

EFEITOS SUBLETAIS DE DELTAMETRINA SOBRE O CHAMAMENTO, COMPOSIÇÃO E EFICIÊNCIA DO FEROMÔNIO SEXUAL DE *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE, 1854)

(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

por

CAROLINA ARRUDA GUEDES

(Sob Orientação do Professor César Auguste Badji – UAG/UFRPE)

RESUMO

A cultura do tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill., é de grande relevância sócio-econômica para o mundo. *Neoleucinodes elegantalis* Guenée, conhecida como broca pequena do tomateiro (BPT), é praga-chave da cultura por danificar as partes reprodutivas da planta. O controle muitas vezes é ineficaz devido às larvas serem broqueadoras e não serem afetadas pelos inseticidas externos, por esse motivo táticas de controle incluem frequentes aplicações de inseticidas. O controle comportamental com o uso do feromônio sexual pode auxiliar na redução da utilização de inseticidas se usado para o monitoramento da praga ou no seu controle. Assim, o presente trabalho teve como objetivo investigar o impacto de deltametrina sobre o chamamento, composição e eficiência do feromônio sexual, bem como na biologia reprodutiva de *N. elegantalis*. Os resultados demonstraram que a armadilha Bio Neo em associação ao feromônio sexual sintético apresentam maior eficácia na captura de machos da BPT. Os extratos de glândulas de feromônio sexual de *N. elegantalis* tratados e não tratados revelaram apenas a presença do composto (E)-11-hexadecenol (E11-16:OH), de acordo com as análises cromatográficas. Esse resultado sugere uma possível diferença geográfica na composição de feromônio, quando comparado à espécie da Venezuela, já que os outros componentes não foram identificados. O

comportamento de chamamento de fêmeas da BPT tratadas com deltametrina não diferiu da testemunha. Os períodos do pico de chamamento foram observados entre 6-8h, após o início da escotofase para todos os tratamentos. No entanto, a testemunha obteve o pico na sexta hora, enquanto que para as fêmeas tratadas com as DL`s 20 e 40 apresentaram o pico na oitava hora. Deste modo conclui-se que doses subletais de deltametrina não interferem na composição química do feromônio sexual de *N. elegantalis*, podendo no entanto ter uma influência na comunicação pela mudança do horário de pico de chamamento observado.

PALAVRAS-CHAVE: Broca pequena do tomateiro, comportamento, armadilha de feromônio, cromatografia gasosa, inseticida piretróide.

SUBLETHAL EFFECTS OF DELTAMETHRIN ON CALLING, COMPOSITION OF THE
PHEROMONE AND EFFICIENCY OF SEX PHEROMONE OF *Neoleucinodes elegantalis*
(GUENÉE, 1854) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

por

CAROLINA ARRUDA GUEDES

(Under the Direction of Professor César Augusto Badji – UAG/UFRPE)

ABSTRACT

The culture of tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill., is of great socio-economic relevance to the world. *Neoleucinodes elegantalis* Guenée, known as tomato fruit borer (BPT), is key pest of the crop and can damage the reproductive parts of the plant, causing significant losses. The control is often ineffective because of the biological behavior of the pest, where the larvae are protected within the fruit. Therefore, alternatives to chemical control, to preserve the environment and health of workers and consumers can help reverse the current frame. The use of pheromone as behavioral tool for pest monitoring or control can help a reduction of pesticides utilization in crops. Thus, this study aimed to investigate the impact of deltamethrin on the emission, perception and composition of the pheromone, as well as the reproductive biology of *N. elegantalis*. The results showed that the trap Bio Neo in association with the synthetic sex pheromone are more effective in capturing males of BPT. Extracts of pheromone glands of *N. elegantalis* showed only the presence of compound (E)-11-hexadecenol (E11-16: OH), based on chromatographic analysis. This suggests a possible difference in the composition geographical pheromone compared the species from Venezuela, since the other components were not identified. The calling behavior of females treated with deltamethrin BPT did not differ from control. The periods of peak observed

call from 6-8h after the start of scotophase for all treatments. However, control the peak obtained in the sixth hour, whereas for the treated females' s LD 20-40 showed a peak at the eighth hour. Thus it is concluded that sublethal doses of deltamethrin not interfere with the chemical composition of the sex pheromone of *N. elegantalis* but may have an influence in behavior by the change in peak calling hours observed.

KEY WORDS: Sex pheromone, insects behaviour, traps, gas chromatograph, impact of insecticides.

EFEITOS SUBLETAIS DE DELTAMETRINA SOBRE O CHAMAMENTO, COMPOSIÇÃO E
EFICIÊNCIA DO FEROMÔNIO SEXUAL DE *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE, 1854)
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

por

CAROLINA ARRUDA GUEDES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da
Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de
Mestre em Entomologia Agrícola.

RECIFE - PE

Julho – 2012

EFEITOS SUBLETAIS DE DELTAMETRINA SOBRE O CHAMAMENTO, COMPOSIÇÃO E
EFICIÊNCIA DO FEROMÔNIO SEXUAL DE *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE, 1854)
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

por

CAROLINA ARRUDA GUEDES

Comitê de Orientação:

César Auguste Badji – UAG/UFRPE

José Vargas de Oliveira – UFRPE

EFEITOS SUBLETAIS DE DELTAMETRINA SOBRE O CHAMAMENTO, COMPOSIÇÃO E
EFICIÊNCIA DO FEROMÔNIO SEXUAL DE *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE, 1854)
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

por

CAROLINA ARRUDA GUEDES

Orientador: _____
César Auguste Badji – UFRPE/UAG

Examinadores: _____
José Vargas de Oliveira – UFRPE

Daniela Maria do Amaral Ferraz Navarro – UFPE

Wendel José Teles Pontes – PNPd/CAPES

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Lauro Arruda Guedes (*In Memoriam*) e Maria José Guedes; e a minha mãe,
Leila Fernanda Guedes.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me conceder força nas lutas diárias e permitir essa conquista em minha vida.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, PPGEA, pela oportunidade de realização deste curso.

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

Ao meu orientador, César Auguste Badji, pelo apoio na elaboração desta pesquisa.

Ao meu Co-orientador, José Vargas de Oliveira, pelo acolhimento em seu laboratório e pelos momentos de descontração.

À Professora Daniela Maria Navarro pela imensa contribuição neste trabalho.

Ao Professor Herbert Abreu de Siqueira pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho através de seu laboratório.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola – PPGEA, pelos ensinamentos dispensados.

Ao produtor Flávio, do município de São João, PE, por permitir a realização do experimento de campo em suas áreas comerciais.

A Wendel Teles Pontes pela valiosa ajuda nas extrações das glândulas de feromônio sexual.

Aos amigos do laboratório de Entomologia Agrícola, Alberto Belo Esteves, Bárbara Liliane Duarte, Cynara Moura de Oliveira, Douglas Rafael Barbosa, Kamila Dutra, Mariana Oliveira Breda, Mauricéa Fidelis de Santana, Sérgio Monteze Alves, Solange Maria de França, Walkíria Alves, pelos momentos de descontração e ajuda mútua no desenvolvimento dos experimentos.

Aos estagiários José Rafael Rodrigues, Mardonio Noronha Pereira e José Cícero pela ajuda nos experimentos de campo.

A Paulo Milet Pinheiro, Artur Maia e Geane do Laboratório de Ecologia Química da UFPE pela valiosa ajuda nas análises de GC-MS.

A todos os discentes do Curso de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola pelo convívio durante esses anos.

Aos funcionários do PPGEA, Darci Correia da Silva, Ariella Rayder Cahú, José Romildo Nunes, pela eficiência nos serviços prestados.

Ao meu pai, Lauro Arruda Guedes (*in Memoriam*), que não está presente fisicamente, mas está em meu coração.

À minha mãe, Maria José Guedes, minha vida, guerreira, meu tudo. Ela que não mede esforços pra me ajudar e incentivar minha vida acadêmica.

À minha irmã, Leila Fernanda Guedes, pelo incentivo aos meus estudos.

Ao meu namorado, Fernando Antonio Rodrigues, por todo carinho, apoio e incentivo.

As minhas grandes amigas, Andresa Cristina Oliveira, Emanuely de Lira e Silva, Glaucilane dos Santos Cruz, Lílian Maria da Solidade, Lindinalva Messias de Lucena (*In memoriam*), Lucimere Lira e Silva, Natally Maria de Oliveira, pela amizade, carinho e por compartilharem de bons momentos e de sonhos e expectativas.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	vii
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO	01
LITERATURA CITADA.....	09
2 EFEITOS SUBLETAIS DE DELTAMETRINA SOBRE O CHAMAMENTO, COMPOSIÇÃO E EFICIÊNCIA DO FEROMÔNIO SEXUAL DE <i>Neoleucinodes elegantis</i> (GUENÉE, 1854) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)	14
RESUMO	15
ABSTRACT	16
INTRODUÇÃO	17
MATERIAL E MÉTODOS	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
AGRADECIMENTOS.....	29
LITERATURA CITADA	29

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill., é uma hortaliça originária da região andina da América do Sul. Sua domesticação foi feita por índios primitivos mexicanos e viajantes europeus no século XV (Giordano & Ribeiro 2000, Naika *et al.* 2006). É uma planta herbácea pertencente à família Solanaceae, na qual inclui outras espécies, como a batata, o tabaco, o pimentão e a berinjela (Alvarenga 2004).

Como importante fonte geradora de empregos diretos e indiretos e por ser responsável por garantir altos rendimentos, a cultura do tomate é de grande relevância sócio-econômica para o mundo (Silva & Giordano 2000). China e Estados Unidos são os principais produtores mundiais (FAO 2010). O Brasil ocupa a nona posição no *ranking* mundial contribuindo com uma produção de 4.114.312 toneladas, em uma área de 68.086 ha. O tomate é cultivado em todas as regiões brasileiras, com destaque para Sudeste e Centro-Oeste, as quais apresentam respectivamente, 35,79% e 34,33% da produção; seguidas pelas regiões Nordeste, Sul e Norte, com respectivamente 14,69%, 14,66% e 0,53% (IBGE 2011). De toda produção brasileira aproximadamente 35% são destinados à indústria, e 65% ao consumo *in natura*. (Carmo & Fornazier 2003). No Nordeste brasileiro, Pernambuco destaca-se como segundo maior produtor com uma produção de 135.508 toneladas, sendo plantados principalmente nos municípios de Camocim de São Félix, Lagoa Grande, Ibimirim e Garanhuns (IBGE 2011).

A produção do tomate no Brasil teve início em Pernambuco no século XX. Na década de 1950 teve um grande impulso e em 1972, São Paulo se destacou. Na década de 1980 a produção se intensificou novamente no Nordeste, principalmente em Pernambuco e norte da Bahia.

Contudo, a partir de 1991 houve significativa redução na produção devido principalmente o ataque severo da traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* Meyrick (Silva & Giordano 2000, Latorraca *et al.* 2008). Atualmente, essa limitação da produção do tomate causada por insetos-praga e doenças contribui para a cultura ser considerada de alto risco, o que acarreta no grande número de aplicações de agrotóxicos. Esse fato eleva os custos da produção e potenciais danos aos agroecossistemas, consumidores e produtores pelos resíduos tóxicos gerados (Leite 2004).

A cultura do tomateiro é altamente infestada por insetos-praga em todos os estágios fenológicos com intensa infestação, que ocasiona redução da produtividade, devido aos danos causados pelas pragas. As pragas-chave que ocorrem na cultura são: a broca pequena *Neoleucinodes elegantalis* Guenée; o trips *Frankliniella schultzei* Trybom; a traça do tomateiro *T. absoluta* e a mosca branca *Bemisia tabaci* Gennadius. As pragas secundárias que se destacam são: a lagarta-rosca *Agrotis ipsilon* Hufnagel; a mosca-minadora *Liriomyza sativae* Blanchard; a lagarta-das-folhas *Manduca diffisa* Butler; a vaquinha *Diabrotica speciosa* Germar; as brocas-grandes-dos- frutos *Helicoverpa zea* Boddie e *Pseudoplusia includens* Walker; o ácaro vermelho *Tetranychus evansi* Backer e os percevejos *Nezara viridula* Linnaeus e *Phtia picta* Drury (Haji *et al.* 2004, Fernandes *et al.* 2010).

Como principal praga destaca-se a broca pequena do tomate (BPT), *N. elegantalis*, na América Latina, principalmente Brasil, Venezuela e Colômbia (Salas *et al.* 1991, Miranda 1997). No Brasil esta praga foi constatada por Costa Lima pela primeira vez em 1922 (Toledo 1948), no Ceará e desde então se tornou importante em quase todas as regiões produtoras de tomate do país (Carneiro *et al.* 1998). Em condições favoráveis ao crescimento populacional, a praga causa dano direto ao infestar severamente os frutos, tornando-os impróprios ao consumo e processamento industrial (Gravena & Benvenga 2003, Picanço *et al.* 2007), provocando perdas da ordem de 45-

90% da produção (Gallo *et al.* 2002). Muñoz *et al.* (1991) observaram cerca de 14 lagartas por fruto de diferentes ínstaes, indicando que pode haver sobreposição de gerações.

Os adultos da BPT são mariposas de coloração geral branca, asas transparentes, apresentando manchas pequenas marrons. O abdome das fêmeas é volumoso, enquanto que o dos machos é delgado, com a parte final aguda (Muñoz *et al.* 1991, Carneiro *et al.* 1998). Em geral, as fêmeas apresentam maior peso, maior comprimento do corpo, antenas e asas (Jaffe *et al.* 2007). Os ovos têm formato achatado e são depositados isolados ou agrupados no pecíolo, cálice ou superfície do fruto (Carneiro *et al.* 1998). Quando recém depositados apresentam coloração branca (Muñoz *et al.* 1991, Gallo *et al.* 2002), e quando próximos a eclosão da lagarta tornam-se avermelhados (Carneiro *et al.* 1998).

A lagarta é do tipo polípoda, subtipo eruciforme, apresentando três segmentos torácicos e 10 abdominais e a cabeça bastante quitinizada. O desenvolvimento larval encerra-se com cinco ínstaes, onde o primeiro apresenta uma coloração amarelada (Muñoz *et al.* 1991) e o quinto coloração rosada. Ao final do desenvolvimento larval a lagarta sai do fruto e passa para o estágio de pré-pupa (Carneiro *et al.* 1998, Gallo *et al.* 2002). Neste as larvas não se alimentam mais, tornam-se pouco móvel e apresentam coloração esbranquiçada; e logo passam ao período de pupa. A pupa é do tipo obtecta, com coloração variável de amarelo claro à marrom escuro (Muñoz *et al.* 1991).

Marcano (1991a) estudou os aspectos biológicos da BPT em frutos de tomate, com temperatura e umidade relativa controladas. As condições que obtiveram melhor desenvolvimento foram na temperatura de 25°C e umidade relativa de 65,6%, apresentando um período de incubação de 5,1 dias; fase larval de 15,7 dias; fase pupal de 9,3 dias e longevidade de 4,6 dias. Os períodos de pré-oviposição e oviposição foram de 3,1 e 1,8 dias, respectivamente. Com relação à fecundidade foi observado que a temperatura de 20°C apresentou um número médio de

52,3 ovos depositados/fêmea, variando de 19 a 77 ovos. Já na temperatura de 25°C o número médio de ovos foi de 26, com variação de 2 a 54. Marcano (1991b) realizou estudo semelhante sobre frutos de berinjela, e verificou que as condições controladas ideais para o desenvolvimento foram as mesmas para frutos de tomate, 25°C e 65,6%. Porém, os dados indicaram que a fecundidade foi maior quando as fêmeas se desenvolveram nos frutos de berinjela, sendo de 75,5 ovos depositados por fêmeas, com variação de 3 a 133 ovos.

Com relação aos aspectos comportamentais, Marcano (1991a) observou que os adultos no período da fotofase permanecem imóveis com as asas distendidas e abdome recurvado. Durante o período de oviposição a fêmea percorre a superfície do fruto com o abdome recurvado, distendendo-o para a oviposição. A preferência na distribuição dos ovos é dependente do nível de infestação, sendo a maioria depositados na superfície do fruto e na face inferior do cálice, em frutos de cerca de 23 mm (Blackmer *et al.* 2001). Segundo Eiras & Blackmer (2003), as lagartas passam em torno de $51 \pm 31,1$ min na superfície do fruto e ao encontrar sítios adequados demoram $23,8 \pm 19,4$ min para penetrar completamente o fruto, sendo as partes superior e inferior do fruto as de maior preferência com 42% e 40%, respectivamente, e a parte média com apenas 18% de preferência.

O controle muitas vezes é ineficaz devido ao comportamento da praga. A fêmea deposita preferencialmente seus ovos sob as sépalas de frutos verdes pequenos (23 mm). Após o período de incubação que é de aproximadamente cinco dias a larva eclode e penetra no fruto, entre a primeira e segunda hora da fotofase (Eiras & Blackmer 2003), aí permanece por aproximadamente 15 dias (Blackmer *et al.* 2001). Dessa forma a BPT fica protegida durante o período que causa maiores danos. É por esse motivo que táticas de controle incluem frequentes aplicações de inseticidas (Reis & Souza 1996, Badji *et al.* 2003).

O controle da BPT é realizado com freqüentes aplicações de inseticidas. Porém, muitos agrotóxicos são dispendiosos e potencialmente prejudiciais para os seres humanos e ao meio ambiente (Salas 1992), além disso, podem eliminar populações resistentes (Omoto 2000). Para reduzir esses problemas, desenvolveu-se o Manejo Integrado de Pragas (MIP), visando diminuir o uso de produtos químicos nos agroecossistemas, viabilizando o processo produtivo do tomateiro, contribuindo para um desenvolvimento agrícola sustentável (Rodrigues *et al.* 2001). Nakano (1999) citou diversas razões, pelas quais o controle químico tem sido predominante para hortaliças, entre elas, a especificidade dos agentes de controle biológico e o ciclo curto das culturas que impedem o estabelecimento de predadores e parasitóides.

Uma alternativa viável que poderia reduzir o uso intenso de inseticidas seria o controle comportamental, utilizando-se feromônio sexual. Estes tem-se destacado como importante tática dentro do manejo de pragas. Usando esta tática de controle, será possível diminuir, consideravelmente, o uso dos inseticidas. Feromônios são substâncias químicas usadas na comunicação de indivíduos da mesma espécie. Podem atuar tanto na fisiologia, tendo, portanto um efeito preparador, agindo no desenvolvimento dos indivíduos, quanto no comportamento, tendo um efeito desencadeador, provocando ação imediata. Existem vários tipos de feromônios, os quais são classificados de acordo com o tipo de ação que desencadeiam podendo ser: sexual, agregação, alarme, trilha, territorialidade, oviposição e dispersão. Entretanto, os sexuais são os mais estudados, pois apresentam perspectivas de emprego no controle de insetos-praga quando utilizados para interferir no comportamento sexual (Vilela & Della Lucia 1987, Bento 2000).

Existem três possibilidades de uso dos feromônios de insetos no MIP, monitoramento, coleta massal e confusão sexual. O monitoramento refere-se à utilização de armadilhas com feromônios para a detecção da presença e densidade da praga, portanto tem por objetivo evitar ou reduzir os seus danos, determinando o momento de controle e limitando a utilização desnecessária de

agrotóxicos. Também, é útil para definir a distribuição do inseto na área e no tempo. Essa estratégia torna o controle da praga mais eficiente e econômico, racionalizando as pulverizações e preservando os inimigos naturais no agroecossistema (Gullan & Cranston 2007).

Na coleta massal o inseto é atraído para um recipiente de contenção visando a eliminação ou diminuição da população do inseto-praga na cultura para mantê-la abaixo do nível de dano econômico. É uma forma de atração-aniquilação, no qual os indivíduos da espécie praga alvo são atraídos e mortos. São utilizadas altas densidades de armadilhas com feromônio, com o objetivo de capturar o maior número possível de indivíduos (Gullan & Cranston 2007). A terceira forma de utilização de feromônio é a confusão sexual, que consiste na interferência ou impedimento da transmissão de sinais entre os parceiros sexuais. Portanto, baseia-se na liberação de uma grande quantidade de feromônio para diminuir ou impedir a localização do parceiro e, assim, reduzir o acasalamento e, conseqüentemente, sua nova geração (Gullan & Cranston 2007, Zarbin *et al.* 2009).

Badji *et al.* (2003), com o objetivo de implementar o uso de armadilhas com feromônios no monitoramento da BPT, verificaram que o componente sintético (E)-11-hexadecenol (E11-16:OH) na concentração de 100 microgramas foi o mais eficaz na atratividade de machos, havendo despolarização da antena em relação direta com a concentração, mas houve redução de captura com o isômero, Z11-16:OH. Estudos realizados por Cabrera *et al.* (2001) para verificar os componentes do feromônio da BPT foram realizados, empregando cromatografia gasosa e utilizando a glândula de feromônio extraída do abdome de fêmeas virgens no ato de maior atratividade aos machos. Os resultados revelaram seis componentes que desencadearam estímulos nas antenas dos machos. Em campo também foram feitos testes, utilizando septos de látex impregnados com os componentes isolados ou a composição deles. O componente E11-16:OH na concentração de 1 mg obteve maior atratividade do que fêmeas virgens. Porém, quando houve a

composição com Z3, Z6, Z9-23 - tricosatrieno ocorreu efeito sinérgico e o feromônio sintético foi cerca de 60 vezes mais atrativo quando comparado ao produzido naturalmente pelas fêmeas. Assim, a utilização de (E11-16:OH) e (Z3, Z6, Z9-23) pode ser utilizado como método para a tomada de decisão na cultura de tomate para controle da BPT.

Contudo, os inseticidas ainda são os principais subsídios no controle de pragas . No entanto, muitas técnicas por meio de doses não-letais para controle populacional têm sido bem sucedidas (Haynes 1988). Os efeitos subletais dos inseticidas podem ser manifestados como redução na duração do ciclo de vida (Stark & Rangus 1994), taxa de desenvolvimento, longevidade (Storch *et al.* 2007, Ferrari 2009), fecundidade e mudanças na razão sexual (Vinson 1974), fertilidade (Grosch & Hoffman 1973, Stark *et al.* 1992), e alterações no comportamento, como alimento (Dempster 1968) e forrageamento (Dabrowski 1969). Também podem afetar a a longevidade, bem como a resposta do macho ao feromônio sexual. Esses efeitos, por sua vez podem ajudar a proporcionar novos caminhos para o manejo de pragas (Haynes 1988).

Alguns inseticidas que agem no sistema endócrino podem influenciar o comportamento reprodutivo. A produção e a emissão de feromônio pelas fêmeas, assim como a sua detecção por machos dependem de mecanismos fisiológicos complexos com a participação de hormônios e neurohormônios. Pelo fato dos hormônios terem a função de sincronizarem a maturação sexual com os comportamentos pré-copulatórios que irão levar ao encontro dos parceiros, alguns inseticidas fisiológicos poderão ter influência no comportamento da BPT. Estudos já demonstraram o papel do hormônio juvenil na produção e emissão do feromônio sexual em coleópteros (Vanderwel & Oehlschlager 1987) e lepidópteros (Gadenne *et al.* 1993). Cusson & McNeil (1989) observaram que em fêmeas da mariposa *Pseudaletia unipuncta* Haworth, o hormônio juvenil é importante tanto para a produção de feromônio sexual como para o comportamento de chamamento. Na mosca doméstica, *Musca domestica* L., a produção de

feromônio é ligada à quantidade de ecdiesteróides presentes na hemolinfa (Adams *et al.* 1984). Tang *et al.* (1991) mostraram que no lepidóptero *Trichoplusia ni* Hubner, a produção de feromônio é influenciada pela presença do hormônio ecdisônio.

Trabalhos realizados por Delpuech *et al.* (1998) com *Trichogramma brassicae* Benzdenko averiguaram o efeito do inseticida neurotóxico clorpirifós na recepção do feromônio sexual pelos machos e sua emissão pelas fêmeas, quando expostos a doses subletais do agrotóxico. Machos expostos a DL_{20} apresentaram uma inibição da recepção do feromônio sexual e fêmeas tiveram uma redução na sua emissão indicando a interferência do xenobiótico na liberação ou produção do feromônio sexual. Estes resultados indicam que alguns inseticidas podem promover um decréscimo substancial na habilidade de machos contaminados em localizar uma fonte de feromônio. Nesta situação, o acasalamento e multiplicação da população podem acontecer com o auxílio de outros mecanismos de localização do parceiro e certamente armadilhas visando à captura de machos não teriam êxito em determinar o tamanho populacional da espécie.

Wei & Du (2004), com o objetivo de documentar os efeitos de deltametrina sobre o comportamento de chamamento e produção de feromônio sexual em fêmeas de *Ostrinia furnacalis* Guenée e a resposta comportamental dos machos para a fonte de feromônio em túnel de vento, aplicaram topicamente em larvas de primeiro, terceiro e quinto ínstaes. Após emergência dos adultos verificaram que *O. furnacalis* pode possuir um sistema de compensação no qual os machos que sobreviveram ao tratamento apresentam uma resposta baixa ao feromônio, enquanto que fêmeas sobreviventes produziram e liberaram mais feromônio.

Assim, substâncias tóxicas podem exercer efeito sutil, bem como ostensivo que deve ser considerado quando se analisa seu impacto. No caso da BPT, o entendimento do comportamento das mariposas em armadilhas com feromônio sexual, bem como na composição do feromônio sexual em ambientes onde foi feita aplicações de inseticidas irá permitir um melhor uso da técnica

de monitoramento das populações de pragas usando feromônio sexual. O presente trabalho teve por objetivo investigar o impacto de doses subletais de deltametrina no comportamento de chamamento, composição e eficiência do feromônio sexual, bem como biologia reprodutiva da BPT.

Literatura Citada

- Adams, T.S., J.W. Dillwith & G.J. Blomquist. 1984.** The role of 20-hydroxyecdysone in housefly sex pheromone biosynthesis. *J. Insect Physiol.* 30: 287-294.
- Alvarenga, M.A.R. 2004.** Tomate: produção em campo, casa-de-vegetação e hidroponia. Lavras, UFLA, 400p.
- Badji, C.A., A.E. Eiras, A. Cabrera & K. Jaffe. 2003.** Avaliação do feromônio sexual de *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Crambidae). *Neotrop. Entomol.* 32: 221-229.
- Bento, J.M.S. 2000.** Controle de insetos por comportamento: feromônios, p. 85-97. In J.C. Guedes, I.D. Costa & E. Castiglioni (eds.), Bases e técnicas do manejo de insetos. Santa Maria, UFSM/CCR/DFS, 248p.
- Blackmer, J.L., A.E. Eiras & C.L.M. Souza. 2001.** Oviposition preference of *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) and rates of parasitism by *Trichogramma pretiosum* (Riley) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Lycopersicon esculentum* in São José de Ubá, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 30: 89-95.
- Cabrera, A., A.E. Eiras, G. Gries, R. Gries, N. Urdaneta, B. Miras, C. A. Badji & K. Jaffe. 2001.** Sex pheromone of tomato fruit borer, *Neoleucinodes elegantalis*. *J. Chem. Ecol.* 27: 2097-2107.
- Carmo, C.A.S. & M.J. Fornazier. 2003.** Estudo Temático, Olericultura/Hortaliças. Disponível e<<http://www.incaaper.es.gov.br/pedeag/images/estudoolericultura.doc>> Acesso em: 10 out. 2011.
- Carneiro, J.S., F.N.P. Haji & F.A.M. Santos. 1998.** Bioecologia e controle da broca-pequena do tomateiro *Neoleucinodes elegantalis*. Teresina, Embrapa Meio-Norte, 14 p. (Circular Técnica 26).
- Cusson, M., J.N. McNeil. 1989.** Involvement of juvenile hormone in the regulation of pheromone release activities in a moth. *Science* 243: 210-212.

- Dabrowski, Z.T. 1969.** Laboratory studies on the toxicity of pesticides for *Typhlodromus finlandicus* (Oud.) and *Phytoseius macropilis* (Banks) (Phytoseiidae: Acarina). Rocz. Nauk. Roln. 95: 337-369.
- Delpuech, J.M., B. Froment, P. Fouillet, F. Pompanon, S. Janillon & M. Boulétreau. 1998.** Inhibition of sex pheromone communications of *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera) by the insecticide chlorpyrifos. Environ. Toxicol. Chem. 17: 1107–1113.
- Dempster, J.P. 1968.** The sublethal effect of DDT on the rate of feeding by the ground beetle *Harpalus rufipes*. Entomol. Exp. Appl. 11: 51–54.
- Eiras, A.E, J. L. & Blackmer. 2003.** Eclosion time and larval behaviour of the tomato fruit borer, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae). Sci. Agric. 60: 195-197. (Note)
- FAO. 2010.** Disponível em <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>> Acesso em 24 jun. 2012.
- Fernandes, O.A., A.M. Cardoso & S. Martinelli. 2010.** Manejo integrado de pragas do tomate: manual de reconhecimento das pragas e táticas de controle. Jaboticabal, FUNEP, 20p.
- Ferrari, B.M. 2009.** Efeitos letais e subletais de inseticidas sobre *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae). Dissertação de Mestrado, USP/ESALQ, Piracicaba, 77p.
- Gadenne, C., S. Grenier, B. Mauchamp & G. Plantevin. 1993.** Effects of a juvenile hormone mimetic, fenoxycarb, on post-embryonic development of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hob. Experientia 46: 744-747.
- Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Baptista, E.B. Filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves, J.D. Vendramim, L.C. Marchini, J.R.S. Lopes & C. Omoto. 2002.** Entomologia Agrícola. Piracicaba, FEALQ, 920p.
- Giordano L.B. & C.S.C. Ribeiro. 2000.** Origem, botânica e composição química do fruto, p. 2-17. In J.B.C. Silva & L.B. Giordano (eds.), Tomate para processamento industrial. Brasília, Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia/Embrapa Hortaliças, Xp.
- Gravena, S. & S.R. Benvenga. 2003.** Manual prático para manejo ecológico de pragas do tomate. Jaboticabal, Gravena-ManEcol LTDA, 144p.
- Grosch, D.S. & A.C. Hoffman 1973.** The vulnerability of specific cells in the oogenetic sequence of *Bracon hebetor* to some degradation products of carbamate pesticides. Environ. Entomol. 6: 1029-1032.
- Gullan, P.J. & P.S. Cranston. 2007.** The insects: an outline of entomology. London, Chapman & Hall, 491p.

- Haji, F.N.P., J.S. Carneiro, E. Bleicher, A.N. Moreira & R.C.F. Ferreira. 2004.** Manejo da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B na cultura do tomate, p. 87-110. In F.N.P Haji & E. Bleicher (eds), Avanços no manejo da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). Petrolina, Embrapa Semi-árido, 186p.
- Haynes. K.F. 1988.** Sublethal effects of neurotoxic insecticides insect behavior. Annu. Rev. Entomol. 33:149-168.
- IBGE. 2011.** Levantamento sistemático da produção agrícola, tomate: produção e área. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 04 de jan. 2012.
- Jaffe, K., B. Miras. & A. Cabrera. 2007.** Mate selection in the moth *Neoleucinodes elegantalis*: evidence for a supernormal chemical stimulus in sexual attraction. Anim. Behav. 73: 727-734.
- Latorraca, A., G.J.G. Marques, K.V. Sousa, & N.S. Fornés, 2008.** Agrotóxicos utilizados na produção do tomate em Goiânia e Goianópolis e efeitos na saúde humana. Com. Ciências Saúde 19: 365-374.
- Leite, G.L.D. 2004.** Resistência de tomates a pragas. Unim. Cient. 6: 129-140.
- Marcano, R. 1991a.** Estudio de La biologia y algunos aspectos del comportamiento del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Pyralidae) en tomate. Agron. trop. 41: 257-263.
- Marcano, R. 1991b.** Ciclo biológico del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae), usando berenjena (*Solanum melongena*) como alimento. Bol. Entomol. Venezolana 6: 135-141.
- Miranda, M.M.M. 1997.** Impacto do manejo integrado na predação e no parasitismo das pragas do tomateiro. Dissertação de Mestrado, UFV, Viçosa, 105p.
- Muñoz, L., P. Serrano, J.I. Pulido, & L. Cruz. 1991.** Ciclo de vida, hábitos y enemigos naturales de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Pyralidae), pesador del fruto del lulo *Solanum quitoense* Lam. Acta Agron. 41: 99-104.
- Naika, S., J.V.L. Jeude, M. Goffau, M. Hilmi & B.V. Dam. 2006.** A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização. Fundação Agromisa e CTA, Wageningen, 104p.
- Nakano, O. 1999.** As pragas das hortaliças: seu controle e o selo verde. Hortic. Bras. 17: 4-5.
- Omoto, C. 2000.** Modo de ação de inseticidas e resistência de insetos a inseticidas. p. 31-49. In J.C., Guedes, I.D. Costa & E. Castiglioni (eds.), Bases e técnicas do manejo de insetos. Santa Maria, UFSM/CCR/DFS, 290p.

- Picanço, M.C.; L. Bacci; E.M. Silva; E.G.F. Morais; G.A. Silva & N.R. Silva. 2007.** Manejo integrado das pragas do tomateiro no Brasil. p. 199-232. In D.J.H. Silva & F.X.R. Vale (eds.), Tomate: tecnologia de produção. Viçosa, Editora UFV, 355p.
- Reis, P.R. & J.C. Souza. 1996.** Controle da broca-pequena, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae), com inseticidas fisiológicos, em tomateiro estaqueado. An. Soc. Entomol. Brasil 25: 65-70.
- Rodrigues Filho, I.L., L.C. Marchior & L.V. Silva. 2001.** Estudo da viabilidade do ensacamento de pencas em tomateiro tutorado para o controle de *Neoleucinodes elegantalis* (Guen., 1854) (Lepidoptera: Crambidae) em Paty do Alferes – RJ. Agronomia 35: 33-37.
- Salas, J., A. Cabrera & A. Parra. 1991.** Contribución al conocimiento de la ecología del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Pyrastidae). Agron. Trop. 41: 275-283.
- Salas, J., A. Cabrera & A. Parra. 1992.** Estudios sobre la feromona sexual natural del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* Genée (Lepidoptera: Crambidae). Agron. Trop. 42: 227-231.
- Silva, J.B.C. & L.B. Giordano. 2000.** Tomate para processamento industrial. Brasília, Embrapa, 168p.
- Stark, J.D., T.T.Y. Wong, R.I. Vargas & R.K. Thalman. 1992.** Survival, longevity, and reproduction of tephritid fruit fly parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) reared from fruit flies exposed to azadirachtin. J. Econ. Entomol. 85:1125-1129.
- Stark, J.D., & T. Rangus. 1994.** Lethal and sublethal effects of the neem insecticide, Margosan-O, on the pea aphid. Pestic. Sci. 41:155–160.
- Storch, G., A.E. Loeck, R.S. Borba, D.A. Magano, C.L. Moraes, & A.D. Grutzmacher. 2007.** Efeito de inseticidas aplicados em doses subletais sobre a dieta artificial e em lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). Rev. Bras. Agrociência 13:175-179.
- Tang, J.D., W.A. Wolf, W.L. Roelofs & D.C. Knipple. 1991.** Development of functionally competent cabbage looper moth sex pheromone glands. Insect Biochem. 21: 573-581.
- Toledo, A.A. 1948.** Contribuição para o estudo da *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854), praga do tomate. Biológico 14: 103-108.
- Vanderwel, D. & A.C. Oehlschlager. 1987.** Biosynthesis of pheromones and endocrine regulation of pheromone production in Coleoptera. p. 175-215. In G.D. Prestwich & G.J. Blomquist (eds.), Pheromone biochemistry. New York, Academic press, 565p.
- Vilela, E.F. & T.M.C., Della Lucia. 1987.** Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 155 p.

- Vinson, S.B. 1974.** Effect of an insect growth regulator on two parasitoids developing from treated tobacco budworm larvae. *J. Econ. Entomol.* 67:335–336.
- Wei, H-y. & Du, J-w. 2004.** Sublethal effects of larval treatment with deltamethrin on moth sex pheromone communication system of the Asian corn borer *Ostrinia furnacalis*. *Pestic. Biochem. Phys.* 80: 12-30.
- Zarbin, P.H.G., M.A.C.M. Rodrigues, E.R. Lima. 2009.** Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. *Quim. Nova* 32: 722-731.

CAPÍTULO 2

EFEITOS SUBLETAIS DE DELTAMETRINA SOBRE O CHAMAMENTO,
COMPOSIÇÃO E EFICIÊNCIA DO FEROMÔNIO SEXUAL DE *Neoleucinodes elegantalis*
(GUENÉE, 1854) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

CAROLINA A. GUEDES¹, SOLANGE M. FRANÇA¹, JOSÉ V. OLIVEIRA¹, PAULO M. PINHEIRO³

DANIELA M.A.F. NAVARRO³, WENDEL J.T. PONTES¹ E CÉSAR A. BADJI²

¹Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manuel
de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 51171-900, Recife, PE

²Unidade Acadêmica de Garanhuns - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Bom
Pastor, s/n, Boa Vista, 55292-270, Garanhuns, PE.

³Departamento de Química Fundamental, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof.
Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, 50670-901, Recife, PE.

¹Guedes, C.A., S.M. França, J.V. Oliveira, W.J.T. Pontes, P.M. Pinheiro, D.M.A.F. Navarro & C.A. Badji. Efeitos subletais de deltametrina sobre o chamamento, composição e eficiência do feromônio sexual de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae). A ser submetido.

RESUMO – A broca pequena, *Neoleucinodes elegantalis* Guenée, é uma importante praga do tomate por causar dano direto ao infestar severamente os frutos, tornando-os impróprios para o consumo e processamento industrial. O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos subletais de deltametrina sobre a capacidade de captura de machos de *Neoleucinodes elegantalis* em diferentes tipos de armadilhas; sobre o comportamento de chamamento de fêmeas; bem como comparar a composição do feromônio sexual anteriormente identificado. Curvas de dose-mortalidade foram estabelecidas para a broca pequena, sendo utilizadas as DL's 20 e 40 nos experimentos subsequentes. Os resultados indicaram que a armadilha Bio Neo mostrou-se ser mais eficaz na captura de machos da broca pequena e que o feromônio sexual sintético, o foi mais atrativo quando comparado com extratos de glândulas extraídas de fêmeas, previamente em contato com doses subletais de deltametrina. As fêmeas apresentaram comportamento de chamamento semelhante, porém houve diferenças no período do pico de chamamento, onde a testemunha apresentou o pico na sexta hora e as fêmeas submetidas ao inseticida na oitava hora da escotofase. O tempo médio de chamamento também diferiu, sendo menor para as fêmeas tratadas com a menor dose. As análises cromatográficas identificaram os compostos (E)-11-hexadecenol, tricosane, eicosane e pentacosane nos extratos de glândulas de feromônio sexual de *N. elegantalis*. Apenas o primeiro composto havia sido identificado anteriormente, sugerindo uma possível diferença geográfica na composição do feromônio sexual de *N. elegantalis*.

PALAVRAS-CHAVE: Broca pequena do tomateiro, armadilhas, manejo comportamental, impacto inseticidas

SUBLETHAL EFFECTS OF DELTAMETHRIN ON CALLING, COMPOSITION AND
EFFICIENCY OF THE SEX PHEROMONE OF *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE, 1854)
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

ABSTRACT – The fruit borer, *Neoleucinodes elegantalis* Guenée, is an important pest of tomato to cause direct damage to severely infest the fruit, making it unfit for consumption and industrial processing. The aim of this study was to evaluate sublethal effects of deltamethrin on the ability to capture males *N. elegantalis* in different types of traps, on the calling behavior of females, and to compare the composition of the sex pheromone previously identified. Dose-mortality were established for small drill, and used the DL's 20 and 40 in subsequent experiments. The results indicated that trap Bio Neo proved to be more effective in the capture of males of the small drill and that the synthetic sex pheromone, was the most attractive when compared with gland extracts taken from female, previously in contact with sublethal doses of deltamethrin . The females exhibited calling behavior similar but there were differences in the period of peak calling, where the witness had a peak at the sixth hour and the animals under insecticide in the eighth hour of scotophase. The average call also differed, being lower for females treated with the lowest dose. The chromatographic analyzes identified compounds (E)-11-hexadecenol, tricosane, eicosane and pentacosane in extracts of pheromone glands of *N. elegantalis*. Only the first compound had been identified previously, suggesting a possible difference in the geographical composition of the sex pheromone of *N. elegantalis*.

KEY WORDS: Fruit borer, traps, insect behaviour, insecticides impact

Introdução

Neoleucinodes elegantalis Guenée, broca-pequena-do-tomate (BPT), é considerada a principal praga do tomate por causar dano direto ao infestar severamente os frutos, tornando-os impróprios para o consumo e processamento industrial (Gravena & Benvenga 2003, Picanço *et al.* 2007). O seu controle é dificultado devido ao seu comportamento biológico (Badji *et al.* 2003). As fêmeas realizam a oviposição em frutos pequenos (23 mm) (Blackmer *et al.* 2001). Ao eclodir a lagarta penetra no fruto, ficando no seu interior durante todo o período larval protegida das ações de controle (Eiras & Blackmer 2003). Por esse motivo, as aplicações de agrotóxicos são intensificadas e o controle químico sistemático torna-se o método mais utilizado para o manejo da BPT. Segundo Omoto (2000) o método químico usado no controle tem ocasionado o desenvolvimento de populações resistentes pela pressão exercida, bem como é passível de provocar problemas ao ambiente e à saúde dos trabalhadores rurais e consumidores (Salas *et al.* 1992).

O uso do feromônio sexual pode auxiliar na redução da utilização de agrotóxicos se usado para o monitoramento ou no controle da praga (Vilela & Della Lucia 1987, Bento 2000). Os principais fatores que afetam sua ação e o tornam promissores no manejo de pragas são: modo de ação altamente seletivo, elevada eficiência em baixas dosagens e a sua compatibilidade com outros métodos de controle (Jutsum e Gordon 1989). Funcionam como atraentes em armadilhas onde são detectados e determinados o nível populacional de insetos-praga (Salas *et al.* 1992, Blackmer *et al.* 2001, Badji *et al.* 2003).

Estudos com a utilização de feromônio sexual da BPT vem sendo realizados com o objetivo de atenuar os problemas referentes ocasionados por esse inseto-praga em tomateiro. Cabrera *et al.* (2001) encontraram uma mistura de cinco compostos do feromônio: (*E*)-11-hexadecenol (*E*11-16:OH), (*Z*)-11-hexadecenol (*Z*11-16:OH), (*E*-)11-hexadecenal (*E*11-16:Al),

(E)-11-Acetato de hexadecenila (E11-16:OAc) e (Z)-3,(Z)-6,(Z)-9 tricosatrieno (Z3,Z6,Z9-23:Hy). Testes de campo comprovaram que o composto (E)-11-hexadecenol atraiu machos quando isolado, e quando associado ao (Z)-11-hexadecenol reduziu as capturas. A atratividade de machos foi aumentada quando o tricosatrieno em pequenas quantidades foi associado ao (E)-11-hexadecenol, enquanto que quantidades maiores inibiram a atratividade.

No controle de pragas, os inseticidas são selecionados e recomendados devido a sua eficácia, porém doses subletais podem influenciar o comportamento e a fisiologia dos insetos. Os piretróides constituem um grupo de inseticidas, cujos mecanismos tóxicos também são observados em concentrações subletais que incluem efeitos bioquímicos e comportamentais, incluindo interrupção da comunicação feromonal (Wei & Du 2004). Em *Trichogramma brassicae* Bezdenko dose subletal de deltametrina levou a um aumento na resposta dos machos ao feromônio sexual das fêmeas, enquanto que quando as fêmeas foram expostas ao piretróide a resposta dos machos foi reduzida (Delpuech *et al.* 2001). Entretanto, doses subletais de piretróides não afetaram a taxa de emissão e taxas de componentes de feromônio em *Triclopusia ni* Hobner, nem a periodicidade de chamamento em *Pectinophora gossypiella* Saunders (Haynes & Baker 1985, Delpuech *et al.* 2001).

Contudo, os efeitos subletais dos inseticidas podem causar efeitos positivos sobre a fisiologia e reprodução dos insetos, esse fenômeno é denominado hormese. Doses subletais de piretróides podem levar a um aumento na progênie em várias espécies de insetos, como a cigarrinha castanha *Nilaparvata lugens* Stal, pulgões *Myzus persicae* Sulzer e gorgulho *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Cohen 2006, Cutler *et al.* 2009, Guedes *et al.* 2010, Ling *et al.* 2011).

Dessa forma o propósito do presente trabalho foi avaliar os efeitos subletais de deltametrina sobre a capacidade de captura de machos da BPT em diferentes tipos de armadilhas;

sobre o comportamento de chamamento de fêmeas; além de comparar a composição do feromônio sexual com o feromônio anteriormente identificado.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados em plantios comerciais de tomate do município de São João - PE (08°52'32''S e 36°22'W), nos Laboratórios de Entomologia Agrícola e Comportamento de Insetos do Departamento de Agronomia, Área de Fitossanidade da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), bem como no Laboratório de Ecologia Química do Departamento de Química Fundamental da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Estes trabalhos foram realizados no período de março de 2011 a junho de 2012.

Criação e Obtenção de *Neoleucinodes elegantalis*. Os insetos utilizados nos experimentos foram obtidos da criação mantida no Laboratório de Entomologia Agrícola, sob temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $65 \pm 10\%$ e fotofase de 12h. A criação foi adaptada da metodologia desenvolvida pela equipe do Prof. Marcelo Coutinho Picanço do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas da Universidade Federal de Viçosa. Frutos verdes de tomate de cerca de 3 cm de diâmetro de tomate da cultivar Santa Clara foram colocados em garrafas plásticas contendo água, no interior de gaiolas para servir como sítio de oviposição da BPT. Além dos frutos, folhas de tomate da mesma cultivar também foram utilizadas como estimulante para a postura. Estes frutos foram trocados diariamente e os ovos transferidos para frutos verdes de jiló orgânico, de cerca de 7 cm. Cada fruto foi infestado com cerca de 4 a 6 ovos, de acordo com o tamanho do fruto. Os frutos foram acondicionados em bandejas plásticas forradas com papel toalha e mantidos por cerca de 15 dias até as lagartas alcançarem o último ínstar, quando abandonam os frutos, passando a fase de pupa no papel toalha. As pupas foram transferidas para gaiolas de madeira (60 x 60 x 60

cm) coberta com organza até a emergência dos adultos. Estes, por sua vez, foram alimentados com solução de sacarose a 10%.

Curvas Dose-Mortalidade para Adultos de *Neoleucinodes elegantalis*. Utilizou-se o inseticida da classe dos piretróides, deltametrina, em grau técnico. Como diluente na elaboração das doses foi empregada acetona P.A. Adultos de 48h de idade de *N. elegantalis* foram utilizados e os bioensaios realizados por meio de aplicação tópica. Testes preliminares foram realizados para a obtenção de faixas de resposta do piretróide. Cada faixa de resposta foi obtida a partir da solução estoque na concentração de 2000 mg/mL que, posteriormente, foi submetida a diluições superficiais em acetona. Utilizaram-se concentrações de inseticida deltametrina de 1 mg/mL, 10 mg/mL, 25 mg/mL, 50 mg/mL, 100 mg/mL, 500 mg/mL, 1000 mg/mL e 10.000 mg/mL, além de uma testemunha. Ao final desta etapa foram discriminadas a maior concentração, onde ocorreu um número maior de mortes (extremo superior) e a menor concentração onde não houve mortes (extremo inferior). Em seguida, foram traçadas novas concentrações intermediárias a esses dois extremos, onde foram feitos os testes definitivos de dose-resposta. O processo foi idêntico ao ensaio preliminar. Através destas avaliações dos resultados foi estimada a curva de dose-resposta para o inseticida testado. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com duas repetições. Cada parcela experimental foi constituída de recipientes plásticos contendo dez insetos e solução de mel a 10% para a alimentação dos mesmos. Os insetos foram tratados topicamente com as soluções do piretróide diluído em acetona usando-se uma microseringa Hamilton de 25 µL. Aplicou-se 0,5 µL de solução na região ventral entre as pernas do inseto. Para a mobilização dos insetos foi utilizado cilindro de gás carbônico. Os insetos foram deixados por 30 segundos em contato com o gás, esperados dois minutos e feitas às aplicações do inseticida. Os insetos da testemunha foram tratados topicamente com o mesmo volume da acetona pura.

Os recipientes com os insetos foram mantidos em estufa encubadora a uma temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $65 \pm 10\%$ e fotofase de 12h até o momento da avaliação da mortalidade. Após 48 horas do tratamento foram contados os insetos vivos e mortos, sendo considerados mortos aqueles que se apresentaram imóveis. Os resultados de mortalidade foram submetidos à análise de probit, por intermédio do procedimento PROC PROBIT do programa SAS (SAS INSTITUTE 1997), gerando, assim, as curvas de dose-resposta. Por meio destas curvas, foram estimadas as doses subletais para 20% e 40% da população (DL_{20} e DL_{40}).

Extração de Glândulas de Feromônio Sexual de Fêmeas de *Neoleucinodes elegantalis*.

Glândulas de feromônio sexual de 10 fêmeas virgens (24-48h) foram retiradas pressionando suavemente o abdome durante o período do pico de chamamento, ou seja, quando, preferencialmente, as fêmeas prostraram o ovipositor com a glândula (entre a quinta e nona hora da escotofase). Para os bioensaios de campo as glândulas foram imediatamente dissecadas, extraídas e colocadas em frascos em solvente diclorometano, o equivalente a 0,1mL por glândula por 24h, após esse período os extratos foram removidos e mantidos a aproximadamente -20°C . Para as análises cromatográficas as glândulas foram mantidas em frascos contendo 100 μL de hexano (grau HPLC) em um isopor com gelo por no máximo 1h. Os extratos hexânicos foram removidos e mantidos a aproximadamente -20°C até as análises. Para cada dose foram realizadas cinco repetições, além da testemunha.

Bioensaios para a Avaliação da Eficiência de Armadilhas e Efeitos Subletais de

Deltametrina. O experimento foi conduzido no município de São João – PE, situado a 240 km de Recife – PE. A altitude média é de 716 m e o clima quente e úmido. A área de estudo possuía 4 ha de plantio comercial de tomate rasteiro da variedade TY2006. A pesquisa foi iniciada no período de frutificação, onde foram instaladas 30 armadilhas, sendo 15 do tipo Bio Neo e 15 do tipo Delta (Fig. 1), a fim de avaliar o efeito do desenho da armadilha sobre a captura de machos da BPT.

Estas armadilhas foram distribuídas entre si, a cada 20 m e fixadas com haste de madeira de 1 m de altura, próximas as plantas de tomate. O interior de cada recipiente das armadilhas Bio Neo foi preenchida com 1L de água e 5 mL de detergente neutro. Nas armadilhas Delta foram colocados pisos com cola de efeito adesivo permanente. O trabalho foi implantado no campo aos 45 dias após o transplante do tomateiro (frutificação), no final do mês de setembro, 28/09/2011. No período de instalação do experimento não havia na área a presença da BPT.

Para avaliar o efeito de doses subletais e diferentes atraentes sobre a captura de machos de *N. elegantalis* foram utilizados os seguintes tratamentos nas armadilhas: Feromônio sexual sintético comprado da Bio Control; pupas fêmeas; extratos de glândulas de feromônio sexual de fêmeas submetidas as DL's 20 e 40 de deltametrina e extratos de glândulas de fêmeas não submetidas ao inseticida. Os extratos de glândulas contendo o equivalente a uma fêmea foram colocados em papel filtro (1 x 1 cm). As pupas foram colocadas em número de duas em pequenas gaiolas (3 x 5 cm). O experimento foi montado em arranjo fatorial 2x5 no delineamento inteiramente casualizado composto por duas armadilhas e cinco atraentes. Três repetições foram usadas em cada tratamento. O número de espécimes capturados foi contabilizado, registrado e retirado das armadilhas. Para verificar o dano causado pela BPT foram avaliados 20 pontos, seis nas laterais e oito no meio. Cada ponto foi composto por cinco plantas seguidas e marcadas com fitas, avaliando-se um total de 30 frutos. O número de ovos, furos de entrada e furos de saída das lagartas dos frutos foram contabilizados. Por ocasião das coletas, foram realizadas as reposições dos extratos das glândulas, pupas fêmeas, água, detergente e pisos adesivos. As avaliações foram feitas semanalmente após a instalação das armadilhas. Os dados obtidos foram transformados em $\sqrt{(x + 1)}$, para atender as pressuposições da ANOVA, e o nível de significância foi de 5%. As análises foram realizadas pelo programa estatístico SAEG 5.0 (Gomes 1992). Foi realizada uma análise fatorial para avaliar o efeito da coleta da BPT ao longo do tempo em armadilhas Delta e

Bio Neo. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, para analisar ao longo do ciclo de cultivo o número de ovos, furos de entradas das lagartas nos frutos e furos de saídas. Em todas as análises, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

Efeitos Subletais de Deltametrina no Comportamento de Chamamento de *Neoleucinodes elegantalis*. O efeito de exposição da BPT a doses subletais de deltametrina no comportamento de chamamento foi determinado pela observação de 30 fêmeas virgens tratadas nas DL's 20, 40 e testemunha, sendo os tratamentos avaliados separadamente. As observações foram realizadas a $23 \pm 2^\circ\text{C}$, $65 \pm 10\%$ U.R. e fotofase de 12h. As fêmeas foram observadas individualmente em tubos de ensaio (25 x 85 mm), durante a escotofase, entre a quarta e nona hora, período em que segundo testes realizados por Eiras (2000) revelaram ser o pico de chamamento da BPT, sob lanterna de coloração vermelha. Este tipo de luz possui comprimento de luz longa em torno de 630 nm, o qual é imperceptível à visão de Lepidoptera, em especial mariposas (Eguchi *et al.* 1982).

Foi considerado como ato de chamamento das fêmeas, quando se verificou o abdome estendido com a glândula de feromônio facilmente visível. Durante o período de observação, registrou-se a hora de início e término do chamamento. Foram calculados o tempo médio de chamamento nas DL's 20, 40 e testemunha. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Cromatografia Gasosa Acoplada a Espectrometria de Massa (GC-MS). Os extratos de glândulas de feromônio sexual foram analisados através de cromatografia gasosa - espectrometria de massa (GC-MS) em um sistema quadrupolo Agilent 5975C Series GC/MSD (Agilent Technologies, Palo Alto, EUA), equipado com uma coluna apolar DB-5 (Agilent J&W; 60 m x 0.25 mm d.i., 0.25 μm espessura da película). Para cada amostra, 1 μl de extrato foi injetado em modo splitless. A temperatura do GC foi ajustada em 100°C por 2 min, então aumentada em 6°C min^{-1} até 330°C e mantida por 2 min. O fluxo de hélio foi mantido em pressão constante

de 9.169 psi. A interface do MS foi definida em 200 °C e os espectros de massa registrados em 70eV (em modo EI) com uma velocidade de escaneamento de 0.5 scan-s de m/z 30-350. Os compostos foram identificados a partir de comparação de seus espectros de massa e tempos de retenção àqueles de padrões autênticos disponíveis na biblioteca de referência NIST 08, através do Chemstation™ (Agilent Technologies, Palo Alto, EUA). As áreas dos picos nos cromatogramas foram integradas para obtenção do sinal iônico total e seus valores utilizados para determinar as proporções relativas de cada composto. Foram obtidos os índices de retenção de Kovats a partir de co-injeção com série de alcanos (C8-C24).

Resultados e Discussão

Curva Dose-Mortalidade para Adultos de *Neoleucinodes elegantalis*. As doses estimadas de deltametrina que resultaram em 20% e 40% de mortalidade (DL_{20} e DL_{40}) para adultos de 48h de *N. elegantalis* foram 0,91mg e 9,47mg, respectivamente. Em experimentos subsequentes os adultos foram tratados com 1mg e 10mg de deltametrina, respectivamente (Tabela 1).

Bioensaios para a Avaliação de Eficiência de Armadilhas e Efeitos Subletais de Deltametrina. Entre os dois tipos de armadilhas utilizadas nos experimentos, Bio Neo e Delta, houve diferença significativa quando o atraente foi o feromônio sexual sintético. A armadilha Bio Neo capturou significativamente mais insetos que a Delta, enquanto que para os outros atraentes não houve diferença significativa de captura entre as armadilhas ($P>0,05$) (Tabela 2). A maior eficiência de capturas de machos obtida pelo modelo Bio Neo pode estar relacionada a características de sua estrutura. Segundo Murhead-Thomson (1991) a pluma do feromônio pode ser facilmente interrompido, dependendo do tipo de armadilha, afetando o vôo dos insetos para a mesma. Nesse tipo de armadilha a exposição direta do local onde são inseridos os atraentes

permite que o odor se propague mais rapidamente no ar e que os machos entrem mais facilmente em contato com ele.

Na armadilha Bio Neo, o feromônio sexual sintético capturou significativamente mais machos com relação aos outros atraentes, extratos de glândulas de feromônios sexuais submetidos às DL's 20 e 40, extratos de glândulas não submetidas e pupas ($P>0,05$) (Fig. 2), sugerindo que o feromônio sintético diferiu do potencial atrativo dos feromônios naturais e os efeitos subletais do inseticida, apresentando o feromônio sintético maior eficiência. Contudo, quando a armadilha foi do tipo Delta não houve diferença entre os atraentes ($P>0,05$) (Tabela 2).

Nesses bioensaios, os números médios de infestação de ovos e perfuração de saída foram bem semelhantes e constantes ao longo do desenvolvimento da cultura, enquanto que para as perfurações de entrada foi gradativo, aumentando conforme o desenvolvimento, com um pico no final do ciclo, próximo à época da colheita (Fig. 3). Nas primeiras avaliações o número de ovos foram maiores, porém sem grandes diferenças. Para as infestações com perfurações de entrada no início das avaliações foram baixas, aumentando ao longo do desenvolvimento da cultura. As perfurações de saída também apresentaram no início baixa infestação e foi aumentando ao longo do tempo, mas em menor proporção que os furos de entrada ($P>0,05$) (Tabela 3).

Esses resultados indicam que a armadilha tipo Bio Neo se mostrou mais eficaz na captura de machos da BPT, dados esses correspondentes aos obtidos por Mirás *et al* (1997) quando avaliaram a eficiência de diferentes tipos de armadilhas para a captura da broca. Contrariamente a esses resultados, Salas (2008) em seus estudos também com o objetivo de avaliar a capacidade de captura das armadilhas Bio Neo e Delta não identificou diferença entre os dois tipos de armadilhas. Portanto, para o efetivo monitoramento da BPT pode-se utilizar a armadilha Bio Neo já que as capturas foram maiores para este tipo.

O feromônio sintético demonstrou ser o componente mais atrativo nas capturas de machos, concordando com os dados de Cabrera *et al.* (2001), Badji *et al.* (2003) e Jaffe *et al.* (2007). Praticamente não houve atração de machos quando as armadilhas continham os extratos de glândulas de feromônio sexual de fêmeas submetidas a deltametrina nas DL's 20 e 40, extrato de glândulas não submetidas ao inseticida deltametrina e pupas. Jaffe *et al.* (2007) também verificaram que o feromônio sintético da BPT é mais eficaz na captura do que fêmeas virgens e extratos de glândulas ou até mesmo com a mistura dos componentes do feromônio da BPT.

As capturas médias de machos da BPT na Venezuela foram altas quando o atraente E11-16:OH esteve presente de forma isolada nas armadilhas de água demonstrando este ser o mais eficaz na atração dos machos, enquanto que a adição de Z11-16:OH houve inibição na coleta de machos. Com relação à média de captura com os atraentes E11-16:OH e duas fêmeas virgens, obteve maior captura com o E11-16:OH. O tricosatríneo, Z3,Z6,Z9-23:Hy, em baixa proporção reforçou a atratividade do componente principal, sendo sessenta vezes mais atrativo que a mistura produzida pela fêmea (Cabrera *et al.* 2001). Embora as médias de capturas de machos da BPT tenham sido elevadas para o feromônio sintético no experimento no município de São João, estas foram menores quando comparadas às capturas da Venezuela. A atratividade dos compostos pode estar comprometida pelo fato de haver diferenças na composição química entre feromônios de populações distintas e distantes geograficamente. Como o feromônio da BPT foi sintetizado e formulado na Venezuela pode ser mais atrativo nessa região e, portanto mais eficaz comprovando essas diferenças nas capturas dos machos. Um exemplo é o feromônio sexual sintético de *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, o qual foi comercializado no Brasil tem sido demonstrado que não é eficiente em todos os estados brasileiros.

Outras espécies de mariposas da mesma família também apresentam como componente principal o E11-16: OH como é o caso de *Leucinodes orbonalis* Guen., broca da berinjela (Zhu *et*

al. 1987, Attygalle *et al.* 1988). Porém, também foi encontrado em menor proporção em *Diaphania hyalinata* L. e *Diaphania nitidalis* Cramer (Raina *et al.* 1986, Klun *et al.* 1986). E11-16:OH também tem sido identificado em espécies de famílias diferentes da BPT, em baixa proporção, como em *Lonomia obliqua* Walker (Zarbin *et al.* 2007).

Nesses experimentos de campo, o número reduzido de captura nas armadilhas iscadas com extratos de glândulas de fêmeas pode ter ocorrido devido aos compostos estarem concentrados em misturas, e como verificado por Cabrera *et al.* (2001), Badji *et al.* (2003) e Jaffe *et al.* (2007) são mais eficazes quando isolados ou em determinadas proporções de associações.

Efeitos de Doses subletais de Deltametrina no Comportamento de Chamamento de Fêmeas de *Neoleucinodes elegantalis*. O chamamento de fêmeas adultas da BPT tratadas com doses subletais de deltametrina foi similar as fêmeas da testemunha ($P < 0,5$) (Fig. 4). Os períodos do pico de chamamento foram observados das 6-8h após o início da escotofase para todos os tratamentos. Esses dados estão de acordo com os obtidos por Eiras (2000) quando verificou o comportamento reprodutivo de fêmeas da BPT, observando então que o período de acasalamento compreendeu o intervalo da 5^a a 9^a hora. A testemunha obteve o pico na sexta hora, enquanto que para as fêmeas tratadas nas DL's 20 e 40 o pico foi na oitava hora. O tempo médio total de chamamento diferiu significativamente entre as fêmeas da testemunha e daquelas tratadas na DL₂₀, porém a DL₄₀ não diferiu da testemunha e DL₂₀ ($P < 0,05$) (Fig. 5). A testemunha apresentou maior tempo de chamamento, enquanto que a menor dose apresentou menor tempo de duração do chamamento.

O retardo no pico de chamamento, bem como uma menor duração do período de chamamento pode resultar na diminuição da aceitação dos machos pelas fêmeas. Em grilos doses subletais de paration metílico resultou na distorção do ritmo do som do chamamento, reduzindo a reprodução (Young & Stephen 1970, Haynes 1988). Em *Spodoptera litura* Fabricius o

comportamento de chamamento não diferiu entre os insetos tratados e não tratados com doses subletais de deltametrina, endossulfan, malation e carbaril (Wei *et al.* 2004).

Doses subletais de deltametrina interferiram no tempo de chamamento e no pico de chamamento. Os efeitos subletais incluem tanto respostas comportamentais quanto fisiológicas, estes por sua vez podem influenciar na função dos órgãos dos sentidos e alterar a função sensorial. Em *Trichogramma brassicae* Bezdenko o inseticida clorpirifós teve efeito significativo sobre a comunicação feromonal, inibindo a emissão do feromônio por fêmeas e inibem a recepção por machos (Delpuech *et al.* 1999).

Cromatografia Gasosa Acoplada a Espectrometria de Massa (GC-MS). Os extratos de glândulas de feromônio sexual de *N. elegantalis* revelaram a presença do composto (E)-11-hexadecenol (E11-16:OH), tricosane, eicosane, pentacosane a partir de análises cromatográficas (Fig. 6). O primeiro composto foi também identificado por Cabrera *et al.* 2001 e comprovada sua eficiência por Badji *et al.* (2003) e Jaffe *et al.* (2007). Porém, os outros compostos aqui representados não foram identificados pelo primeiro autor. Apesar de haver compostos em concordância aos que foram primeiro identificados sugere-se que pode haver diferença geográfica na composição do feromônio sexual da BPT. Em populações de *Etiella zinckenella* Treit. da Hungria e Egito, vários componentes tetradecenyl foram identificados (Tóth *et al.* 1989), entre as quais a mistura de (Z)-9- tetradecenyl e (Z)-11- tetradecenyl acetato mostraram máxima atividade biológica (Tóth *et al.* 1996). Essa mistura atraiu machos em testes com armadilhas em vários países europeus, Egito, Norte da Índia, mas nenhuma atividade foi observada em Taiwan, Japão, Austrália ou América do Norte, sugerindo uma composição de feromônio diferente para as populações nessas últimas regiões.

Em suma, a maior eficiência de captura por parte da armadilha Bio Neo em associação com o feromônio sexual sintético demonstraram a importância da utilização dessa ferramenta para

o monitoramento da BPT no contexto do manejo integrado de pragas. Além disso, a utilização de doses subletais de deltametrina pode contribuir na redução de agrotóxicos tanto na diminuição de custos quanto na melhor adequação dos efeitos sobre o agroecossistema, buscando além da eficiência agronômica menores perturbações ambientais a ao homem.

Agradecimentos

À Coordenação de Apoio a Pesquisa, CAPES, pela concessão de bolsa de estudo.

Literatura Citada

- Attygalle, A., J. Schwarz & N.E. Gunawardena. 1988.** Sex pheromone of brinjal ashoot and pod borer *Leucinodes orbonalis* Guenée (Lepidoptera: Pyralidae: Pyraustinae). *Z. Naturforsch.* 43:790–792.
- Badji, C.A., A.E. Eiras, A. Cabrera & K. Jaffe. 2003.** Avaliação do feromônio sexual de *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Crambidae). *Neotrop. Entomol.* 32: 221-229.
- Bento, J.M.S. 2000.** Controle de insetos por comportamento: feromônios. p. 85-97. In J.C. Guedes, I.D. Costa & E. Castiglioni (eds.), *Bases e técnicas do manejo de insetos*. Santa Maria, UFSM/CCR/DFS, 248p.
- Blackmer, J.L., A.E. Eiras & C.L.M. Souza. 2001.** Oviposition preference of *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) and rates of parasitism by *Trichogramma pretiosum* (Riley) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Lycopersicon esculentum* in São José de Ubá, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 30: 89-95.
- Cabrera, A., A.E. Eiras, G. Gries, R. Gries, N. Urdaneta, B. Miras, C.A. Badji & K. Jaffe. 2001.** Sex pheromone of tomato fruit borer, *Neoleucinodes elegantalis*. *J. Chem. Ecol.* 27: 2097-2107.
- Cohen, E. 2006.** Pesticide-mediated homeostatic modulation in arthropods. *Pestic. Biochem. Phys.* 85: 21-27.
- Cutler, G.C., K. Ramanaidu, T. Astatkie & M.S. Isman. 2009.** Green peach aphid, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), reproduction during exposure to sublethal concentrations of imidacloprid and azadirachtin. *Pest. Manag. Sci.* 65: 205-209.

- Delpuech, J.M., B. Froment, P. Fouillet, F. Pompanon, Janillon, S. & M. Boulétreau. 1999.** Inhibition of sex pheromone communications of *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera) by the insecticide chlorpyrifos. *Environ. Toxicol. Chem.* 17: 1107–1113.
- Delpuech, J.M., B. Lagallet, O Terrier & P. Fullet. 2001.** Modifications of the sex pheromonal communication of *Trichogramma brassicae* by a sublethal dose of deltamethrin. *Chemosphere.* 38: 729-739.
- Eguchi E., K. Watanabe, T. Hariyama & K. Yamamoto. 1982.** A comparison of electrophysiologically determined spectral responses in 35 species of Lepidoptera. *J. Insect Physiol.* 28: 675-682.
- Eiras, A.E. 2000.** Calling behaviour and evaluation of the sex pheromone glands extract of *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Crambidae) in wind tunnel. *An. Soc. Entomol. Brasil* 29: 453-460.
- Eiras, A.E. & J.L. Blackmer. 2003.** Eclosion time and larval behaviour of the tomato fruit borer, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae). *Sci. Agric.* 60: 195-197. (Note)
- Gomes, J.M. 1992.** SAEG 5.0: Sistema de análises estatísticas e genéticas, SAEG. Imprensa Universitária, UFV, Viçosa, 100 p.
- Gravena, S. & S.R. Benvenga. 2003.** Manual prático para manejo ecológico de pragas do tomate. Jaboticabal, Gravena-ManEcol LTDA, 144p.
- Guedes, N.M.P., J. Tolledo, A.S. Corrêa & R.N.C. Guedes. 2010.** Insecticide-induced hormesis in a insecticide-resistant strain of the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. *J. Appl. Entomol.* 134: 142-148.
- Haynes, K.F. 1988.** Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behavior. *Ann. Rev. Entomol.* 33: 149-168.
- Haynes, K.F. & T.C. Baker. 1985.** Sublethal effects of permethrin on the chemical communication system of the pink bollworm moth, *Pectinophora gossypiella*. *Arch. Insect Biochem.* 2: 283-293.
- Jaffe, K., B. Miras. & A. Cabrera. 2007.** Mate selection in the moth *Neoleucinodes elegantalis*: evidence for a supernormal chemical stimulus in sexual attraction. *Anim. Behav.* 73: 727-734.
- Jutsum, A.R. & R.F.S. Gordon. 1989.** Pheromones: importance to insects and role in pest management, p.1-16. In A.R. Jutsum & R.F.S. Gordon (eds.), *Insect pheromones in plant protection*, New York, John Wiley & Sons, 369p.
- Klun, J.A., B.A. Lionhardt, M. Schwarz, A. Day & A.K. Raina. 1986.** Female sex pheromone of the pickleworm *Diaphania nitidalis* (Lepidoptera: Pyralidae) *J. Chem. Ecol.* 12: 239–249.

- Ling, S., H. Zhang & R. Zhang. 2011.** Effect of fenvalerate on the reproduction and fitness costs of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* and its resistance mechanism. *Pestic. Biochem. Phys.* 101: 148-153.
- Mirás, B., S. Issa & K. Jaffé. 1997.** Diseño y evaluación de trampas cebadas com hembras vírgenes para La captura del perforador del fruto del tomate. *Agron. Trop.* 43: 315-330.
- Murhead-Thomson, R.C. 1991.** Trap responses of flying insects. p.152-179. In R.C. Murhead-Thomson (ed.), *Insect behavior*. London, Academic Press, 514p.
- Omoto, C. 2000.** Modo de ação de inseticidas e resistência de insetos a inseticidas. p. 31-49. In J.C. Guedes, I.D. Costa & E. Castiglioni (eds.), *Bases e técnicas do manejo de insetos*. Santa Maria, UFSM/CCR/DFS, 290p.
- Picanço, M.C.; L. Bacci; E.M. Silva; E.G.F. Morais; G.A. Silva & N.R. Silva. 2007.** Manejo integrado das pragas do tomateiro no Brasil. p. 199-232. In D.J.H. Silva & F.X.R. Vale (eds.), *Tomate: tecnologia de produção*. Viçosa, Editora UFV, 355p.
- Raina, A.K., J.A. Klun, M. Schwarz, A. Day & B.A. Leonhardt. 1986.** Female sex pheromone of the melonworm *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera:Pyralidae), and analysis of male responses to pheromone in a flight tunnel. *J. Chem. Ecol.* 12: 229-237.
- Salas, J., A. Cabrera & A. Parra. 1992.** Estudios sobre la feromona sexual natural del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* Genée (Lepidoptera: Crambidae). *Agron. Trop.* 42: 227-231.
- Salas, J. 2008.** Capacidade de captura de *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) em dos tipos de trampa provista con su feromona sexual. *BIOAGRO* 20: 135-139.
- SAS Institute. 2001.** SAS/Stat User's Guide. SAS, Cary, NC.
- Tóth, M., C. Lofstedt, B.S. Hansson, G. Szöcs & A.I. Farag. 1989.** Identification of four componentes from the female sex pheromone of the lima-bean pod borer, *Etiella zinckenella*. *Entomol. Exp. Appl.* 51: 107-112.
- Tóth, M., N.S. Talekar & G. Szöcs. 1996.** Optimization of blends of synthetic pheromone components for trapping male limabean pod borers (*Etiella zinckenella* Tr.) (Lepidoptera: Phycitidae): preliminary evidence on geographical differences. *Bioorgan. Med. Chem.* 4: 495-497.
- Vilela, E.F. & Della Lucia, T.M.C. 1987.** Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária. 155 p.
- Wei, H., Y. Huang & J. Du. 2004.** Sex pheromone and reproductive behaviour of *Spodoptera litura* (Fabricius) moths reared from larvae treated with four insecticides. *J. Chem. Ecol.* 30: 1457-1466.

- Wei, H-y. & Du, J-w. 2004.** Sublethal effects of larval treatment with deltamethrin on moth sex pheromone communication system of the Asian corn borer *Ostrinia furnacalis*. Pestic. Biochem. Phys. 80: 12-30.
- Young, C.L. & W.P. Stephen. 1970.** The acoustical behaviour of *Acheta domesticus* L. (Orthoptera: Gryllidae) following sublethal doses of parathion, dieldrin and sevin. Oecologia. 4: 143-162.
- Zarbin, P.H.G., L.M. Lorini, B.G. Ambrogi, D.M. Vidal & E.R. Lima. 2007.** Sex pheromone of *Lonomia obliqua*: Daily rhythm of production, identification and synthesis. J. Chem. Ecol. 33: 555-565.
- Zhu, Z., F. Kong, S. Yu, Y. Yu, S. Jin, X. Yu & J. Yu. 1987.** Identification of the sex pheromone of eggplant borer *Leucinodes orbonalis* Guenée (Lepidoptera: Pyralidae). Z. Naturforsch. 42:1347-1348.

Tabela 1. DL₂₀ e DL₃₀, qui-quadrado (χ^2), grau de liberdade (GL) e probabilidade (P) das curvas concentração-mortalidade do inseticida Deltametrina a adultos de *Neoleucinodes elegantalis*.

Tratamento	n	DL ₂₀	DL ₄₀	Coeficiente angular \pm EP	χ^2	GL	P
Deltametrina	40	0,91 (3,98-12,67)	9,47 (0,001-63,45)	0,58 \pm 0,22	1,86	2	0,39

*IC95 = Intervalo de confiança das DL₂₀ e DL₄₀ a 95% de probabilidade

Tabela 2. Efeito dos atraentes utilizados em diferentes armadilhas BioNeo e delta sobre coleta de adultos de *N. elegantalis* em plantios comerciais de tomate rasteiro da variedade TY, no município de São João, PE.

	Feromônio sexual sintético	Extrato de glândula DL ₂₀	Extrato de glândula DL ₃₀	Extrato de glândula	Pupa
BioNeo ¹	12,4 ± 3,27 Aa	0,3 ± 0,18 B	0,1 ± 0,07 B	0,2 ± 0,08 Ba	0,1 ± 0,06 B
Delta	1,6 ± 0,5Ab	*	*	*	*

¹As médias (±EP) seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem, entre si, pelo teste Tukey (P > 0,05).

* Não houve captura de machos.

Tabela 3. Número de ovos, furos de entradas das larvas nos frutos e furos de saída das lagartas ao longo do desenvolvimento do tomate rasteiro TY. São João, PE.

Avaliações ¹	Número de ovos	Furos de entrada	Furos de saída
18/10/2011	1,4 ± 0,56 ab	1,1 ± 0,53 d	0,1 ± 0,15 c
25/10/2011	4,1 ± 1,29 a	4,9 ± 1,04 cd	0,6 ± 0,38 c
01/11/2011	1,8 ± 0,55 ab	10,1 ± 1,74 bc	3,1 ± 0,89 bc
08/11/2011	0,6 ± 0,46 b	25,3 ± 5,24 ab	7,0 ± 1,94 b
15/11/2011	0,4 ± 0,31 b	39,5 ± 8,73 a	26 ± 6,26 a
22/11/2012	2,8 ± 1,17 ab	36,1 ± 7,34 a	8,7 ± 2,25 b

¹As médias (\pm EP) seguidas da mesma letra na coluna não diferem, entre si, pelo teste Tukey ($P > 0,05$).



Figura 1. Armadilhas utilizadas para a captura da BPT. (A) Bio Neo e (B) Delta.

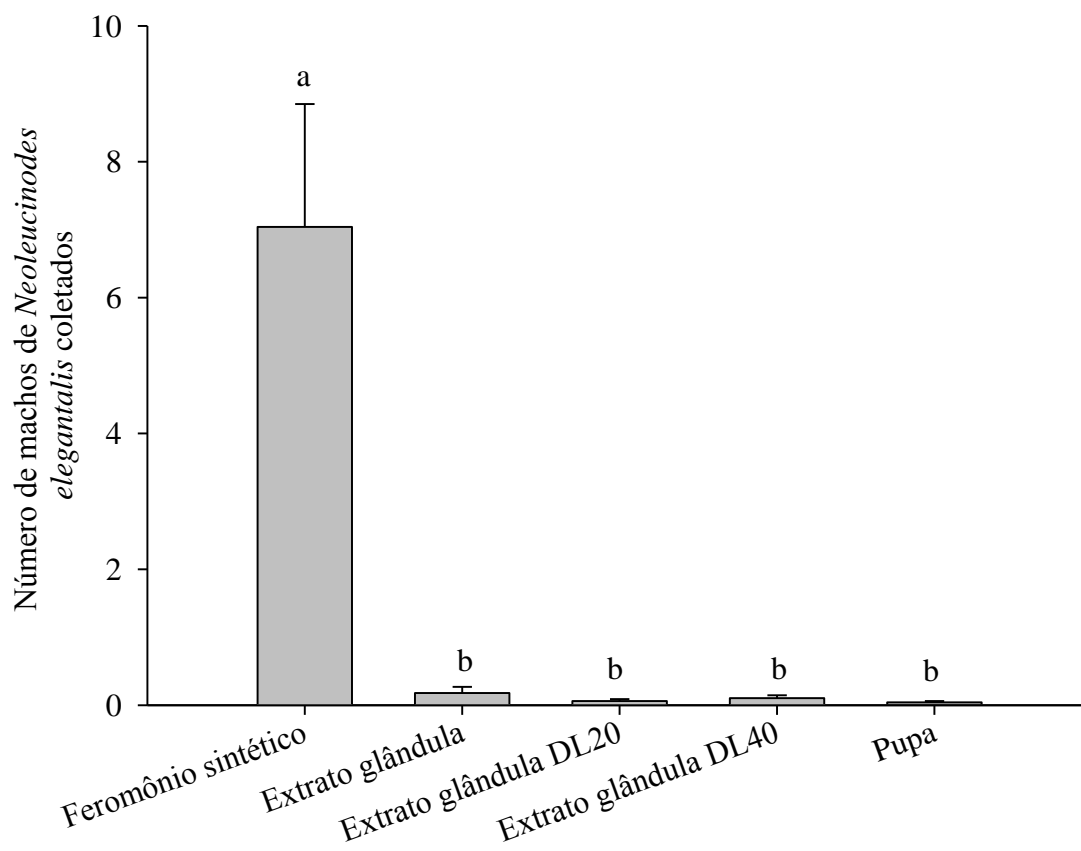


Figura 2. Número médio de machos de *Neoleucinodes elegantalis* coletados em armadilhas iscadas com feromônio sintético (BioNeo), extrato de glândulas de fêmeas não submetidas a tratamento químico, tratadas com as DL₂₀ e DL₄₀ de deltametrina em grau técnico e pupas em plantios comerciais de tomate rasteiro TY. São João, PE. As colunas seguidas da mesma letra não diferem, entre si, pelo teste Tukey ($P > 0,05$).

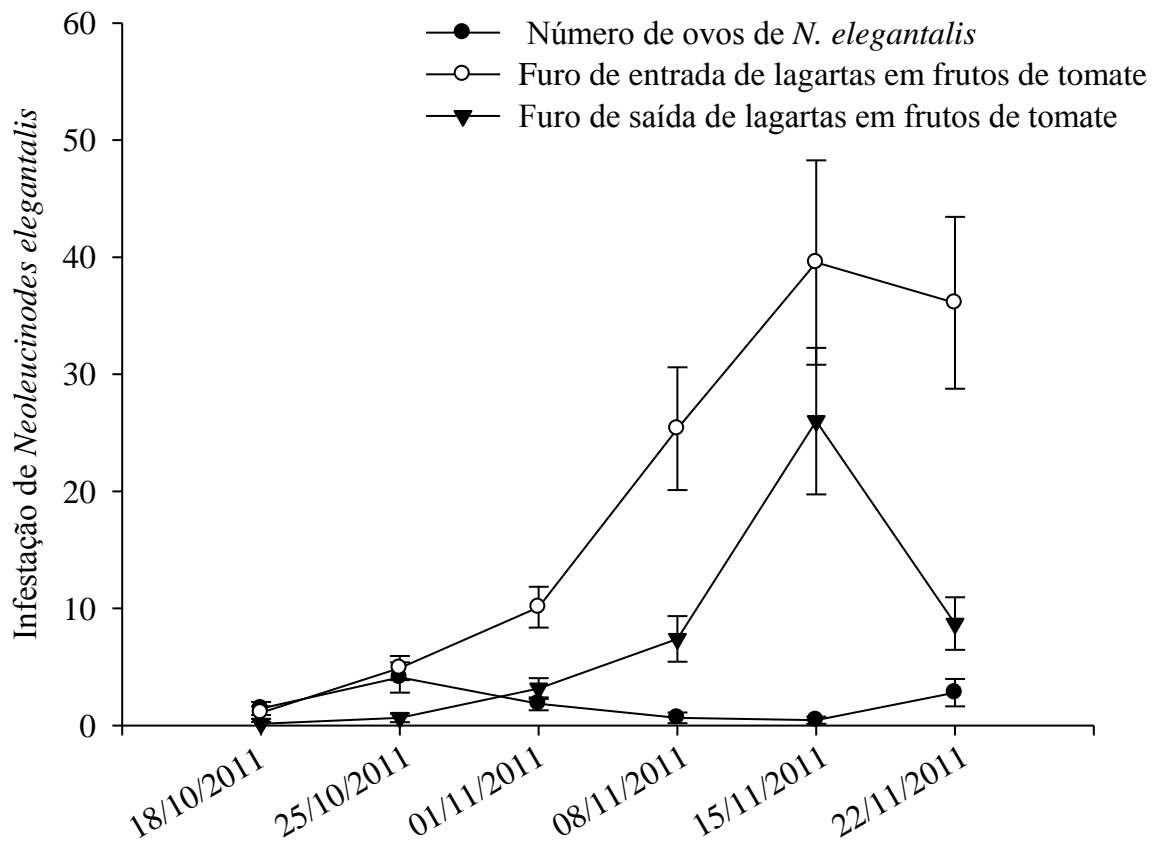


Figura 3. Número médio de ovos, furos de entrada e saída de *Neoleucinodes elegantalis* em frutos de tomate por ovos, furos de entradas e de saídas das lagartas, ao longo do desenvolvimento do tomate rasteiro TY. São João, PE.

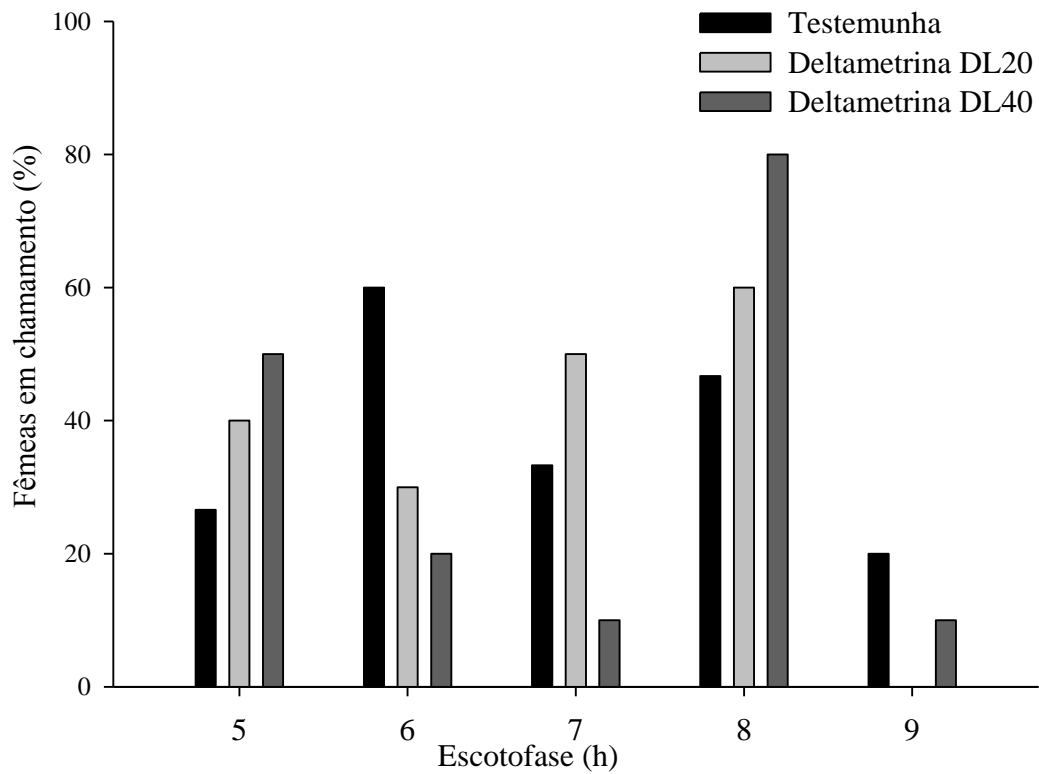


Figura 4. Período do pico de comportamento de chamamento de fêmeas de *Neoleucinodes elegantalis* tratadas com doses subletais de deltametrina. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; Umidade relativa: $65 \pm 0,8\%$ e fotofase de 12h.

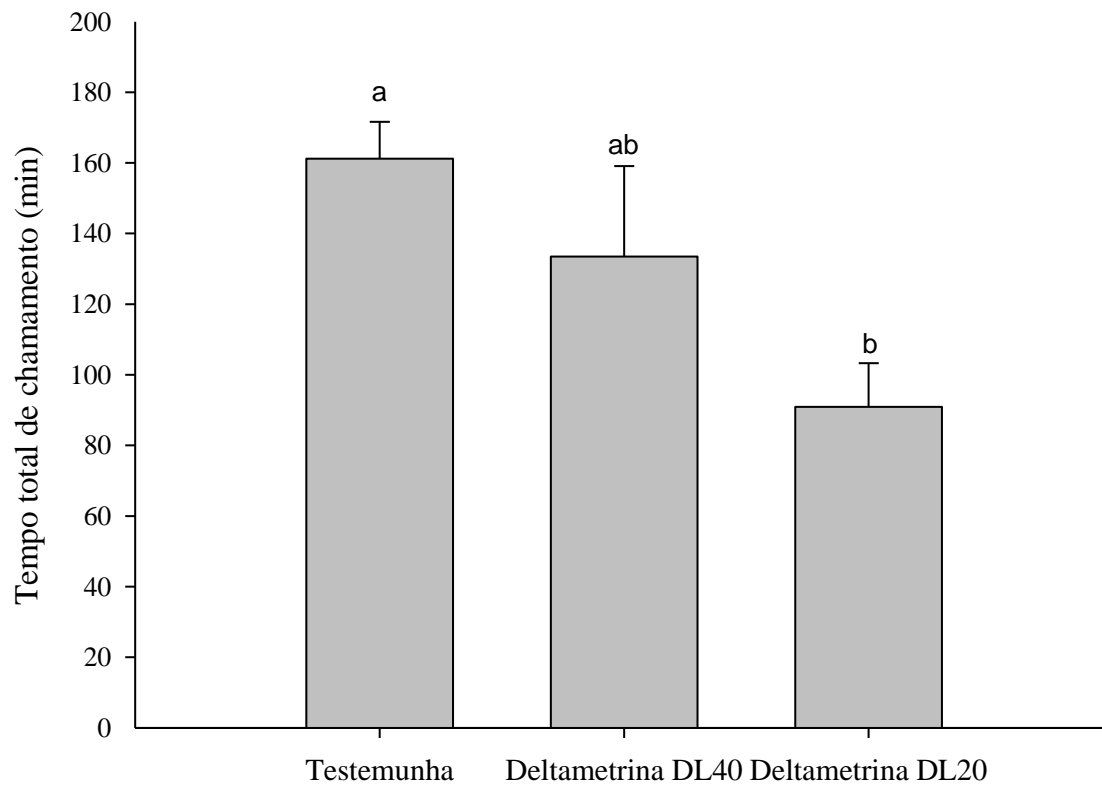


Figura 5. Tempo médio total do comportamento de chamamento de fêmeas de *Neoleucinodes elegantalis* tratadas com doses subletais de deltametrina. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; Umidade relativa: $65 \pm 0,8\%$ e fotofase de 12h.

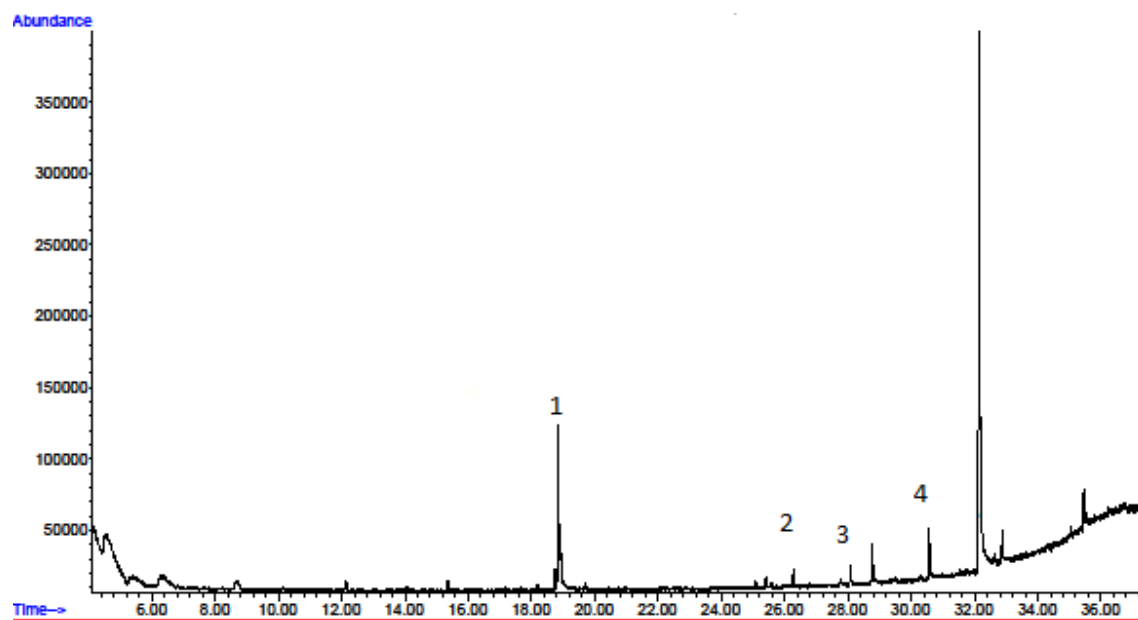


Figura 6. Cromatograma de análises de extratos de 10 glândulas de feromônio de fêmeas de *Neoleucinodes elegantalis* tratadas com deltametrina nas DL₂₀ e DL₄₀ e fêmeas não tratadas no cromatógrafo gasoso acoplado a espectrômetro de massa GC-MS. Os compostos identificados foram os seguintes: 1 = hexadecenol, 2 = tricosane, 3 = pentacosane, 4 = eicosane.