $x/100$) para assegurar as pressuposições da análise de variância. Os dados foram, então, submetidos à análise de variância de medidas repetidas, devido as medidas terem sido realizadas nas repetições em diferentes tempos do mesmo período de resposta, evitando o problema de pseudorrepliação no tempo. A análise foi realizada, adotando-se o procedimento PROC ANOVA do programa estatístico SAS (Sas Institute, 1989) conforme sugerido por Von Ende (1993).

3 RESULTADOS

Os volumes dos testículos de *T. absoluta* reduziram-se com o envelhecimento dos insetos, tanto nos machos virgens quanto naqueles acasalados ($R^2 = 0,98$; $P < 0,0001$ e $R^2 = 0,92$; $P < 0,0001$, respectivamente), sendo que a taxa de decréscimo foi mais acentuada para os machos virgens (Figuras 1a e 1b). Pela ocorrência de intercessão entre as retas das duas equações, não foi possível utilizar, com segurança, a característica “volume do testículo” para discriminar o estado reprodutivo deste inseto. Desta forma, um valor de um mesmo volume pode estar situado tanto na equação de estado virgem quanto de acasalado. Provavelmente, isto seja o reflexo da sobreposição do ponto mínimo para a equação do estado virgem e do ponto de máximo para a equação do estado acasalado (Figura 1a).

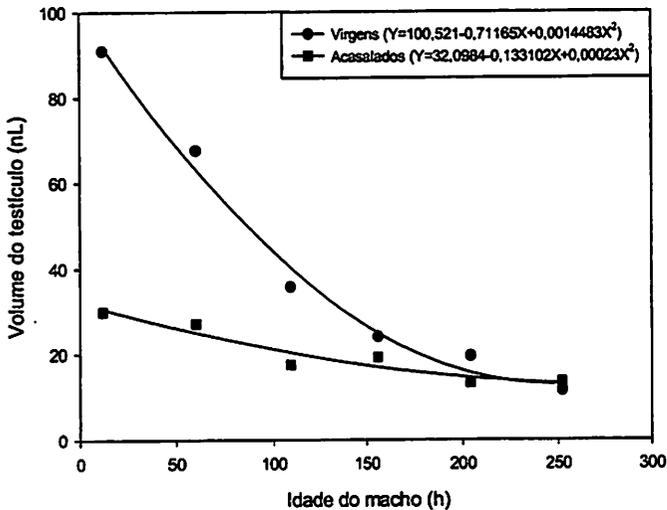


FIGURA 1a. Volume de testículos de *Tuta absoluta* de machos virgens ($R^2 = 0,98$; $P < 0,0001$) e machos acasalados ($R^2 = 0,92$; $P < 0,0001$) em diferentes idades.

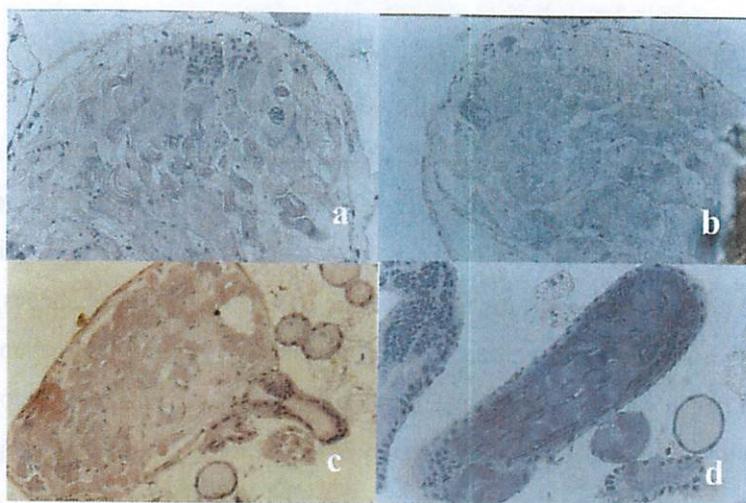


FIGURA 1b. Variação de tamanho dos testículos de *Tuta absoluta* em função da idade dos machos: a – testículo de macho virgem com 48 horas de idade; b – testículo de macho acasalado com 48 horas; c – testículo de macho virgem com 192 horas de idade; d – testículo de macho acasalado

Verificaram-se diferenças significativas entre os volumes dos espermatozoides, produzidos por machos virgens e acasalados de *T. absoluta* ($t = 14,34$; g.l. = 60; $p < 0,00001$), sem ocorrência de sobreposições de faixa de volumes para as duas classes, sendo que esta característica pode ser utilizada para diferenciar o estado reprodutivo de machos desta espécie. A média dos volumes, encontrados nos machos virgens, foi de $13,97 \pm 1,32$ nL contra um volume de $8,52 \pm 0,88$ nL, mostrando um decréscimo de cerca de 40% na média dos volumes dos espermatozoides produzidos no segundo acasalamento, realizado quatro dias após o primeiro (Figura 2a).

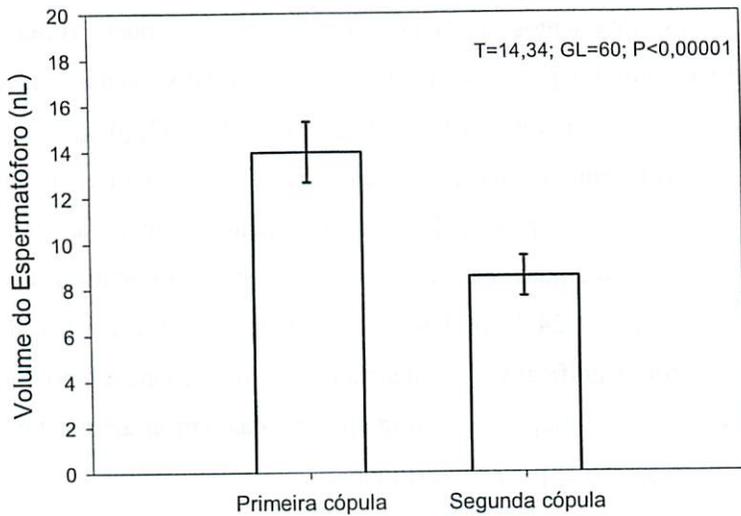


FIGURA 2a. Volume dos espermatozoides produzidos em cópulas sucessivas em intervalo de 4 dias. As barras representam o intervalo de confiança a 5% de significância.

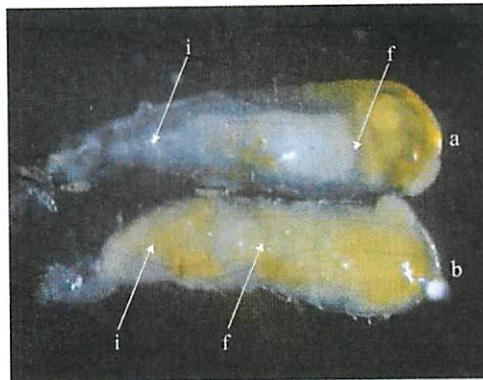


FIGURA 2b. Redução de volume apresentado em espermatozoides no interior das bolsas copuladoras de *Tuta absoluta*, produzidos em acasalamentos consecutivos. Os espermatozoides apresentam-se com coloração branco-pérola e a bolsa copuladora transparente, com a parte apical preenchida de material pigmentado de amarelo. As letras delimitam a extensão da estrutura (i = início, f = fim) que foi considerada para a obtenção das medidas de comprimento e largura (base) utilizadas na a determinação do volume dos espermatozoides.

A dinâmica de recrutamento de machos virgens foi semelhante, para todos os tratamentos ao longo do período de resposta (interação não significativa entre tempo x combinação de feromônio), sendo as retas das capturas de machos virgens consideradas paralelas ($F=0,67$; $gl_{(num/den)} = 24/8$; $p = 0,68$). O recrutamento de machos virgens foi crescente, ao longo do período de resposta dos machos, para todos os tratamentos, sendo as retas desta característica consideradas não horizontais (efeito significativo do tempo) ($F=3,22$; $gl_{(num/den)} = 24/4$; $p < 0,0429$). O efeito dos níveis dos diferentes tratamentos foi significativo, evidenciando a discrepância, no poder de atratividade das combinações de feromônio testadas, em atrair machos virgens ($F=37,9$; $gl_{(num/den)} = 6/2$; $p=0,0004$) (Figura 3).

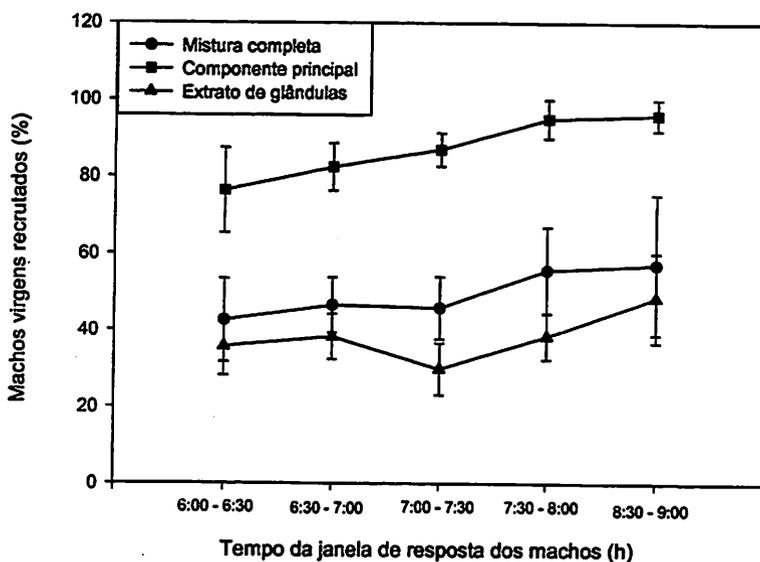


FIGURA 3. Frequência de machos virgens de *Tuta absoluta* recrutados por mistura completa (3E,8Z,11Z:14 Ac + 3E,8Z:14 Ac na proporção 90:10); 100 μ g do componente principal (3E,8Z,11Z:14 Ac) e extrato de glândulas (equivalente a 30 fêmeas por liberador).

4 DISCUSSÃO

Os espermatóforos podem servir como indicadores do estado reprodutivo de um inseto, por estar envolvido com a utilização de recursos nutricionais limitados, que não são recuperados pela alimentação na fase adulta do inseto, após o acasalamento. Os espermatóforos estão associados ao investimento parental, feito pelos machos, como forma de garantir a transmissão de seus genes para a geração futura através da transferência de espermatozóides. Estas estruturas são encontradas em diferentes ordens de insetos e podem estar envolvidas na transferência de substâncias, nutricionalmente, importantes como aminoácidos, lipídios, carboidratos e sais, que podem ser escassos na alimentação dos adultos (Friedel & Gillot, 1977). Eles podem ser utilizados pelas fêmeas, para sua manutenção somática ou para expressar seu potencial de fecundidade, pela alocação de seus constituintes para a formação dos ovos, como é encontrado em *Pseudaletia unipuncta* (Haworth) (Lepidoptera: Noctuidae) (Marshall & McNeil, 1989).

O volume do espermatóforo pode ser uma forma de garantir a transmissão de genes devido à possibilidade de interferirem na mensagem neural de fêmeas acasaladas, afetando a produção de feromônio e sua receptividade sexual. Certos níveis de volume de espermatóforos em *Argyrotaenia velutinana* (Walker) (Lepidoptera: Tortricidae) são capazes de distender, efetivamente, a bolsa copuladora, provocando o envio de uma mensagem desta estrutura para o gânglio terminal que, por sua vez, produz um sinal, que inibe a atividade das glândulas de feromônios situadas no ovipositor. Esta ocorrência tem continuidade, enquanto o espermatóforo está sendo consumido, inviabilizando novas cópulas das fêmeas, garantindo a paternidade do macho do primeiro acasalamento (Raina, 1997).

Considerando que a fase adulta de *T. absoluta* é relativamente curta, é provável que os adultos desta espécie enquadrem-se no padrão reprodutivo mais comum da ordem Lepidoptera, que é a característica de dispensar maior parte de seu tempo na busca por parceiros sexuais do que por alimentos importantes para a reprodução. Nestas espécies, a época de acumular recursos alimentares para a reprodução, deve restringir-se, provavelmente, à fase larval, sendo que, na fase adulta, a busca é direcionada para encontro de parceiros sexuais (Ringo, 1996; Wheeler, 1996). Este fato reforça o potencial do uso do volume de espermátforo, como indicador do estado reprodutivo dos machos desta espécie.

Bergh & Seabrook (1986) demonstraram que é possível determinar o estado reprodutivo de machos de *Choristoneura fumiferana* (Harris) (Lepidoptera: Tortricidae) por meio de um pigmento amarelo, presente no ducto ejaculatório, que não ocorre em machos recentemente acasalados. Entretanto, tal pigmento tende a ser regenerado em um período de 24 a 72 horas, constituindo-se em uma fonte potencial de erro de avaliação. A utilização do volume de espermátforos, como indicador do estado reprodutivo, tem a vantagem de evitar enganos nas avaliações, pois envolvem a utilização de recursos limitados e não são repostos pela simples alimentação de néctar e água pelo inseto adulto.

O estabelecimento da técnica de determinação do estado reprodutivo de machos de *T. absoluta* vem a ser uma ferramenta útil à resolução de questões, ainda pendentes, associadas às técnicas tanto de monitoramento quanto de coleta massal para controle deste inseto.

A interpretação dos dados das capturas para monitoramento de pragas por armadilhas, que utilizam feromônios, é considerada de difícil execução, envolvendo vários fatores, que alteram uma possível linearidade da relação captura e dano (McNeil, 1992). Assim, fatores como temperatura, idade de fêmeas e machos, tipo de liberador de feromônio e formulação, densidade

populacional (McNeil, 1991) e desenho da armadilha (Asaro et al., 2004) influenciam, diretamente, os níveis de capturas, super ou subestimando a população da praga. O comportamento sexual das mariposas é complexo, envolvendo inúmeros componentes, que podem alterar o significado das capturas. Para a mariposa cigana *Limantria dispar* (Linnaeus) (Lepidoptera: Lymantridae) em condições de campo, alguns machos acasalam, repetidamente, enquanto outros nunca logram sucesso. Isto faz com que as armadilhas de feromônio amostram uma parte da população que, efetivamente, não contribui para o incremento populacional, distorcendo o valor das capturas das armadilhas de feromônio (Kolodny-Hirsh & Schwalbe, 1990). Da mesma maneira, Hennebery & Clayton (1984) e Bergh & Seabrook (1986) verificaram que para *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) e *C. fumiferana*, uma significativa proporção de machos capturados eram virgens.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram, claramente, que o tipo de mistura emitida pelo liberador possui um poder diferenciado para amostrar machos dos dois estados reprodutivos (Figura 3). Os valores da porcentagem de capturas de machos virgens variaram de 76,4 a 96,0% para o componente principal, sendo que a mistura completa de feromônio capturou entre 42,5 a 57,0%, o que foi muito próximo às capturas promovidas pelo extrato de glândulas, que oscilou entre 35,6 a 48,33%. Provavelmente, tal fato explique a baixa correlação entre capturas de machos e injúrias, em períodos de baixa a média população da traça-do-tomateiro (Leandro Bacci, em comunicação pessoal), quando se utiliza apenas o componente principal nos liberadores de feromônio.

Para a coleta massal, os resultados encontrados no presente trabalho também têm várias implicações para a previsibilidade de sua eficiência. Demonstram que a mistura completa, numa situação de baixa a moderada densidade populacional, possui um melhor poder de competição em relação às

fêmeas da traça-do-tomateiro do que o uso do componente principal, quando se considera a captura de machos acasalados. Machos de lepidópteros possuem um apreciável poder de reacasalamento, o que lhes permite contribuir, acentuadamente, para o crescimento populacional desses insetos (Ringo, 1996), devendo também ser considerado como alvo, para o controle via coleta massal. Assim, quando se usa uma mistura completa, espera-se que o nível de competição em relação às fêmeas seja elevado, também, para a captura de machos virgens, uma vez que as fontes sintéticas emitem uma taxa muito maior que suas competidoras, minimizando os acasalamentos marginais.

Michereff Filho et al. (2000) relataram que a adição do componente secundário ao principal não favoreceu o aumento das capturas, produzindo valores semelhantes, quando se utilizou apenas o componente principal. Não é possível comparar, diretamente, seus resultados com os obtidos no presente trabalho devido à diferença de variáveis utilizadas (dados de contagem *versus* proporção). A adição do componente secundário aumentou a proporção de machos acasalados capturados, que no final pode refletir em aumento do número das capturas. Isto não foi verificado no trabalho de Michereff Filho et al. (2000), provavelmente devido à situação de explosão populacional da praga na área experimental, sendo que, neste período, ocorreu captura de 869 ± 255 machos em três dias de ensaio. Dessa forma, a competição proporcionada pela elevada população de fêmeas deve ter favorecido o não acréscimo de capturas na mistura completa, anulando, em parte, o aumento de atratividade promovido pela mistura completa. Se o experimento fosse realizado também na situação de baixa ou moderada densidade populacional, talvez, as maiores capturas fossem observadas para a mistura completa, não ocorrendo equivalência de capturas entre tratamentos.

A armadilha utilizada no experimento de Michereff Filho et al. (2000) foi o modelo Cica-R, que utiliza pratos largos (32 cm de diâmetro), o que pode

ter facilitado as capturas. É provável que o formato da armadilha, também, tenha favorecido a ocorrência de equivalência dos níveis de capturas entre mistura completa e componente principal. A traça-do-tomateiro parece pertencer ao grupo de mariposas correspondente à “hipótese do componente” (Mafra-Neto, 1993), conforme sugeriram Svatos et al. (1996), que demonstraram aumento na atividade dos machos à curta distância, com a adição do componente secundário. Um vôo inicialmente promovido pelo componente principal seria facilmente interceptado pela larga área de retenção da armadilha utilizada. Caso fosse utilizada uma armadilha de menor área de retenção, talvez, as capturas tivessem sido menores. Para a traça-da-batatinha, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), a adição do componente secundário favoreceu o aumento das taxas de giros e do caminhar vigoroso com batimento de asas (Ono, 1985), atividades estas que caso fossem realizadas pelos machos nos arredores de uma armadilha de menor área de retenção, favoreceriam as capturas.

Os resultados encontrados no presente trabalho, referentes à diferença em atratividade de várias combinações do feromônio sexual para machos de diferentes estados reprodutivos, sustentam a hipótese de que os machos que conseguem encontrar e acasalar com fêmeas, que se localizam próximos a armadilhas, sejam indivíduos já acasalados. É necessária, entretanto, a realização de estudos complementares em túnel-de-vento em laboratório ou em campo a fim de confirmar a preferência de machos de diferentes estados reprodutivos ao feromônio em distintas combinações.

5 CONCLUSÕES

O acréscimo do componente secundário ao principal do feromônio sexual de *Tuta absoluta* aumenta a proporção de captura de machos, em diferentes estados reprodutivos.

A adição do componente secundário ao principal pode aumentar a capacidade de competitividade das armadilhas, utilizadas para a coleta massal, em relação às fêmeas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASARO, C.; CAMERON, R. S.; NOWARK J. T.; GROSMAN, D. M.; SECKINGER, J. O.; BERISFORD, C. W. Efficacy of wing versus delta traps for predicting infestation levels of four generations of the nantucket pine tip moth (Lepidoptera: Tortricidae) in the Southern United States. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 33, n. 2, p. 397-404, Apr. 2004.

ATTYGALLE, A. B.; JHAM, G. N.; SVATOS, A.; FRIGHETTO, R. T. S.; FERRARA, F. A.; VILELA, E. F.; UCHÔA-FERNANDES, M.; MEINWALD, J. (3E,8Z,11Z) - 3,8,11-tetradecatrienyl acetate, major sex Pheromone Component of the Tomato Pest *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae). **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, London, v. 4, n. 3, p. 305-314, Mar. 1996.

ATTYGALLE, A. B.; JHAM, G. N.; SVATOS, A.; FRIGHETTO, R. T. S.; MEINWALD, J.; VILELA, E. F.; FERRARA, F. A.; UCHÔA-FERNANDES, M. Microscale, random reduction: application to the characterization of (3E,8Z,11Z) - 3,8,11-tetradecatrienyl acetate, a new lepidopteran sex pheromone. **Tetrahedron Letters**, Oxford, v. 36, n. 31, p. 5471-5474, July 1995.

BAKKE, A.; LIE, R. Mass trapping. In: JUTSUM, A. R.; GORDON, R. F. S. (Ed.). **Insect pheromones in plant protection**. New York: John Wiley, 1989. p. 67-88.

BERGH, J. C.; SEABROOK, W. D. A simple technique for indexing the mating status of male spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 118, n. 1, p. 37-41, Jan. 1986.

CARPENTER, J. E.; SPARKS, N. Effects of vision on mating behavior of the male corn earworm. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 75, n. 2, p. 248-250, Apr. 1982.

FERRARA, F. A. A. Avaliação do componente principal sintético do feromônio sexual de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). 1995. 52 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FRIEDEL, T.; GILLOT, C. Contribution of mate-produced proteins to vitellogenesis in *Melanoplus samguinipes*. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 23, n. 1, p. 145-151, 1977.

GRIEPINK, F. C.; VAN BEEK, T. A.; POSTHUMUS, M. A.; GROOT, A.; VISSER, J. H.; VOERMAN, S. Identification of the Sex pheromone of *Scrobipalpuloides absoluta*: determination of the double position in triple unsaturated straight chain molecules by means of dimethyl disulphide derivation. **Tetrahedron Letters**, Oxford, v. 37, n. 3, p. 411-414, Jan. 1996.

GUELLI, C. A.; IEZZI, G.; DOLCE, O. **Geometria métrica**. 2. ed. São Paulo: Editora Moderna, 1983. 266 p.

HENNEBERRY, T. J.; CLAYTON, T. E. Time of emergence, mating, sperm movement, and transfer of ejaculatory duct secretory fluid by *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae) under reversed light-dark cycle laboratory conditions. **Annals of the Entomological Society of America**, Piracicaba, v. 13, n. 2, p. 301-305, 1984.

HICKEL, E. R.; VILELA, E. F. Comportamento de chamamento e aspectos do comportamento de acasalamento de *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), sob condições de campo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 173-182, 1991.

HICKEL, E. R.; VILELA, E. F.; LIMA J. O. G.; DELLA LUCIA, T. M. C. Comportamento de acasalamento de *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p. 827-835, mar. 1991.

HOWELL, J. F. The competitive effect of field population of clouding moth on sex attractant trap efficiency. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 3, n. 5, p. 803-807, 1974.

KNIGHT, A. L.; CROFT, B. A. Temporal patterns of competition between a pheromone trap and caged female moths for males of *Argyrotaenia citrana* (Lepidoptera: Tortricidae) in a Semiclosed courtyard. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 16, n. 5, p. 1185-1192, Oct. 1987.

KOLODNY-HIRSCH, D. M.; SCHWALBE, C. P. Use of dispalure in the management of the gypsy moth. In: RIDGWAY, R. L.; SILVERSTEIN, R. M.; INSCOE, M. N. (Ed.). **Behaviour-modifying chemicals of insect management**: New York: Marcel Dekker, 1990. 761 p.

LINN JUNIOR, C. E.; CAMPBELL, M. G.; ROELOFS, W. L. Male moth sensitivity to multicomponent pheromones: critical role of female-released blend in determining the functional role of components and active space of the pheromone. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 12, n. 3, p. 659-668, Mar. 1986.

LINN JUNIOR, C. E.; CAMPBELL, M. G.; ROELOFS, W. L. Pheromone components and active spaces: what do moths smell and where do they smell it? **Science**, Washington, v. 237, n. 4815, p. 650-652, Aug. 1987.

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

MARSHALL, L. D.; MCNEIL, J. N. Spermatophore mass as an estimate of male nutrient investment: a closer look in *Pseudaletia unipuncta* (Haworth) (Lepidoptera: Noctuidae). **Functional Ecology**, Oxford, v. 3, n. 5, p. 605-612, 1989.

McNEIL, J. N. Behavioral ecology of pheromone - mediated communication in moths and its importance in the use of pheromone traps. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 36, p. 407-430, 1991.

McNEIL, J. N. Evolutionary perspectives and insect pest control : An attractive blend for the deployment of semiochemicals in management programs. In: ROITBERG, B. D.; ISMAN, M. B. (Ed.). **Insect chemical ecology: an evolutionary approach**. London: Chapman & Hall, 1992. p. 334-350.

MCNEIL, J. N.; DELISLE, J.; CUSSON, M. Regulation of pheromone production in Lepidoptera: The need for an ecological perspective. In: CARDÉ, R. T.; MINKS, A. K. (Ed). **Insect pheromone research: new directions**. London: Chapman & Hall, 1997. p. 31-41.

MICHEREFF FILHO, M.; VILELA, E. F.; RODRIGUES, R.; JHAM, G. N. Field trapping of tomato moth, *Tuta absoluta* with pheromones traps. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 26, n. 4. 875-881, Apr. 2000.

ONO, T. Male approach to the female and role of two pheromone components in the potato tuber moth, *Phthrimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 20, n. 1, p. 34-42, 1985.

RAINA, A. K. Control of pheromone production in moths. In: CARDÉ, R. T.; MINKS, A. K. (Ed.). **Insect pheromone research: new directions**. New York: Chapman & Hall, 1997. p. 21-41.

RINGO, J. Sexual receptivity in insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 41, p. 473-794, 1996.

SAS Institute. **SAS user's guide: statistics**. version 6. Cary, 1989.

SVATOS, A.; ATTYGALLE, A. B.; JHAM, G. N.; FRIGUETTO, R. T. S.; VILELA, E. F.; SAMAN, D.; MEINWALD, J. Sex pheromone of tomato pest *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 22, n. 4, p. 787-900, Apr. 1996.

UCHOA-FERNANDES, M. A.; VILELA, E. F. Field trapping of tomato worm, *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) using virgin females. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 271-276, ago. 1994.

VON ENDE, C. N. Repeated-measures analyses: growth and other time-dependent measures. In: SCHEINER, S.; GUREVITCH, J. (Ed.). **Design and analysis of ecological experiments**. New York: Chapman & Hall, 1993. p. 13-137.

WHEELER, D. The role of nourishment in oogenesis. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 41, p. 407-431, 1996.