Maurício Sekiguchi de Godoy
Engenheiro Agrônomo

Efeitos de inseticidas sobre a reprodução e sobrevivência do bicudo-do-algodoeiro
(*Anthonomus grandis*) (Boheman, 1843) (Coleoptera: Curculionidae)

Orientador:
Prof. Dr. OCTÁVIO NAKANO

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de Concentração: Entomologia

Piracicaba
2006

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Godoy, Maurício Sekiguchi de
Efeitos de inseticidas sobre a reprodução e sobrevivência do bicudo-do-algodoeiro
(*Anthonomus grandis*) (Boheman, 1843) (Coleoptera: Curculionidae) / Maurício Sekiguchi
de Godoy. - - Piracicaba, 2006.
68 p. : il.

† Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.

1. Algodão 2. Bicudo-algodoeiro 3. Controle de praga 4. Controle químico
5. Fitossanidade 6. Inseticida 7. Reprodução animal I. Título

CDD 632.768

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais, Rui Martins de Godoy e Itsuko Sekiguchi de Godoy (*in memorian*), pelo apoio, incentivo, dedicação e todo amor concedido aos seus filhos.

A minha irmã Vanessa Sekiguchi de Godoy, pelo apoio e demonstração de carinho e sábios caminhos sugeridos nos momentos de incertezas.

A todos os meus familiares, pelo apoio, incentivo e demonstrações de carinho e amizade.

A minha esposa Roseline Carvalho Canuto de Godoy, pelo amor, carinho, ajuda, paciência, compreensão, estímulos constantes e inspirações nos momentos mais difíceis em nossas vidas. Essa luta não teria sentido sem a sua existência. Eu te amo de Coração.

DEDICO E OFEREÇO

A Deus, nosso pai, fonte de luz e sabedoria, pela proteção e iluminação durante a minha vida.

AGRADEÇO

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Octávio Nakano pela orientação, ensinamentos, acompanhamento, paciência, compreensão e amizade, fatores que foram fundamentais para realização desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Geraldo Andrade de Carvalho, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), pelo incentivo, amizade e sugestões durante a realização do curso.

Aos professores do Departamento de Entomologia da ESALQ, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia da ESALQ, em especial ao Tutu, Dino, Miguel, Augusto e Neide pela colaboração, amizade, auxílios e momentos de alegrias oferecidos.

À amiga Adriana Marques, do laboratório de criação de insetos do Departamento de Entomologia da ESALQ, pelo incentivo, auxílio durante a criação dos insetos, meus sinceros agradecimentos.

Ao amigo Alexandre Pinho de Moura, pelos auxílios na elaboração das análises estatísticas, os meus sinceros agradecimentos.

Às amigas Fabiana Cristina Bortolazzo Romano e Catia Sumie Shimatai Sazaki, pelos auxílios na elaboração das análises estatísticas e materiais fornecidos, meus sinceros agradecimentos.

A todos os amigos do Esquadrão Veneno (EV), pela convivência, companheirismo e auxílios durante o curso.

A todos os amigos e companheiros de curso do Departamento de Entomologia da ESALQ, pela convivência, incentivo, amizade e auxílios durante o curso.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, pela oportunidade concedida para realização do curso de Doutorado em Entomologia.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo e pesquisa, durante a realização do Doutorado.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para esta obra, meus sinceros agradecimentos.

Biografia do Autor

Maurício Sekiguchi de Godoy, filho de Rui Martins de Godoy e Itsuko Sekiguchi de Godoy (*in memorian*), nasceu em São Paulo - SP, no dia 31 de Julho de 1975.

Graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA) em Fevereiro de 2000, sendo sua vida acadêmica dedicada à pesquisa, na Área de Fitossanidade.

Realizou o Curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Entomologia, na mesma Universidade, no período de Março de 2000 à Fevereiro de 2002.

Realizou o Curso de Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Entomologia, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, no período de Março de 2002 à Fevereiro de 2006.

Atualmente trabalha na Estação Experimental da Arysta LifeScience do Brasil, desempenhando atividades de pesquisa na área de Entomologia.

Epígrafe

**QUE TUDO NA VIDA SEJA ÓTIMO HOJE E SEMPRE, QUE A PAZ, A ALEGRIA, A
SIMPLICIDADE E A ESPERANÇA PERPETUEM NAS ALMAS POR TODA A
EXISTÊNCIA..... PORTANTO,**

AMEM A SI MESMO E A TODOS AO SEU REDOR....

LEMBREM-SE!!!

O UNIVERSO É UM ECO DE NOSSAS AÇÕES E PENSAMENTOS.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
LISTA DE TABELAS.....	11
1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 O bicudo do algodoeiro.....	15
3.2 Biologia da praga	15
3.3 Danos causados pelo bicudo <i>A. grandis</i>	16
3.4 Controle de insetos com uso de inseticidas quimioesterilizantes	17
3.5 Avermectinas e sua ação quimioesterilizante sobre os insetos.....	18
3.6 Diflubenzurom e sua ação quimioesterilizante sobre os insetos.....	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 Ensaio de campo – experimento com adultos do bicudo do algodoeiro.....	23
4.2 Procedência dos insetos	23
4.3 Criação de manutenção de <i>A. grandis</i>	23
4.4 Inseticidas utilizados.....	25
4.5 Aplicação dos inseticidas e de água.....	26
4.6 Efeitos dos produtos aplicados em condições de campo sobre adultos de <i>A. grandis</i>	26
4.7 Ensaio de laboratório.....	27
4.8 Aplicação dos inseticidas e de água.....	27
4.9 Efeitos dos produtos aplicados em condições de laboratório sobre adultos de <i>A. grandis</i>	28
4.9.1 Primeiro ensaio de laboratório – fêmeas e machos contaminados	28
4.9.2 Segundo ensaio de laboratório – fêmeas tratadas acasaladas com machos não tratados e fêmeas não tratadas acasaladas com machos tratados	31
4.10 Análise estatística dos dados obtidos.....	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
5.1 Ensaio de campo	34

5.2 Primeiro ensaio de laboratório – machos e fêmeas contaminados	45
5.3 Segundo ensaio de laboratório - fêmeas tratadas acasaladas com machos não tratados e fêmeas não tratadas acasaladas com machos tratados	52
6 CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS.....	60

RESUMO

Efeitos de inseticidas sobre a reprodução e sobrevivência do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*) (Boheman, 1843) (Coleoptera: Curculionidae).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de inseticidas sobre a reprodução e sobrevivência, sobre o bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) (Hagen, 1843), fornecendo uma nova alternativa para o controle dessa praga. Os experimentos foram conduzidos em condições de campo e laboratório, no Setor de Defensivos Agrícolas do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Os ensaios foram realizados com insetos adultos, em delineamento inteiramente ao acaso, sendo o de campo constituído de cinco tratamentos e dez repetições, representadas por uma única planta. Quando ambos os sexos foram contaminados, o ensaio em condição de laboratório era representado por cinco tratamentos e dez repetições, sendo a parcela constituída de um casal por placa de petri. No entanto, quando fêmeas ou machos foram contaminados, o bioensaio de laboratório constituiu-se de cinco tratamentos e seis repetições, com as parcelas igualmente representadas. Em ambos os ensaios de laboratório os insetos eram mantidos à temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Os produtos deltametrina, abamectina, diflubenzurom e diflubenzurom em mistura com óleo vegetal, foram diluídos em água nas maiores dosagens recomendadas à cultura pelos fabricantes, sendo aplicados com pulverizador costal manual em condições de campo e por meio de pulverizador motorizado em laboratório, com volume médio de aplicação de 400 L de calda por hectare. Os resultados obtidos evidenciaram que a deltametrina ocasiona maiores porcentagens de mortalidade (80%), precedido do produto abamectina (50%) a adultos do bicudo, quando comparados aos demais tratamentos, em condições de campo. Em relação às puncturas de alimentação e oviposição em botões florais, ambas apresentaram-se reduzidas ao longo do ensaio de campo; apenas nas primeiras avaliações de cada lote de planta ocorreram diferenças significativas na diminuição desses parâmetros, com destaque aos tratamentos deltametrina e abamectina. Os tratamentos diflubenzurom, com e sem óleo vegetal, foram os que apresentaram significativa redução na emergência de adultos, provenientes de ovos colocados pelos adultos tratados, com reduções que variaram de 75 a 100% na emergência, sendo provavelmente um efeito quimioesterilizante ou um impedimento da troca do tegumento na fase larval. Nos ensaios de laboratório, deltametrina foi o único tratamento que causou mortalidade significativa nos adultos de bicudo, sendo os machos mais suscetíveis que as fêmeas. No que diz respeito à capacidade de oviposição de fêmeas, número médio de ovos, abamectina apresentou o maior efeito de redução em ambos os trabalhos, quando comparados aos demais tratamentos. Na viabilidade de ovos, abamectina, diflubenzurom e diflubenzurom mais óleo vegetal, foram os tratamentos mais expressivos na redução desse parâmetro biológico, sendo os dois últimos tratamentos os mais eficazes. Observou-se que diflubenzurom, com ou sem adição de óleo vegetal reduz significativamente a viabilidade de ovos provenientes de fêmeas tratadas, principalmente quando essas são expostas diretamente ao produto.

Palavras-chave: Algodão; Controle químico; Manejo de pragas; Quimioesterilização

ABSTRACT

Effects of insecticides on the reproduction and survival of cotton boll weevil (*Anthonomus grandis*) (Boheman, 1843) (Coleoptera: Curculionidae).

The present work aimed at evaluating the effect of insecticides on the reproduction and survival of cotton boll weevil *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) (Hagen, 1843), giving a new alternative for its control. The experiments were carried out under field and laboratory conditions, in the agrochemical sector of the Entomology Department at Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. The field trials were carried out with adult insects randomly distributed in five treatments and ten replications, each represented by a single plant. When both sexes were contaminated, the laboratory trial was represented by five treatments and ten replications, being each plot constituted of a couple of boll weevil per petri dish. However, when females or males were contaminated, the laboratory bioassay was constituted of five treatments and six replications, with the plots equally represented. In both laboratory trials, the insects were maintained at $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ RH and 12-hour photophase. The products evaluated were deltametrina, abamectina, diflubenzurom and diflubenzurom mixed with vegetable oil. All products were diluted in water at the highest dosages recommended to the culture by the manufacturers. They were applied with a manual backpack sprayer in the field and with a powered sprayer in laboratory, with an average application volume of 400 L of syrup per hectare. The results showed that deltametrina causes higher percentages of mortality (80%), followed by abamectina (50%), to boll weevil adults when compared to the other treatments, in field conditions. In relation to feeding punctures and oviposition in floral buttons, both were reduced throughout the field trial; only in the first evaluations of each plant lot there were significant differences in the decrease of those parameters, with standing to deltametrina and abamectina treatments. The diflubenzurom treatments, with and without vegetable oil, showed significant reduction in emergency of adults, emerged from eggs oviposited by contaminated adults, varying from 75 to 100% in emergency. This was probably an effect of chemical sterilants or a molt impediment during the larval phase. In the laboratory trials, deltametrina was the only treatment that caused significant mortality in adults of boll weevil, being males more susceptible than females. Regarding the oviposition capacity of females and the average numbers of eggs, abamectina showed the largest reduction effect in both trials when compared to the other treatments. For egg viability, abamectina, diflubenzurom and diflubenzurom mixed with vegetable oil were the most expressive treatments in the reduction of this biological parameter, being the two latter treatments the most effective. It was observed that diflubenzurom, with or without addition of vegetable oil, reduces significantly egg viability of contaminated females, mainly when those are exposed directly to the product.

Word-key: Cotton; Chemical control; Pest management; Chemical sterilization

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produtos avaliados para o controle do bicudo do algodoeiro <i>Anthonomus grandis</i>	26
Tabela 2 - Mortalidade acumulada (%) ($\pm$ EP) de adultos de <i>Anthonomus grandis</i> expostos a plantas de algodoeiro tratadas com os inseticidas, três e cinco dias após o tratamento (DAT) (1)(2).....	35
Tabela 3 - Número de puncturas de alimentação e de oviposição ($\pm$ EP) realizadas por adultos de <i>Anthonomus grandis</i> expostos a plantas de algodoeiro tratadas com os inseticidas, três e cinco dias após o tratamento (DAT) (1).....	38
Tabela 4 - Adultos de <i>Anthonomus grandis</i> emergidos (%) ($\pm$ EP) provenientes de indivíduos expostos a plantas de algodoeiro tratadas com os inseticidas, três e cinco dias após o tratamento (DAT) (1)(2).....	42
Tabela 5 - Número de botões e maçãs ($\pm$ EP) caídos em função do ataque de <i>Anthonomus grandis</i> expostos a plantas de algodoeiro tratadas com os inseticidas, três e cinco dias após o tratamento (DAT) (1).....	46
Tabela 6 - Mortalidade acumulada (%) ($\pm$ EP) de machos e fêmeas de <i>Anthonomus grandis</i> expostos a folhas de algodoeiro contaminadas com os inseticidas, com avaliações a cada cinco dias após a exposição (1)(2).....	48
Tabela 7 - Número ($\pm$ EP) e viabilidade de ovos (%) ($\pm$ EP) provenientes de machos e fêmeas de <i>Anthonomus grandis</i> expostos a folhas de algodoeiro contaminadas com os inseticidas, com avaliações a cada cinco dias após a exposição (1).....	50
Tabela 8 - Número ($\pm$ EP) e viabilidade de ovos (%) ($\pm$ EP) provenientes do acasalamento com fêmeas ou machos de <i>Anthonomus grandis</i> tratados com os inseticidas, em avaliações a cada cinco dias após a exposição (1).....	54

1 INTRODUÇÃO

Cultivado em várias partes do mundo, o algodoeiro tornou-se de fundamental importância para a humanidade, devido à utilização dos seus produtos e subprodutos, assim como na área social, propiciando inúmeros empregos diretos e indiretos. Diversos produtos podem ser extraídos dessa cultura salientando-se a produção de algodão em fibra, cotonetes, bastonetes, pólvora, óleo, margarina, sabão, fios e tecidos para produção de vestuário, ração animal, entre outros.

Alguns países produtores de algodão enfrentam dificuldades em produzi-lo. Isso se dá, principalmente, devido à abertura de mercado, o que tem permitido a concorrência daqueles países que possuem melhor tecnologia e uma economia estável. Aliado a esses fatores pode-se citar, ainda, a alta incidência de pragas, a resistência dessas aos inseticidas utilizados, o impacto ambiental causado pelo uso indiscriminado de produtos fitossanitários e o surgimento de insetos vetores de patógenos.

Diversos insetos fitófagos alimentam-se dessa cultura em várias regiões onde o algodoeiro é cultivado, sendo responsáveis por marcantes oscilações em sua produtividade. No Brasil, dentre as inúmeras pragas de importância fitossanitária, destaca-se o bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) (Coleoptera: Curculionidae). Esta é a mais importante praga do algodoeiro nas áreas onde ele ocorre, exigindo um controle químico intenso (NAKANO, 1992) devido aos danos de natureza econômica que tem causado nos países do continente americano.

Esta praga foi detectada em algodoeiros no Brasil em fevereiro de 1983 em Campinas, São Paulo, e em julho do mesmo ano em Ingá, na Paraíba. Atualmente, encontra-se disseminada em quase todos os municípios dos Estados de São Paulo, Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Ceará e Piauí, que juntos abrangem uma área de 8.000.000 de hectares (BARBOSA et al., 1986). Sua distribuição estende-se também a outros estados como Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás.

As perdas ocasionadas pelo inseto são variáveis em função da área e da estação de cultivo. O bicudo danifica tanto botões florais quanto maçãs e é responsável por perdas consideráveis nas safras algodoeiras. Segundo TAYLOR et al. (1983), somente nos Estados Unidos o bicudo infestou cerca de sete milhões de acres de algodão, espalhando-se desde áreas da Virgínia até o centro do Texas.

De acordo com algumas pesquisas, áreas que apresentam programas de manejo de pragas já estabelecidos, quando o bicudo do algodoeiro não é controlado, pode produzir perdas de até 51%. Mesmo quando seu controle é realizado, essas perdas podem atingir até 21%. Embora o bicudo tenha sido objeto de estudo por vários anos, seu controle é extremamente difícil devido, principalmente, ao seu hábito alimentar, o que lhe permite ficar protegido das pulverizações de inseticidas. A capacidade dos adultos de sobreviverem durante a entressafra garante o seu reaparecimento no ano seguinte.

O excesso de pulverizações para o controle do bicudo geralmente provoca o surgimento de outras pragas consideradas de importância secundária. Isso se dá devido à destruição de seus predadores, o que justifica a necessidade de investigar métodos de controle que causem menor impacto ao ambiente e que possam ser utilizados em futuros programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP). Estudos da interação inseto-hospedeiro, bem como de seu comportamento, poderão fornecer informações importantes sobre a adequação nutricional e o grau de associação do bicudo com o hospedeiro, com uma estimativa do seu grau de dano econômico. Esses conceitos, aliados ao uso de inseticidas modernos, poderão auxiliar no controle do mesmo, determinando, assim, um benefício para os agricultores, por meio da diminuição do número de aplicações. A adoção de outros tipos de controle disponíveis também diminuirá o impacto dos defensivos sobre o ambiente, bem como os custos de produção.

Com base em relatos de vários pesquisadores, os quimioesterilizantes, além de possibilitarem sua inclusão em diferentes fontes alimentares dos insetos, esses podem ser aplicados nos locais onde os insetos se desenvolvem ou ainda sobre os mesmos. Possuem, ainda, uma gama de vantagens sobre os inseticidas convencionais, sendo que os organismos esterilizados são biologicamente capazes de suprimir a reprodução da população fértil restante. Os organismos esterilizados sobrevivem, também, às várias gerações subsequentes sendo responsáveis em manter o processo de supressão reprodutiva, além de competirem com os demais organismos normais em cópulas (KNIPLING, 1959; MANSON et al., 1968; CHACÓN, 1988).

Baseando-se nessas informações, o presente trabalho tem como principal objetivo estudar a eficiência de alguns inseticidas que apresentam ação quimioesterilizante, viabilizando-os para o controle do bicudo do algodoeiro e fornecendo subsídios para a integração de métodos de controle, em programas de MIP no complexo cotonícola.

2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Testar, em condições de laboratório e de campo, os efeitos na reprodução e sobrevivência dos produtos diflubenzurom e abamectina;
- b) Testar as dosagens que atuam sobre os adultos, assegurando a sua sobrevivência;
- c) Avaliar o efeito residual do produto ao longo do desenvolvimento do inseto, em condições de campo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O bicudo do algodoeiro

O bicudo é a praga de maior incidência na cultura do algodoeiro (RAMALHO & SILVA, 1993), sendo que o primeiro registro de sua relação com o algodoeiro cultivado ocorreu em 1855, quando o inseto foi encontrado causando danos em plantações próximas a Monclava, no México. Posteriormente, foi encontrado em 1892 nos Estados Unidos, e depois de vários estudos concluiu-se que o bicudo é originário, provavelmente, da zona de Vera Cruz, no México. Hospeda-se, possivelmente, em espécies do gênero *Hampea* spp. da família das malváceas. Com o tempo, passou a ser praga do algodoeiro, *Gossypium hirsutum* (MANESSI, 1997, apud GABRIEL, 2002).

O controle emergencial da praga é feito por meio do uso de produtos químicos, adotando-se como nível de controle o momento em que 10% dos botões florais estiverem com orifício de oviposição (SANTOS, 1989; RAMALHO et al., 1990; SANTOS et al., 1991). Nos Estados Unidos, essa praga chega a reduzir a produção de algodão em até 21% (SCHARTZ, 1983, apud RAMALHO & JESUS, 1986).

A primeira grande vitória que se obteve na luta química contra o bicudo do algodoeiro deu-se com a descoberta da eficiência do arseniato de cálcio que provou eficácia em testes de campo.

Atualmente, apesar de todo o esforço que tem sido dedicado ao desenvolvimento de métodos alternativos de controle que seja, mais baratos, mais seguros e menos prejudiciais ao meio ambiente, os inseticidas químicos continuam sendo o principal método de controle do bicudo.

3.2 Biologia da praga

Os ovos do bicudo do algodoeiro são elípticos, alguns longos e delgados, outros com a forma ovóide. O formato do ovo pode ser influenciado pelo tamanho do orifício de oviposição e pela pressão de deposição do ovo pela fêmea na cavidade por ela confeccionada. Os ovos possuem coloração branco-brilhante e medem, em média, 0,8 mm de comprimento e 0,5 mm de

largura. São colocados dentro das cavidades abertas nos botões florais ou maçãs sendo dificilmente encontrados. Os orifícios de oviposição são cobertos por um tipo de cera, tornando-se fácil distinguí-los dos orifícios de alimentação. O período embrionário é de 3 a 4 dias.

As larvas, ao eclodirem, possuem cerca de 1 mm de comprimento. O período larval dura de 7 a 12 dias, dependendo da temperatura.

A pupa do bicudo pode ser distinguida de qualquer outra encontrada em botões ou maçãs do algodoeiro, pois, como as outras pupas de curculionídeos, sua “tromba” descansa sobre a parte ventral do corpo. Suas pernas apresentam-se recolhidas dos lados do corpo enquanto os élitros sobre o dorso. O estágio pupal dura de 3 a 5 dias.

O adulto mede aproximadamente 7 mm de comprimento e a largura corresponde a um terço de seu comprimento. O bico ou tromba corresponde, aproximadamente, à metade do comprimento do corpo. Adultos que se desenvolvem dentro das maçãs geralmente são maiores que aqueles provenientes de botões florais. Os adultos recentemente emergidos possuem coloração branco-amarelada, mas a mudança para cinza ou castanho leva poucos dias.

O período de pré-oviposição do bicudo do algodoeiro dura de 3 a 4 dias, com longevidade média de 20 a 30 dias, oviposição de 100 a 300 ovos, podendo-se obter entre 3 e 7 gerações por estação de cultivo (BRAGA SOBRINHO & LUKEFAHR, 1983).

3.3 Danos causados pelo bicudo *A. grandis*

O bicudo provoca alta porcentagem de abscisão de botões florais no algodoeiro, causada pelos orifícios de alimentação e oviposição. A abscisão ocorre, principalmente, devido à ação de enzimas presentes na saliva do inseto, mas o dano mecânico também pode contribuir para a queda dessas estruturas.

De acordo com DEGRANDE (1998), o bicudo é uma importante praga do algodoeiro devido a sua alta capacidade de reprodução e alto poder destrutivo. Danifica as estruturas reprodutivas da planta (botões florais, flores e maçãs), reduzindo a produção e qualidade do algodão colhido. Na ausência dessas estruturas, pode alimentar-se de folhas jovens, pecíolo e parte terminal do caule. Em função do ataque, a praga causa a queda de botões florais, flores e maçãs novas da planta e destrói a parte interna de maçãs firmes, causando o fenômeno denominado de “carimã”.

Segundo SOARES et al. (1999), os botões florais localizados no terço superior da planta e que possuem diâmetro entre 3 e 6 cm são os preferidos para alimentação e oviposição de *A. grandis*. BUSOLI et al. (2004) ofertaram maçãs de 2, 8 e 12 dias de idade das cultivares IAC-20 e Reba P288 e observaram que houve uma preferência por maçãs da cultivar IAC-20 com dois dias de idade. Verificaram, ainda, redução de danos de aproximadamente 23% e 78%, aos 8 e 12 dias de idade, respectivamente.

3.4 Controle de insetos com uso de inseticidas quimioesterilizantes

Existem diferentes formas de obtenção da esterilização: a) por meio da irradiação; b) manipulação genética e c) pela quimioesterilização. Esta última forma é a mais adequada para se obter à indução da esterilidade em populações naturais de insetos (CHACÓN, 1988).

Estudos desenvolvidos por KNIPLING (1959) demonstraram que a quimioesterilização é um dos métodos de controle de pragas mais eficientes e racionais, interrompendo a reprodução de populações naturais desses insetos, uma vez que, indivíduos estéreis da população tratada tornam-se agentes biológicos capazes de interromper a ação reprodutiva de outros indivíduos da população que não foram tratados. Este mesmo autor afirma, ainda, que existe uma diferença entre o uso de quimioesterilizantes reduzindo a população de insetos-praga, e a esterilização física ou de técnicas genéticas que envolvam a liberação de organismos estéreis.

Assim, as diferenças e similaridades na ação dos quimioesterilizantes são expressas da seguinte maneira: a) a interrupção da reprodução natural de insetos-praga envolvendo a utilização de esterilizantes químicos ocorre por meio da integração de métodos químicos e biológicos dentro de um sistema de supressão e b) caracteriza-se pelo efeito imediato da inibição da capacidade reprodutiva da porção tratada e esterilizada. Dessa forma, os indivíduos estéreis na população tornam-se agentes biológicos capazes de anular o potencial reprodutivo de outros que não foram esterilizados.

Outra característica bastante interessante é que os quimioesterilizantes, além de serem utilizados na esterilização de insetos em condições de laboratório, para posterior liberação no campo, podem ser pulverizados diretamente sobre as plantas, atuando sobre os insetos que entrarem em contato com essas plantas.

Os quimioesterilizantes mais usados até a década de 70 em pesquisas sob condição de laboratório foram apholate, tepa, metepa, uredepa, hempa e alguns nitrofuramos. Porém, o uso desses compostos foi impossibilitado na prática porque comprovou-se tratar de substâncias fortemente mutagênicas, carcinogênicas e produtoras de esterilidade sexual em mamíferos (LA BRECQUE & KELLER, 1965).

Os inseticidas reguladores de crescimento de insetos são produtos que interferem com o processo de troca de tegumento, ou muda, que ocorre na passagem entre estádios de desenvolvimento. No entanto, esses compostos podem, em muitos casos, apresentar ação quimioesterilizante. De modo geral, ao serem ingeridos pelas larvas, esses compostos alteram o sistema hormonal dos insetos, inibindo a formação e a deposição de quitina antes ou durante o período de muda (BORROR & DELONG, 1969). Esses compostos não possuem ação de choque, não apresentam amplo espectro de ação e agem principalmente por ingestão, apesar de que, em certas espécies de insetos, podem agir também por contato. A lenta ação inicial desses produtos é compensada pelo prolongado período de proteção que em geral conferem às plantas devido ao excelente efeito residual. Apresentam relativa especificidade, o que muitas vezes favorece a preservação de parasitóides, predadores e fungos entomopatogênicos, sendo, portanto, especialmente recomendados para programas de manejo integrado de pragas (FRANÇA & CASTELO BRANCO, 1996).

3.5 Avermectinas e sua ação quimioesterilizante sobre os insetos

As avermectinas são substâncias que têm se mostrado promissoras para o controle de insetos via quimioesterilização, sendo estas produzidas pelo fungo *Streptomyces avermitilis*, encontrado na microfauna do solo. Elas atuam sobre o ácido gama-aminobutírico mediante a inibição do potencial pós-sináptico, embora não afetem o sistema nervoso colinérgico.

PEREZ (1983) observou que o produto avermectina, em dosagens entre 31 e 37 ppm, causou esterilidade irreversível a adultos de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) com inibição total da postura. Observou, ainda, que machos alimentados com avermectina, ao acasalarem com fêmeas não tratadas, foram capazes de causar esterilidade às mesmas, inibindo completamente sua postura. Sobre *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), predador de *C. capitata*, o mesmo produto, quando aplicado na

dosagem de 35 ppm, provocou afinamento do diâmetro do pedúnculo do ovo e fragilidade do córion, com diminuição da postura e da viabilidade dos ovos em cerca de 20% e 58%, respectivamente. Avermectina à concentração de 30 ppm na dieta de *C. externa* foi responsável por uma redução de 30% na eclosão das larvas.

Estudo realizado por CHACÓN (1988) evidenciou que abamectina a $2,5 \times 10^{-5}\%$ provocou 100% de esterilidade da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae), e que na dosagem de 66 mg L^{-1} , em solução de mel a 10% foi altamente eficiente sobre esse inseto, apresentando ação esterilizante e ocasionando diminuição significativa do número médio de ovos produzidos por fêmea, quando comparado com a testemunha tratada apenas com água.

Esse mesmo autor verificou, também, que o número médio de espermatóforos encontrados em fêmeas de *D. saccharalis* não tratadas foi superior ao dos tratamentos contendo as maiores concentrações da substância esterilizante. Sugeriu, ainda, que a ocorrência de inibição na capacidade de cópula de machos tratados foi provocada, provavelmente, por alterações morfológicas sobre esses insetos, dificultando a chegada dos espermatóforos até a bolsa copuladora das fêmeas, ou devido a alterações no processo de multiplicação das células do espermatóforo, o que impediria sua formação.

NAKANO (2000)¹ estudando o efeito de alguns inseticidas fisiológicos na esterilização da broca da bananeira, *Cosmopolites sordidus* Germar, 1824 (Coleoptera: Curculionidae). Os tratamentos utilizados foram os seguintes: duas dosagens de abamectina (Vertimec) 18% - 1,5 e 3,0 mL L⁻¹ de água; tebufenozide (Mimic) 24% - 1,0 mL L⁻¹ de água; lufenuron (Match) 5% - 1,0 mL L⁻¹ de água e testemunha, quando utilizou-se apenas água. Abamectina mostrou alta eficiência durante os primeiros 21 dias na maior dosagem empregada.

Ao estudarem o efeito esterilizante de avermectina sobre *Solenopsis invicta* Buren, 1972 (Hymenoptera: Formicidae), LOFGREN & WILLIAMS (1982) observaram que rainhas dessa espécie tratadas por meio do fornecimento de iscas de óleo de soja contendo uma concentração de 0,0025% desse produto apresentaram completa esterilidade e ou significativa redução no número e tamanho dos ovos formados.

¹ NAKANO, O. Effect of some insect growth regulator on reproduction of banana corm weevil, *Cosmopolites sordidus*, Germar, 1824 (Coleoptera: Curculionidae) by bait. In: XXI INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, Aug., 2000, Foz do Iguassu. Foz do Iguassu: EMBRAPA, 2000. Palestra.

A aplicação tópica de 0,035 μg de abamectina por fêmea de *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1844) (Lepidoptera: Gelechiidae) causou eliminação completa de sua oviposição (BARIOLA, 1984).

3.6 Diflubenzurom e sua ação quimioesterilizante sobre os insetos

Em aplicações tópicas de diflubenzurom sobre a mosca do estábulo *Stomoxys calcitrans* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Muscidae), WRIGHT & SPATES (1976) constataram que quando ambos os sexos foram tratados com solução do produto a 0,1%, a eclosão das larvas foi inferior a 0,1%. Além disso, machos tratados com soluções a 1% transferiram o efeito esterilizante às fêmeas no momento da cópula.

Estudo desenvolvido por GANYARD et al. (1977) utilizando três diferentes concentrações de diflubenzurom (141; 282 e 564 g/ha) em diferentes áreas da cultura algodoeira presentes na região cotonícola dos Estados Unidos, demonstrou que todos os tratamentos utilizados foram responsáveis em reduzir a população do bicudo do algodoeiro, *A. grandis*, de 98% a 99% entre as gerações F_1 e F_2 , respectivamente.

JOHNSON et al. (1977) testando quatro diferentes formulações do diflubenzurom, porém, todos contendo 141,8 g de i.a. ha^{-1} , em condições de campo, observaram que todas as formulações apresentaram-se altamente eficientes na inviabilização de ovos de fêmeas do bicudo do algodoeiro, com uma variação de 59,2% a 73,7%, diferindo do tratamento testemunha, que apresentou apenas 16,3% dos ovos inviáveis.

GANYARD et al. (1978) ao estudarem a ação do diflubenzurom na concentração de 0,14 kg de i.a. ha^{-1} , em 76 campos isolados de algodão em diferentes partes dos Estados Unidos, verificaram que houve diminuição significativa na população do bicudo do algodoeiro nas diferentes áreas, ou simplesmente estabilização da população. Resultado esse que difere quando comparado às áreas em que apenas utilizaram-se produtos químicos convencionais, onde foram constatados aumentos populacionais de até 12 vezes à população inicial.

OTTENS & TODD (1979) trataram folhas de soja com soluções de diflubenzurom contendo de 75 a 600 ppm desse composto e ofertaram a larvas de *Graphognathus peregrinus* (Buchanan, 1939) e *Graphognathus leucoloma* (Boheman, 1840) (Coleoptera: Curculionidae), o que provocou a inviabilidade dos ovos produzidos pelas duas espécies.

Por um período de 48 horas, SEGISTÁN & ALMEIDA (1980) alimentaram larvas de 6º instar de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) com folhas de milho tratadas com 1 ppm de diflubenzurom, o que causou redução de 62% na fecundidade e fertilidade dos ovos.

CHACÓN (1988) estudou o efeito de abamectina, diflubenzurom e clorfluazurom sobre pupas da broca da cana-de-açúcar *D. saccharalis* por meio da imersão das mesmas, durante cinco minutos, em soluções dos inseticidas em dosagens pré-estabelecidas. Na fase adulta, as substâncias químicas foram adicionadas à dieta de solução de mel a 10%. Com relação à porcentagem de larvas não eclodidas, os maiores valores foram apresentados pelos produtos diflubenzurom e clorfluazurom, resultado já esperado visto que os dois produtos são reguladores de crescimento de insetos. Nos estudos a partir da fase adulta, o número de ovos produzidos na testemunha, que recebeu alimentação sem a presença dos pesticidas, foi sempre superior aos obtidos nos demais tratamentos. Diflubenzurom a 7,5% mostrou-se altamente eficiente, apresentando ação esterilizante no que diz respeito à diminuição do número de ovos produzidos por fêmea.

Ao testarem a ação de diflubenzurom na concentração de 0,04% em solução aquosa, em seis áreas comerciais de algodão na região do Mississippi, nos Estados Unidos, VILLAVASO et al. (1989) verificaram diminuição de 15,2% a 94,4% no número médio de ovos viáveis do bicudo do algodoeiro nas diferentes áreas em teste.

HAYNES & SMITH (1994) demonstraram que a mistura de diflubenzurom e óleo de semente de algodão potencializou a ação do pesticida, e verificaram que esse composto, quando aplicado na concentração de 25%, juntamente com o referido óleo e em baixas dosagens, reduziu de 46,2% a 61,0% a dureza da exocutícula do bicudo do algodoeiro. Observaram, ainda, que quando utilizado na concentração de 12,5% a 25%, misturado com o mesmo óleo ocasionaram diminuições tanto no acasalamento quanto na capacidade de vôo desse inseto-praga, que variaram de 22,2% a 35,4% e de 11,6% a 21,2%, respectivamente.

Outros estudos têm evidenciado que o diflubenzurom também é capaz de causar esterilidade em fêmeas do bicudo do algodoeiro, mesmo quando aplicado apenas sobre machos dessa espécie de inseto-praga, o que sugere que, tanto o contato físico entre os insetos durante a cópula, quanto à transferência de esperma apresentam-se como formas de contaminação das fêmeas. Nessas condições, no entanto, as porcentagens de viabilidade de ovos obtidas são,

geralmente, mais elevadas quando comparadas àquelas oriundas de fêmeas tratadas e acasaladas com machos não tratados, sugerindo que apenas uma pequena quantidade do produto é transferida do macho para a fêmea (MOORE et al., 1978; EARLE et al., 1979; WRIGHT et al., 1980a; WRIGHT et al., 1980b; HAYNES & SMITH, 1989; HAYNES & SMITH, 1993; HAYNES & SMITH, 1994).

Alterações na capacidade ou habilidade de acasalamento de machos de *A. grandis* tratados ou expostos a resíduos de diflubenzurom também têm sido citadas como responsáveis pelas reduções na viabilidade de ovos dessa espécie (VILLAVASO et al., 1977; EARLE & SIMMONS, 1979; VILLAVASO et al., 1998), demonstrando que outros efeitos além da esterilização de fêmeas devem ser considerados de modo a avaliar a efetividade desse composto no controle do bicudo do algodoeiro.

Alguns pesquisadores seguem, ainda, que a redução na viabilidade de ovos do bicudo do algodoeiro, provenientes de fêmeas não tratadas acasaladas com machos tratados com diflubenzurom ocorre, também, devido a modificações morfológicas no edeago, visto que esse composto poderia alterar a deposição de quitina nessa estrutura, afetando ambos, o acasalamento e a transferência de esperma (WRIGHT et al., 1980b).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Ensaio de campo – experimento com adultos do bicudo do algodoeiro

O experimento foi realizado em área experimental com cultura algodoeira, cultivar ITA-90, situada próxima ao Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), na cidade de Piracicaba, estado de São Paulo, entre os meses de janeiro e maio de 2004.

4.2 Procedência dos insetos

A praga *A. grandis* foi coletada em cultura algodoeira em áreas do *Campus* da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Coletaram-se pupas e adultos do bicudo do algodoeiro, os quais foram mantidos em sala climatizada a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, no Departamento de Entomologia da ESALQ.

4.3 Criação de manutenção de *A. grandis*

A criação foi realizada após a confirmação da espécie, sendo parte dos insetos provenientes de material fornecido pela COODETEC, criados com dieta artificial (20 g de pharmamedia; 30 g de gérmen de trigo; 30 g de levedura; 50 g de proteína de soja; 30 g de açúcar; 10 g de sais de wesson; 20 g de nipagin; 0,05 g de tetrex; 1 g de ácido sórbico; 50 g de ácido ascórbico; 2 mL de formol e 17 g de ágar diluídos em 650mL de água). Fêmeas virgens dessa criação foram acasaladas com machos capturados no Campus da ESALQ. Tanto os machos quanto as fêmeas foram mantidos em sala climatizada, nas mesmas condições descritas anteriormente, seguindo metodologias utilizadas pelos autores (VANDERZANT & DAVICH, 1958 e MONNERAT et al., 1999).

Cerca de dez casais de *A. grandis* foram acondicionados em recipientes plásticos do tipo Tuppewear[®] de 8,5 cm de altura x 16 cm de diâmetro. As partes superiores desses recipientes foram vedadas com a própria tampa comercial, porém, contendo orifícios de modo a permitir a aeração em seu interior. Os recipientes foram dispostos em prateleiras de aço, em laboratório do

Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ, nas mesmas condições climáticas citadas anteriormente (Figura 1).

Figura 1 – Recipientes plásticos utilizados para criação de adultos *A. grandis*

Os adultos foram alimentados com dieta artificial previamente esterilizada sob câmara com lâmpada germicida, sendo estas utilizadas, também, como local de oviposição para os insetos (Figura 2). Transcorridos cinco dias da oviposição, os ovos obtidos foram transferidos com auxílio de pincel de ponta fina para uma solução bactericida contendo sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ - P.M. 249,68) (Reagex[®]), permanecendo por três minutos (Figura 3). Em seguida, os ovos foram removidos e colocados sobre papel-toalha para retirada do excesso de umidade, onde permaneceram durante um minuto e, então, foram distribuídos em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, contendo a mesma dieta, e mantidas em salas climatizadas sobre prateleiras nas mesmas condições já mencionadas, até a eclosão das larvas. A dieta colocada nas placas de Petri foi previamente perfurada com auxílio de um garfo, de modo a facilitar a penetração das larvas.

Figura 2 – Dieta artificial utilizada na criação

Figura 3 – Solução bactericida utilizada para emergir os ovos

Essas larvas foram mantidas até a pupação e emergência dos adultos. Após a emergência, os adultos foram separados por sexo, observando a sua genitália, por meio de uma leve pressão em seu abdome, utilizando microscópio estereoscópio (40x). Com auxílio de uma pinça, os adultos foram transferidos para novos recipientes plásticos, na proporção de dez casais por unidade, para acasalamento e obtenção dos ovos, dando continuidade à criação de laboratório.

Os estudos se iniciaram com indivíduos da geração F₂ de laboratório, porém, sempre com adultos da mesma geração em cada ensaio.

4.4 Inseticidas utilizados

No presente trabalho foram avaliados alguns inseticidas de importância para o controle do bicudo do algodoeiro *A. grandis*, com seus respectivos nomes comerciais e técnicos, concentrações e formulações apresentados na Tabela 1. Apenas água foi utilizada no tratamento testemunha.

Tabela 1 - Produtos avaliados para o controle do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis*

Nome comercial	Nome técnico	Concentração - Formulação	Dosagem (g ou mL i.a. /L H ₂ O)	Grupo químico
Decis 25 CE	Deltametrina	25 g/L – CE	400 mL/ha	Piretróide
Dimilin	Diflubenzurom	250 g/kg – PM	60 g/ha	Benzoiluréia
Dimilin +	Diflubenzurom +	250 g/kg – PM	60 g/ha + 0,25%	Benzoiluréia + Ésteres de ácidos graxos com glicerol
Natur'l Óleo	óleo vegetal	+ 930 mL/L		
Vertimec	Abamectina	18 g/L – CE	0,6 L/ha	Lactona

4.5 Aplicação dos inseticidas e de água

As aplicações dos produtos e de água (testemunha) foram realizadas por meio de pulverizador costal, provido de bico tipo cone vazio (TXVK 12), com volume médio de aplicação de 400 L de calda por hectare.

4.6 Efeitos dos produtos aplicados em condições de campo sobre adultos de *A. grandis*

O ensaio de campo visando ao controle quimioesterilizante do bicudo do algodoeiro foi realizado em três glebas (lotes de plantas) da área experimental, nas quais foram selecionadas dez plantas por gleba, para cada tratamento. Uma vez selecionadas, as plantas que apresentavam botões e maçãs atacados pelo bicudo tiveram essas estruturas eliminadas, porém, mantendo-se de dez a quinze botões florais intactos por planta.

Em seguida, as plantas da primeira gleba (primeiro lote) receberam a aplicação dos produtos e de água (testemunha), da forma como descrito anteriormente. Após as pulverizações, confinou-se um casal do bicudo do algodoeiro por planta, utilizando-se pano do tipo “tule”, com dimensão de 1,0 m de altura x 0,5 m de largura, tendo sua parte superior costurada, de modo a permitir a aeração das plantas e impedir a fuga dos insetos, bem como a entrada de novos indivíduos.

Três e cinco dias após as pulverizações realizaram-se as seguintes avaliações de dados biológicos: mortalidade dos adultos, número de puncturas de alimentação, número de puncturas de oviposição, número de botões caídos e número de maçãs caídas por planta. Os botões e maçãs caídos foram utilizados, ainda, para determinação da porcentagem de adultos do bicudo do

algodoeiro emergidos, por meio do acondicionamento dessas estruturas em laboratório, sob as mesmas condições citadas anteriormente, por um período de vinte e cinco dias.

No quinto dia após as aplicações, realizou-se, ainda, a retirada de todos os órgãos reprodutivos remanescentes na planta, para contagem do número de emergência de adultos, bem como a transferência dos insetos sobreviventes, por meio de tubos de plástico com 3,0 cm de altura e 1,0 cm de diâmetro, para novas plantas previamente tratadas com os respectivos pesticidas e com água (plantas do segundo lote). A contagem de emergência de adultos foi realizada por meio da dissecação de botões e maçãs atacados, com auxílio de lâmina de aço cortante após vinte e cinco dias do acondicionamento em laboratório.

O procedimento descrito acima foi repetido, mais uma vez, cinco dias após a aplicação dos produtos em plantas do segundo lote, em plantas de algodoeiro do terceiro lote tratadas com os diversos produtos e com água. Avaliaram-se as mesmas características biológicas observadas para o primeiro e segundo lotes de plantas tratadas.

Utilizou-se delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e dez repetições por tratamento, sendo a parcela experimental constituída de uma planta de algodoeiro.

4.7 Ensaios de laboratório

Os experimentos foram conduzidos em laboratórios dos Setores de Defensivos Químicos e de Criação de Insetos do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ, em Piracicaba, estado de São Paulo, de setembro a dezembro de 2004. Os inseticidas utilizados nos bioensaios de laboratório, com seus respectivos nomes comerciais e técnicos, concentrações e formulações são os mesmos apresentados anteriormente (Tabela 1).

4.8 Aplicação dos inseticidas e de água

As aplicações foram realizadas por meio de pulverizador motorizado (pistola de pintura da marca Arpex[®] acoplada a um regulador de pressão (5 lb pol⁻²), com volume médio de aplicação de 400 L de calda por hectare (Figura 4).

Figura 4 – Vista superior e frontal de pulverizador utilizado nas aplicações dos produtos sobre folhas de algodão em condições de laboratório

4.9 Efeitos dos produtos aplicados em condições de laboratório sobre adultos de *A. grandis*

4.9.1 Primeiro ensaio de laboratório – fêmeas e machos contaminados

Adultos virgens de *A. grandis* com até 48 horas de idade, obtidos da criação de laboratório, separados por sexo, em número de dez casais por tratamento, foram expostos aos resíduos dos inseticidas e de água (testemunha) presentes em folhas de algodoeiro tratadas. Para a contaminação dos insetos, foram utilizados tubos plásticos de cloreto de polivinila (PVC) de 40 mm de diâmetro, os quais foram cortados, obtendo-se dez peças de 20 cm de comprimento (adaptado de Nakano, 1991). Em seguida, cada peça foi cortada ao meio, longitudinalmente, obtendo-se dois moldes idênticos.

No interior desses moldes foram fixados, com auxílio de fita adesiva, pedaços de folhas de algodoeiro cortadas previamente com tesoura, recobrindo desta forma todo o interior dos moldes de PVC (Figura 5). As folhas de algodoeiro foram coletadas de plantas cultivadas em vasos, mantidos em casa de vegetação do Setor de Defensivos Químicos do Departamento de Entomologia da ESALQ, as quais encontravam-se isentas de produtos químicos. Antes de serem

fixadas nos moldes de PVC, as folhas foram umedecidas com água destilada e secas com papel-toalha, garantindo a eliminação de possíveis resíduos que poderiam interferir nos resultados.

Figura 5 – Moldes de polivinila cortados longitudinalmente, com folhas de algodoeiro fixadas em seu interior, que foram utilizados para contaminação dos insetos

Após revestimento dos moldes, as folhas de algodoeiro foram submetidas às aplicações dos inseticidas e de água e, posteriormente, mantidas no Laboratório de Defensivos Químicos da ESALQ por aproximadamente 20 minutos até a evaporação do excesso de umidade do material (Figura 6).

Figura 6 – Aplicação dos tratamentos sobre as folhas de algodão fixadas no interior dos moldes de polivinila

Em seguida, os moldes de PVC foram unidos com auxílio de fita adesiva, obtendo-se uma única peça. Garrafas plásticas com capacidade para 250 mL e em número de 20, contendo machos ou fêmeas do bicudo, foram inseridas nas duas extremidades dos moldes, permitindo dessa forma que os insetos fossem introduzidos por uma das extremidades e recapturados pela outra, ocorrendo assim, a intoxicação dos adultos pelo contato dos tarsos nas folhas tratadas (Figura 7).

Figura 7 – Moldes utilizados na contaminação para efeito de contato dos tarsos de adultos de *A. grandis* em folhas tratadas com os produtos

A passagem dos adultos, machos ou fêmeas, no interior dos moldes, ocorreu sempre em um total de dez por vez para cada tratamento. Em seguida, esses insetos foram distribuídos com auxílio de pincel de ponta fina em placas de Petri de 6,0 cm de diâmetro (um casal/placa), contendo a mesma dieta artificial da criação de laboratório, permitindo-lhes a alimentação e oviposição. As placas contendo os casais foram transferidas para câmara climatizada regulada a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas (Figura 8).

Figura 8 – Câmaras climatizadas utilizadas durante os ensaios em condições de laboratório

Decorridas 24 horas da contaminação e durante 28 a 30 dias, realizaram-se avaliações diárias de mortalidade dos adultos. A cada cinco dias, efetuou-se a contagem do número de ovos depositados por placa, transferindo-se os insetos sobreviventes para outras placas, ofertando-lhes novas dietas. As placas em que se realizavam as contagens de ovos foram mantidas nas mesmas condições descritas anteriormente, durante cinco a seis dias, tempo suficiente para quantificar a viabilidade de oviposição durante a condução do bioensaio.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e 10 repetições, sendo a parcela constituída de um casal do bicudo do algodoeiro por placa. Os parâmetros avaliados foram: à mortalidade de adultos, número médio de ovos depositados por fêmea e a viabilidade dos seus ovos.

4.9.2 Segundo ensaio de laboratório – fêmeas tratadas acasaladas com machos não tratados e fêmeas não tratadas acasaladas com machos tratados

Machos e fêmeas virgens de *A. grandis* com até 48 horas de idade, obtidos da criação de laboratório, devidamente separados por sexo, em número de doze casais por tratamento, foram expostos aos resíduos dos inseticidas e de água (testemunha) presentes em folhas de algodoeiro tratadas, utilizando-se da mesma metodologia descrita para o bioensaio anterior (subitem 4.9.1). A passagem de adultos por sobre as folhas de algodoeiro contaminadas com os inseticidas ou com água ocorreu com machos e fêmeas separadamente (Figura 9).

Figura 9 – Moldes utilizados para contaminação, com efeito, de contato dos tarsos de adultos de *A. grandis* em folhas tratadas com os produtos

Neste experimento utilizaram-se seis casais com machos contaminados e outros seis casais com fêmeas contaminadas, totalizando doze casais para cada tratamento. Em seguida, cada casal foi individualizado, com auxílio de pincel de ponta fina, em placa de Petri de 6,0 cm de diâmetro, contendo a mesma dieta artificial da criação de laboratório, permitindo-lhes a alimentação e oviposição (Figura 10).

Figura 10 - Placas de petri contendo dieta artificial em seu interior, utilizadas para alimentação e oviposição dos casais após contaminação dos tarsos

As placas contendo os casais foram transferidas para câmara climatizada regulada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas (Figura 11).

Figura 11 – Câmara climatizada utilizadas após transferências dos insetos contaminados para as placas contendo dieta artificial

Decorridas 24 horas da contaminação e durante 28 a 30 dias, realizaram-se avaliações diárias de mortalidade dos adultos. A cada cinco dias, realizou-se a contagem do número de ovos por placa, sendo que os insetos sobreviventes foram transferidos para outras placas, as quais continham novas dietas. As placas em que se realizaram as contagens de ovos foram mantidas nas mesmas condições descritas anteriormente, por um período de cinco a seis dias, tempo suficiente para quantificar a viabilidade dos ovos durante a condução do bioensaio.

Utilizou-se delineamento experimental inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e seis repetições para cada sexo tratado, sendo a parcela constituída de um casal de *A. grandis*. Avaliaram-se: o número médio de ovos depositados por adultos expostos a resíduos dos inseticidas e a viabilidade dos seus ovos.

4.10 Análise estatística dos dados obtidos

Os dados obtidos tanto dos ensaios de campo quanto nos experimentos de laboratório foram submetidos às análises de variância, em um modelo de parcelas subdivididas no tempo, com os produtos nas parcelas, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Antes de se processarem as análises de variância os dados foram submetidos ao teste de homocedasticidade de variâncias por meio do Teste de Hartley, sendo os valores obtidos comparados aos valores críticos de PEARSON & HARTLEY (1970).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Ensaio de campo

Já na primeira avaliação, realizada três dias após a exposição de adultos de *A. grandis* a resíduos dos inseticidas presentes em plantas de algodoeiro do primeiro lote, deltametrina causou a morte de 45% dos indivíduos, diferindo significativamente de diflubenzurom aplicado isoladamente (0%) ou com óleo (5%), bem como do tratamento testemunha (0%). Abamectina, por sua vez, causou mortalidade de 15% dos insetos que mantiveram contato com plantas contendo resíduos desse produto, não diferindo dos demais tratamentos (Tabela 2).

Cinco dias após o início do bioensaio, momento em que se realizou a segunda avaliação no primeiro lote de plantas, após a transferência dos insetos sobreviventes para plantas tratadas do segundo lote, verificou-se aumento significativo na porcentagem de mortalidade de adultos do bicudo do algodoeiro expostos a resíduos de abamectina, deltametrina e diflubenzurom, situação essa que não mais se alterou até o final das avaliações. Nesta condição, deltametrina causou a morte de 80% dos indivíduos que mantiveram contato com resíduos desse composto, seguido por abamectina, responsável pela morte de 45% dos insetos-teste, não sendo observadas diferenças significativas entre esses tratamentos (Tabela 2). Entre abamectina e os demais tratamentos também não foram verificadas diferenças significativas, sendo que as porcentagens de mortalidade de adultos de *A. grandis* variaram de 10% no tratamento testemunha a 40% para aqueles expostos a resíduos do diflubenzurom aplicado de forma isolada (Tabela 2).

A partir da terceira avaliação (primeira avaliação em plantas de algodoeiro do segundo lote tratadas), verificou-se que as semelhanças ou diferenças entre os diversos tratamentos também se mantiveram constantes. Deltametrina causou porcentagem de mortalidade (80%) de adultos do bicudo do algodoeiro semelhante à causada por abamectina (50%), que por sua vez foi semelhante à causada por diflubenzurom quando aplicado isoladamente (40%) ou com óleo (20%). Os valores obtidos para esses dois últimos tratamentos também não apresentaram diferenças significativas quando comparados ao tratamento testemunha (Tabela 2).

Tabela 2 - Mortalidade acumulada (%) ($\pm$ EP) de adultos de *Anthonomus grandis* expostos a plantas de algodoeiro tratadas com os inseticidas, três e cinco dias após o tratamento (DAT) (1)(2)

Tratamentos	1º lote de plantas			2º lote de plantas			3º lote de plantas		
	1ª avaliação (3 DAT)	2ª avaliação (5 DAT)	3ª avaliação (3 DAT)	4ª avaliação (5 DAT)	5ª avaliação (3 DAT)	6ª avaliação (5 DAT)	7ª avaliação (3 DAT)	8ª avaliação (5 DAT)	9ª avaliação (3 DAT)
Abamectina	15,0 $\pm$ 7,64 bAB	45,0 $\pm$ 11,67 aAB	50,0 $\pm$ 10,54 aAB	50,0 $\pm$ 10,54 aAB	50,0 $\pm$ 10,54 aAB	50,0 $\pm$ 10,54 aAB	50,0 $\pm$ 10,54 aAB	50,0 $\pm$ 10,54 aAB	50,0 $\pm$ 10,54 aAB
Deltametrina	45,0 $\pm$ 8,98 bA	80,0 $\pm$ 8,16 aA	80,0 $\pm$ 8,16 aA	80,0 $\pm$ 8,16 aA	80,0 $\pm$ 8,16 aA	80,0 $\pm$ 8,16 aA	80,0 $\pm$ 8,16 aA	80,0 $\pm$ 8,16 aA	80,0 $\pm$ 8,16 aA
Diflubenzurom	0,0 $\pm$ 0,00 bB	40,0 $\pm$ 10,00 aB	40,0 $\pm$ 10,00 aBC	40,0 $\pm$ 10,00 aBC	40,0 $\pm$ 10,00 aBC	40,0 $\pm$ 10,00 aBC	40,0 $\pm$ 10,00 aBC	40,0 $\pm$ 10,00 aBC	40,0 $\pm$ 10,00 aBC
Diflubenzurom + óleo	5,0 $\pm$ 5,00 aB	20,0 $\pm$ 8,16 aB	20,0 $\pm$ 8,16 aBC	20,0 $\pm$ 8,16 aBC	20,0 $\pm$ 8,16 aBC	20,0 $\pm$ 8,16 aBC	20,0 $\pm$ 8,16 aBC	20,0 $\pm$ 8,16 aBC	20,0 $\pm$ 8,16 aBC
Testemunha	0,0 $\pm$ 0,00 aB	10,0 $\pm$ 6,67 aB	10,0 $\pm$ 6,67 aC	10,0 $\pm$ 6,67 aC	10,0 $\pm$ 6,67 aC	10,0 $\pm$ 6,67 aC	10,0 $\pm$ 6,67 aC	10,0 $\pm$ 6,67 aC	10,0 $\pm$ 6,67 aC

(1) Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

(2) Dados transformados para arc sen raiz x/100.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 2 acredita-se que a população de *A. grandis* utilizada no presente estudo apresenta certo grau de resistência aos compostos abamectina e deltametrina, visto que as porcentagens máximas de mortalidade causadas por esses compostos foram de 50% e 80%, respectivamente, apesar dos três sucessivos momentos de exposição desse inseto a resíduos desses inseticidas, bem como do estresse submetido aos mesmos devido à manipulação durante a condução do bioensaio.

O desenvolvimento de resistência a esses inseticidas por parte de pragas que ocorrem na cultura do algodoeiro tem sido relatado por diversos autores (CAMPANHOLA & PLAPP, 1989; ELZEN et al., 1992; BOWMAN, 1999). Porém, no caso específico do bicudo do algodoeiro há poucos registros na literatura científica (BORDELON, 2005).

A seleção de populações de *A. grandis* resistentes aos produtos mais utilizados no seu controle, como por exemplo, a abamectina e a deltametrina pode ser resultado do grande número de aplicações de compostos pertencentes ao mesmo grupo químico a cada safra. Segundo SUJII et al. (2003), dependendo da região produtora, bem como da intensidade de ocorrência desse inseto na lavoura, o número de aplicações de pesticidas varia de 6 a 18 por safra, sendo usual a utilização de diferentes ingredientes ativos, apresentando, porém modos de ação semelhantes.

Outro fator importante que deve ser ressaltado em relação às porcentagens de mortalidade obtidas no presente trabalho diz respeito à suscetibilidade inerente desse inseto a compostos sintéticos, suscetibilidade essa variável em função da idade. Estudos desenvolvidos por TEAGUE et al. (1983) evidenciaram que adultos do bicudo do algodoeiro com até três dias de idade são mais suscetíveis a inseticidas quando comparados àqueles com sete dias de idade.

Os valores obtidos para o produto diflubenzurom aplicado sozinho ou com adição de óleo vegetal, no entanto, já eram esperados, visto que se trata de um composto pertencente ao grupo dos reguladores de crescimento dos insetos (feniluréias), atuando na troca de tegumento, o que não ocorre em insetos adultos.

Deltametrina foi o único inseticida que, na primeira avaliação, reduziu significativamente o número médio de puncturas de alimentação realizadas por adultos do bicudo do algodoeiro expostos a plantas do primeiro lote tratadas, quando comparada ao tratamento testemunha, com média de 1,8 punctura por planta. Os demais compostos proporcionaram médias que variaram de 5,4 (abamectina) a 9,1 (diflubenzurom + óleo) puncturas por planta (Tabela 2). Na segunda avaliação, realizada ainda no primeiro lote de plantas tratadas, não foram verificadas diferenças

significativas entre os diversos tratamentos, sendo que abamectina, deltametrina, diflubenzurom e diflubenzurom + óleo proporcionaram médias de 10,4; 14,5; 16,7 e 15,7 puncturas por planta, respectivamente (Tabela 3).

O valor mais baixo obtido para adultos de *A. grandis* expostos a plantas do primeiro lote tratadas com deltametrina, durante a primeira avaliação, no que diz respeito às puncturas de alimentação, pode ser devido à elevada mortalidade proporcionada por esse composto à população inicial desse inseto, bem como devido à característica do mesmo em causar paralisia temporária nos insetos contaminados, ou mesmo repelência, o que teria impedido, inicialmente, que os insetos se alimentassem.

A exposição de adultos de *A. grandis* sobreviventes, provenientes de plantas do primeiro lote, a plantas de algodoeiro do segundo lote tratadas com os inseticidas citados também não resultou em redução significativa no número médio de puncturas de alimentação realizadas por esses insetos, em comparação ao tratamento testemunha, quando da terceira avaliação. No entanto, durante a quarta avaliação, ou seja, segunda avaliação feita no segundo lote de plantas, verificou-se aumento significativo no número de puncturas realizadas por adultos dessa espécie expostos a plantas tratadas com abamectina, deltametrina e diflubenzurom + óleo, com médias de 37,6; 47,1 e 38,7 puncturas por planta, respectivamente (Tabela 3).

Também não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, em relação ao número de puncturas realizadas por adultos do bicudo do algodoeiro em plantas do terceiro lote tratadas, durante a penúltima avaliação, com valores que variaram de 9,9 a 13,6 puncturas por planta. Na última avaliação, segunda realizada no terceiro lote de plantas de algodoeiro, nenhum dos inseticidas testados causou alterações significativas, em comparação à testemunha, nessa característica biológica do inseto em estudo, sendo que as médias observadas foram as mais elevadas obtidas durante a realização do bioensaio, exceto para plantas tratadas com a mistura diflubenzurom + óleo, que foi de 30,4 puncturas por planta (Tabela 3).

Tabela 3 - Número de puncturas de alimentação e de oviposição ($\pm$ EP) realizadas por adultos de *Anthonomus grandis* expostos a plantas de algodoeiro tratadas com os inseticidas, três e cinco dias após o tratamento (DAT) (1)

Tratamentos	Puncturas de alimentação (2)					
	1º lote de plantas		2º lote de plantas		3º lote de plantas	
	1ª avaliação (3 DAT)	2ª avaliação (5 DAT)	3ª avaliação (3 DAT)	4ª avaliação (5 DAT)	5ª avaliação (3 DAT)	6ª avaliação (5 DAT)
Abamectina	5,4 $\pm$ 0,67 cAB	10,4 $\pm$ 1,67 bcA	5,0 $\pm$ 0,75 cA	37,6 $\pm$ 5,24 aA	12,4 $\pm$ 1,90 bA	38,4 $\pm$ 4,10 aAB
Deltametrina	1,8 $\pm$ 0,57 cB	14,5 $\pm$ 1,26 bA	4,8 $\pm$ 0,48 cA	47,1 $\pm$ 5,77 aA	13,0 $\pm$ 0,54 bA	47,5 $\pm$ 1,69 aA
Diflubenzuron	8,5 $\pm$ 1,57 cdA	16,7 $\pm$ 1,92 bA	4,7 $\pm$ 0,63 dA	21,4 $\pm$ 3,89 bB	13,6 $\pm$ 1,39 bcA	43,7 $\pm$ 3,55 aA
Diflubenzuron + óleo	9,1 $\pm$ 1,12 bcA	15,7 $\pm$ 2,32 bA	6,0 $\pm$ 0,80 cA	38,7 $\pm$ 5,23 aA	9,9 $\pm$ 1,89 bcA	30,4 $\pm$ 4,65 aB
Testemunha	9,1 $\pm$ 1,58 cA	15,3 $\pm$ 2,31 bcA	8,6 $\pm$ 1,10 cA	22,3 $\pm$ 2,75 bB	13,3 $\pm$ 1,35 bcA	38,2 $\pm$ 4,14 aAB
Tratamentos	Puncturas de oviposição (2)					
	1º lote de plantas		2º lote de plantas		3º lote de plantas	
	1ª avaliação (3 DAT)	2ª avaliação (5 DAT)	3ª avaliação (3 DAT)	4ª avaliação (5 DAT)	5ª avaliação (3 DAT)	6ª avaliação (5 DAT)
Abamectina	0,4 $\pm$ 0,22 dB	1,9 $\pm$ 0,31 cB	1,3 $\pm$ 0,20 cdA	10,8 $\pm$ 1,39 aAB	1,4 $\pm$ 0,42 cdAB	5,3 $\pm$ 0,96 bB
Deltametrina	0,6 $\pm$ 0,22 cAB	2,5 $\pm$ 0,31 bAB	0,5 $\pm$ 0,18 cA	12,3 $\pm$ 0,52 aA	1,8 $\pm$ 0,17 bcA	8,8 $\pm$ 0,48 aA
Diflubenzuron	2,0 $\pm$ 0,26 bA	4,7 $\pm$ 0,80 aA	1,0 $\pm$ 0,26 bA	7,4 $\pm$ 1,60 aC	1,9 $\pm$ 0,35 bA	4,9 $\pm$ 0,87 aB
Diflubenzuron + óleo	1,2 $\pm$ 0,29 deAB	4,1 $\pm$ 1,01 cAB	1,9 $\pm$ 0,23 cdA	13,4 $\pm$ 1,77 aA	0,4 $\pm$ 0,22 eB	7,2 $\pm$ 1,36 bAB
Testemunha	2,0 $\pm$ 0,52 bcA	3,4 $\pm$ 0,56 bAB	1,9 $\pm$ 0,35 bcA	8,5 $\pm$ 1,22 aBC	0,5 $\pm$ 0,22 cAB	7,4 $\pm$ 0,67 aAB

(1) Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

(2) Dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$.

Possivelmente, a ausência de efeitos negativos dos inseticidas abamectina e deltametrina, em relação ao número médio de puncturas de alimentação realizadas por adultos de *A. grandis* se devem, ao menos em parte, à resistência desenvolvida por essa população de inseto a esses compostos, como sugerido anteriormente. No caso específico do diflubenzurom, aplicado sozinho ou com adição de óleo vegetal, essa ausência de efeitos pode ser considerada normal, visto que esse composto pertence a um grupo químico de inseticidas que não apresenta ação neurotóxica.

De modo geral, os valores mais baixos observados foram obtidos quando da transferência dos insetos sobreviventes para novas plantas tratadas, o que pode ser resultado tanto da manipulação quanto do estresse a que os mesmos foram submetidos durante a condução do bioensaio.

Apenas abamectina dentre os inseticidas avaliados reduziu significativamente o número médio de puncturas de oviposição por planta, realizadas por fêmeas de *A. grandis* expostas a plantas de algodoeiro do primeiro lote, proporcionando 0,4 punctura, quando da primeira avaliação. Plantas tratadas com deltametrina, diflubenzurom e diflubenzurom + óleo apresentaram médias de 0,6; 2,0 e 1,2 puncturas/planta, respectivamente, não diferindo do tratamento testemunha (Tabela 3).

Nenhum dos inseticidas avaliados reduziu significativamente o número de puncturas realizadas por fêmeas do bicudo do algodoeiro em plantas do primeiro lote tratadas, quando em comparação com o tratamento testemunha, na segunda avaliação. Mais uma vez, porém, abamectina foi o composto que mais afetou negativamente esse parâmetro biológico, permitindo em média, 1,9 punctura por fêmea por planta, diferindo apenas do diflubenzurom quando aplicado sozinho, que proporcionou média de 4,7 puncturas por planta (Tabela 3).

A redução observada na média de puncturas de oviposição realizadas por fêmeas expostas a plantas tratadas com abamectina pode, ao menos em parte, ser resultado do modo de ação desse composto, o qual pode causar paralisia das atividades do inseto devido ao influxo de íons cloro através da membrana do axônio (SCOTT & DUCE, 1987; MARTIM & PENNINGTON, 1988), impedindo-o de se locomover, alimentar-se e realizar outras atividades, como as relacionadas à sua reprodução.

Nenhum dos produtos estudados reduziu significativamente a capacidade de oviposição de fêmeas sobreviventes do bicudo do algodoeiro expostas a plantas do segundo lote tratadas com os inseticidas, permitindo valores que variaram de 0,5 a 1,9 punctura por planta, durante a

terceira avaliação. Na terceira avaliação, constatou-se que deltametrina e diflubenzurom + óleo estimularam essas fêmeas a realizarem puncturas, com médias de 12,3 e 13,4 puncturas/planta, respectivamente, diferindo do tratamento testemunha. Não foram observadas diferenças significativas entre os demais produtos testados e o tratamento testemunha (Tabela 3).

A ausência de efeito negativo dos inseticidas avaliados sobre a capacidade reprodutiva de fêmeas do bicudo do algodoeiro exposta a plantas tratadas pode estar relacionada ao fato de que, de modo geral, a suscetibilidade desses insetos aos compostos é reduzida em consequência de sua idade (TEAGUE et al., 1983) ou ao seu estágio mais avançado de desenvolvimento (CROFT, 1990).

Durante as duas últimas avaliações nenhum dos inseticidas testados causou redução significativa no número médio de puncturas de oviposição realizadas por planta, em comparação ao tratamento testemunha. No entanto, diflubenzurom + óleo na quinta avaliação, e diflubenzurom na sexta avaliação, foram os tratamentos que proporcionaram as menores médias, ou seja, 0,4 e 4,9 puncturas por planta, respectivamente (Tabela 3).

Segundo ARAÚJO et al. (2002), óleos tanto de origem mineral quanto vegetal são largamente utilizados como diluentes e adjuvantes para agroquímicos. No entanto, seus efeitos sobre o controle da praga em questão podem ser negativos, positivos ou mesmo neutros, a depender do tipo de óleo, do grupo químico do inseticida utilizado, da espécie do inseto-praga ou da planta hospedeira e de fatores abióticos. Desta forma, as alterações observadas na efetividade de controle de puncturas de oviposição por diflubenzurom + óleo podem ser resultantes de flutuações nos fatores climáticos, tais como temperaturas máximas e mínimas, umidade relativa do ar e intensidade de insolação, predominantes na época e localidade onde foi conduzido o presente trabalho.

A exemplo do que foi observado para as puncturas de alimentação, as médias de puncturas de oviposição realizadas por fêmea por planta foram mais baixas quando da primeira avaliação realizada em cada lote de plantas, três dias após a transferência dos insetos sobreviventes para novas plantas tratadas. Dessa forma, acredita-se que esse evento seja resultado do estresse a que as fêmeas foram submetidas, visto que as porcentagens de mortalidade de adultos mantiveram-se inalteradas significativamente para todos os tratamentos, a partir da segunda avaliação.

Não foi registrada emergência de um único adulto de *A. grandis* durante a primeira, terceira e quinta avaliações, realizadas nos três lotes de plantas de algodoeiro que receberam a aplicação dos inseticidas e de água (testemunha) (Tabela 4). Sugere-se que a não existência de emergência de adultos desse inseto nessas avaliações está associada, diante dos dados obtidos, a dois fatores principais. O primeiro deles diz respeito ao baixo número de puncturas de oviposição realizadas pelas fêmeas expostas a plantas de algodoeiro tratadas, observadas durante as avaliações citadas. O outro fator está relacionado à elevada porcentagem de mortalidade natural inerente a essa espécie de inseto-praga.

Estudos desenvolvidos por RAMALHO & SILVA (1993) evidenciaram que a mortalidade natural do bicudo do algodoeiro, dentro de botões florais caídos ao solo, pode chegar à cerca de 38%, ocorrendo com maior intensidade durante a fase larval desse inseto. Esses autores atribuíram a maior mortalidade ocorrida durante a fase larval do bicudo ao fato de que, nesse estágio de desenvolvimento ocorrem as três mais importantes causas de mortalidade natural do inseto (dessecação, parasitismo e predação), sendo que a dessecação, a mais importante delas, é o resultado da ação de altas temperaturas e baixa umidade do solo.

Nas demais avaliações, porém, verificou-se que dentre os compostos avaliados, o diflubenzurom, aplicado isoladamente ou com adição de óleo vegetal, foi o produto mais eficiente, não permitindo emergência de adultos superior a 15%, sendo que na última avaliação, esse produto reduziu em 100% a capacidade de emergência desse inseto. Não foram observadas diferenças significativas para a porcentagem de adultos do bicudo do algodoeiro emergidos ao longo das avaliações, apenas nos lotes de plantas que receberam a aplicação desses dois tratamentos (Tabela 4).

A redução gradativa na porcentagem de emergência de adultos de *A. grandis* provenientes de fêmeas expostas a plantas de algodoeiro tratadas com diflubenzurom e diflubenzurom + óleo, durante a segunda, quarta e sexta avaliações, pode ser resultado tanto do efeito desses compostos sobre suas larvas, impedindo a troca bem sucedida de tegumento, como também sugerido por TAFT & HOPKINS (1975) e por GANYARD et al. (1978), quanto do efeito quimioesterilizante dos mesmos sobre essas fêmeas.

Tabela 4 - Adultos de *Anthonomus grandis* emergidos (%) ($\pm$ EP) provenientes de indivíduos expostos a plantas de algodoeiro tratadas com os inseticidas, três e cinco dias após o tratamento (DAT) (1)(2)

Tratamentos	1º lote de plantas			2º lote de plantas			3º lote de plantas		
	1ª avaliação (3 DAT)	2ª avaliação (5 DAT)	3ª avaliação (3 DAT)	4ª avaliação (5 DAT)	5ª avaliação (3 DAT)	6ª avaliação (5 DAT)	7ª avaliação (3 DAT)	8ª avaliação (5 DAT)	9ª avaliação (5 DAT)
Abamectina	0,0 $\pm$ 0,00 cA	58,3 $\pm$ 14,75 aB	0,0 $\pm$ 0,00 cA	36,6 $\pm$ 7,54 bB	0,0 $\pm$ 0,00 cA	37,8 $\pm$ 12,73 bB			
Deltametrina	0,0 $\pm$ 0,00 bA	100,0 $\pm$ 0,00 aA	0,0 $\pm$ 0,00 bA	100,0 $\pm$ 0,00 aA	0,0 $\pm$ 0,00 bA	100,0 $\pm$ 0,00 aA			
Diflubenzurom	0,0 $\pm$ 0,00 aA	14,2 $\pm$ 8,05 aC	0,0 $\pm$ 0,00 aA	8,9 $\pm$ 5,68 aBC	0,0 $\pm$ 0,00 aA	0,0 $\pm$ 0,00 aC			
Diflubenzurom + óleo	0,0 $\pm$ 0,00 aA	12,5 $\pm$ 7,16 aC	0,0 $\pm$ 0,00 aA	4,4 $\pm$ 2,44 aC	0,0 $\pm$ 0,00 aA	0,0 $\pm$ 0,00 aC			
Testemunha	0,0 $\pm$ 0,00 bA	97,5 $\pm$ 2,50 aA	0,0 $\pm$ 0,00 bA	93,7 $\pm$ 3,38 aA	0,0 $\pm$ 0,00 bA	100,0 $\pm$ 0,00 aA			

(1) Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

(2) Dados transformados para arc sem raiz x/100.

Diversos pesquisadores têm demonstrado a eficiência do diflubenzurom como agente responsável pela redução da viabilidade de ovos provenientes de fêmeas do bicudo do algodoeiro tratadas ou expostas a resíduos desse produto (MOORE & TAFT, 1975; GANYARD et al., 1977; JOHNSON et al., 1978; MOORE et al. 1978; MITCHELL et al., 1980; WRIGHT et al., 1980a; WRIGHT et al., 1980b; HAYNES et al., 1981; MITCHELL et al., 1983; HAYNES & SMITH, 1989; VILLAVASO et al., 1995). No entanto, a inviabilidade dos ovos também pode ser atribuída aos efeitos desse composto sobre a transferência de esperma do macho para a fêmea durante a cópula (GANYARD et al., 1977; MOORE et al., 1978; EARLE et al., 1979; WRIGHT et al., 1980a; WRIGHT et al., 1980b; HAYNES & SMITH, 1989; HAYNES & SMITH, 1994).

Outros importantes fatores que podem ter influenciado de forma negativa na emergência de adultos desse inseto está relacionado à redução da capacidade e habilidade de acasalamento de machos tratados com diflubenzurom, impedindo, assim, a fertilização das fêmeas, o que também tem sido sugerido e observado por outros autores (VILLAVASO et al., 1977; EARLE & SIMMONS, 1979; VILLAVASO et al., 1998).

Abamectina também reduziu significativamente a emergência de adultos do bicudo do algodoeiro, proporcionando emergência de 58,3%; 36,6% e 37,8% durante a segunda, quarta e sexta avaliações, respectivamente, enquanto que deltametrina permitiu emergência de 100% dos indivíduos durante o mesmo período de avaliação (Tabela 4).

A redução observada na emergência de adultos do bicudo do algodoeiro provenientes de progenitores expostos a plantas de algodoeiro tratadas com abamectina parece ser resultado de seu efeito quimioesterilizante. Porém, também se deve supor que o modo de ação desse produto possa ser responsável pela redução obtida na emergência de adultos desse inseto. Sugere-se que esse composto possa ter interferido diretamente na fertilidade dos insetos tratados, ou mesmo na viabilidade dos ovos e na sobrevivência de larvas impedindo, assim, a ocorrência de adultos. Pesquisas desenvolvidas por (CHACÓN, 1988) evidenciaram, ainda, que esse inseticida foi responsável por inibir a cópula de machos tratados da broca da cana-de-açúcar, possivelmente devido a alterações causadas na morfologia de seu sistema reprodutivo, ou mesmo impedindo a formação do espermatóforo.

Acredita-se que a falta de efeito de deltametrina sobre a emergência de adultos de *A. grandis* esteja relacionado à resistência que esta população possa ter desenvolvido a esse composto, que vem sendo largamente utilizado no controle dessa espécie-praga da cultura

algodoeira, como sugerido anteriormente para os resultados sobre a mortalidade de adultos expostos a seus resíduos.

Não foram observadas reduções significativas no número médio de botões caídos em função do ataque de adultos do bicudo do algodoeiro expostos a plantas tratadas com os inseticidas, em comparação ao tratamento testemunha. Nas avaliações que foram realizadas três dias após a aplicação dos produtos sobre as plantas (primeira, terceira e quinta avaliações), verificaram-se as mais baixas médias de botões caídos, não sendo inclusive detectadas diferenças significativas entre os diversos tratamentos (Tabela 5).

Ao longo das avaliações observou-se que os produtos abamectina e deltametrina causaram variações semelhantes em relação a esse parâmetro estudado, sendo que as mais elevadas médias de botões caídos proporcionados por esses compostos foram de 11,1 e 11,0 botões, respectivamente, durante a quarta avaliação, realizada no segundo lote de plantas tratadas. Para o diflubenzurom, aplicado sozinho ou com adição de óleo vegetal, as mais elevadas médias foram de 10,4 e 13,1 botões, sendo obtidas na sexta e quarta avaliações, respectivamente (Tabela 5).

Fenômeno semelhante ao observado para o número médio de botões caídos foi também verificado para o número médio de maçãs caídas devido ao ataque de adultos de *A. grandis*, sendo que apenas na última avaliação realizada, foram detectadas diferenças significativas entre os diversos inseticidas e o tratamento testemunha. De modo geral, os valores obtidos para esse parâmetro estudado foram mais baixos, quando comparados ao anterior. Assim como verificado para o número de botões caídos, observou-se que abamectina e deltametrina causaram variações semelhantes no número médio de maçãs caídas ao longo das avaliações, com médias que oscilaram de zero a 0,5 para a abamectina, e de zero a 0,8 para a deltametrina. Além disso, nas avaliações que foram realizadas três dias após a aplicação dos compostos sobre as plantas, novamente observaram-se as mais baixas médias, praticamente não tendo ocorrido a queda de maçãs em função do ataque do bicudo (Tabela 5).

Conforme já estabelecido pela literatura, abamectina e deltametrina devem ser aplicados em sistema de bateria para garantir a proteção dos órgãos frutíferos do algodoeiro, sendo aqui os resultados de ineficiência obtidos, provavelmente devido a aplicações com intervalos superiores ao usualmente recomendados. Entretanto, diflubenzurom e diflubenzurom + óleo se mantiveram mais promissores, tendo em vista o alto poder residual e a propriedade desse composto, cujo mecanismo de ação é diferente dos convencionalmente empregados para essa praga.

Os menores valores obtidos para ambos os parâmetros estudados, número médio de botões e maçãs caídos, durante as avaliações realizadas três dias após a aplicação dos inseticidas sobre as plantas, podem ser resultado tanto do manuseio dos insetos causando-lhes estresse, quanto do comportamento dos mesmos, que necessitam de certo tempo para localizarem novos sítios de alimentação e oviposição.

5.2 Primeiro ensaio de laboratório – machos e fêmeas contaminados

Apenas deltametrina, dentre os pesticidas testados, causou mortalidade de adultos de *A. grandis* quando os insetos foram expostos a folhas de algodoeiro tratadas com esse composto. Machos dessa espécie mostraram-se significativamente mais suscetíveis a esse produto quando comparado às fêmeas ao longo de todas as avaliações realizadas, sendo que a mortalidade máxima acumulada foi de 80% para machos e de 50% para fêmeas (Tabela 6).

Os resultados obtidos para a deltametrina demonstram sua alta toxicidade a essa espécie de inseto-praga quando comparado aos demais inseticidas. No entanto, mais uma vez, diante dos resultados obtidos sugere-se que a população do bicudo do algodoeiro estudada já apresenta certo grau de resistência a esse composto, visto que o mesmo mostrou-se capaz de causar a morte de no máximo 80% dos machos e 50% das fêmeas, e permitiu ainda aos sobreviventes, se reproduzirem.

A maior suscetibilidade de machos a deltametrina, como observado no presente trabalho, deve estar relacionada à sua maior superfície específica quando comparado às fêmeas, o que normalmente acontece com a maioria das espécies, em que os machos são menores do que as fêmeas. Insetos de menor tamanho e, conseqüentemente, maior superfície específica, apresentam maior possibilidade de contaminação com produtos tóxicos, por exemplo, culminando com uma mortalidade mais elevada.

A falta de efeito da abamectina sobre adultos de *A. grandis* pode ser resultado do reduzido tempo em que os insetos mantiveram contato com resíduos desse produto, presentes em folhas de algodoeiro tratadas, não o permitindo atuar de forma efetiva sobre o inseto. Para diflubenzurom, aplicado isoladamente ou com adição de óleo vegetal, no entanto, a sobrevivência de todos os insetos-teste se deve ao seu particular modo de ação, não apresentando capacidade de atuar sobre adultos causando-lhes a morte.

Tabela 5 - Número de botões e maçãs ($\pm$ EP) caídos em função do ataque de *Anthonomus grandis* expostos a plantas de algodoeiro tratadas com os inseticidas, três e cinco dias após o tratamento (DAT) (1)

Tratamentos	Botões caídos (2)					
	1º lote de plantas		2º lote de plantas		3º lote de plantas	
	1ª avaliação (3 DAT)	2ª avaliação (5 DAT)	3ª avaliação (3 DAT)	4ª avaliação (5 DAT)	5ª avaliação (3 DAT)	6ª avaliação (5 DAT)
Abamectina	0,5 $\pm$ 0,17 cA	4,8 $\pm$ 1,16 bB	0,4 $\pm$ 0,14 cA	11,1 $\pm$ 1,60 aAB	0,0 $\pm$ 0,00 cA	7,6 $\pm$ 0,91 abAB
Deltametrina	0,1 $\pm$ 0,03 cA	7,2 $\pm$ 0,83 bAB	0,3 $\pm$ 0,09 cA	11,0 $\pm$ 0,39 aAB	0,0 $\pm$ 0,00 cA	8,5 $\pm$ 0,38 abA
Diflubenzurom	0,3 $\pm$ 0,15 cA	8,9 $\pm$ 1,26 abA	0,1 $\pm$ 0,06 cA	6,8 $\pm$ 1,47 bC	0,0 $\pm$ 0,00 cA	10,4 $\pm$ 1,00 aA
Diflubenzurom + óleo	0,2 $\pm$ 0,13 cA	6,5 $\pm$ 1,40 bAB	0,2 $\pm$ 0,09 cA	13,1 $\pm$ 1,88 aA	0,0 $\pm$ 0,00 cA	6,9 $\pm$ 1,20 bAB
Testemunha	0,6 $\pm$ 0,22 cA	7,4 $\pm$ 0,85 abAB	1,2 $\pm$ 0,08 cA	9,0 $\pm$ 1,58 aBC	0,0 $\pm$ 0,00 cA	5,5 $\pm$ 1,21 bB

Tratamentos	Maçãs caídas (2)					
	1º lote de plantas		2º lote de plantas		3º lote de plantas	
	1ª avaliação (3 DAT)	2ª avaliação (5 DAT)	3ª avaliação (3 DAT)	4ª avaliação (5 DAT)	5ª avaliação (3 DAT)	6ª avaliação (5 DAT)
Abamectina	0,0 $\pm$ 0,00 aA	0,5 $\pm$ 0,22 aB	0,0 $\pm$ 0,00 aA	0,0 $\pm$ 0,00 aA	0,0 $\pm$ 0,00 aA	0,3 $\pm$ 0,13 aB
Deltametrina	0,0 $\pm$ 0,00 aA	0,8 $\pm$ 0,33 aAB	0,0 $\pm$ 0,00 aA	0,3 $\pm$ 0,09 aA	0,0 $\pm$ 0,00 aA	0,3 $\pm$ 0,09 aB
Diflubenzurom	0,1 $\pm$ 0,10 bA	1,1 $\pm$ 0,28 aAB	0,0 $\pm$ 0,00 bA	0,4 $\pm$ 0,16 abA	0,0 $\pm$ 0,00 bA	0,0 $\pm$ 0,00 bB
Diflubenzurom + óleo	0,0 $\pm$ 0,00 bA	1,5 $\pm$ 0,37 aA	0,1 $\pm$ 0,10 bA	0,1 $\pm$ 0,10 bA	0,0 $\pm$ 0,00 bA	0,4 $\pm$ 0,16 bB
Testemunha	0,0 $\pm$ 0,00 bA	0,8 $\pm$ 0,20 bAB	0,0 $\pm$ 0,00 bA	0,8 $\pm$ 0,27 bA	0,0 $\pm$ 0,00 bA	2,8 $\pm$ 0,32 aA

(1) Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

(2) Dados transformados para $x+0,5$.

As diferenças nas porcentagens de mortalidade observadas entre este bioensaio de laboratório e o ensaio de campo apresentado anteriormente para os inseticidas abamectina, diflubenzurom e diflubenzurom + óleo podem ser resultantes, também, do manuseio ao qual os insetos estiveram expostos, o que poderia ter influenciado de forma negativa em sua sobrevivência.

Abamectina foi o único produto que reduziu significativamente o número médio de ovos depositados por fêmea do bicudo do algodoeiro tratada e acasalada com macho também tratado com esse composto, porém, apenas durante a primeira e segunda avaliações, com médias de 7,9 e 6,6 ovos, respectivamente. Ainda durante as duas primeiras avaliações, não foram observadas diferenças significativas no número médio de ovos depositados por fêmeas tratadas com diflubenzurom, com diflubenzurom + óleo, ou fêmeas pertencentes ao tratamento testemunha, com valores que variaram de 16,7 a 23,8 ovos durante a primeira avaliação, e de 8,8 a 15,7 ovos durante a segunda avaliação (Tabela 7).

As reduções observadas na capacidade de oviposição de fêmeas de *A. grandis* expostas a resíduos de abamectina durante as duas primeiras avaliações podem ser devido tanto ao seu modo de ação, quanto à sua capacidade quimioesterilizante. Em relação ao modo de ação, esse composto causa inibição do potencial pós-sináptico e, conseqüentemente, paralisia do inseto, reduzindo sua locomoção e oviposição, enquanto que sua ação quimioesterilizante pode ser responsável, também, por inibir completa ou parcialmente a postura em fêmeas tratadas ou expostas a seus resíduos.

Acredita-se que a falta de efeito, principalmente da abamectina, sobre a capacidade de oviposição de fêmeas do bicudo nas duas últimas avaliações possa estar relacionada ao curto tempo de exposição dos insetos aos resíduos desse composto, ou mesmo ao seu também curto efeito residual.

No que diz respeito aos resultados obtidos para o diflubenzurom, aplicado sozinho ou com adição de óleo, acredita-se que a dosagem ou mesmo a metodologia de exposição utilizadas podem explicar a falta de efeito desse composto sobre a capacidade de oviposição dessa espécie de inseto, visto que estudos desenvolvidos por MITCHELL et al. (1980) demonstraram que o tratamento de ambos os sexos por meio do fornecimento de dieta contendo diflubenzurom seguido da aplicação de radiação gama implicou em completa inibição da postura de fêmeas.

Tabela 6 - Mortalidade acumulada (%) ($\pm$ EP) de machos e fêmeas de *Anthonomus grandis* expostos a folhas de algodoeiro contaminadas com os inseticidas, com avaliações a cada cinco dias após a exposição (1)(2)

Tratamentos	1ª avaliação		2ª avaliação		3ª avaliação		4ª avaliação		5ª avaliação	
	♂ (3)	♀ (4)	♂ (3)	♀ (4)	♂ (3)	♀ (4)	♂ (3)	♀ (4)	♂ (3)	♀ (4)
Abamectina	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a
Deltametrina	60,0 $\pm$ 16,33 a	20,0 $\pm$ 13,33 b	60,0 $\pm$ 16,33 a	20,0 $\pm$ 13,33 b	80,0 $\pm$ 13,33 a	50,0 $\pm$ 16,67 b	80,0 $\pm$ 13,33 a	50,0 $\pm$ 16,67 b	80,0 $\pm$ 13,33 a	50,0 $\pm$ 16,67 b
Diflubenzurom	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a
Diflubenzurom + óleo	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a
Testemunha	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a	0,0 $\pm$ 0,00 a

(1) Médias seguidas pela mesma letra na linha, para cada avaliação, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

(2) Dados transformados para arc sen raiz x/100.

(3) Fêmeas tratadas acasaladas com machos não tratados.

(4) Fêmeas não tratadas acasaladas com machos tratados.

Nas duas últimas avaliações, nenhum dos inseticidas avaliados causou redução significativa no número de ovos depositados por fêmeas expostas a folhas de algodoeiro tratadas, em comparação ao tratamento testemunha, com médias que variaram de 14,3 a 19,5 ovos, e de 5,0 a 8,1 ovos, respectivamente, para a terceira e quarta avaliações (Tabela 7). Não foi possível avaliar os efeitos da deltametrina sobre a capacidade de oviposição de fêmeas do bicudo expostas a resíduos desse composto, em função da elevada mortalidade de adultos observada (Tabelas 6 e 7).

De modo geral, a capacidade de oviposição de fêmeas expostas a plantas de algodoeiro tratadas com diflubenzurom ou com diflubenzurom + óleo oscilou de forma semelhante, ao longo das avaliações, à de fêmeas pertencentes ao tratamento testemunha, mantendo-se mais elevada durante as três primeiras avaliações e apresentando forte redução na última avaliação. Já para fêmeas expostas a resíduos de abamectina verificou-se que o pico de oviposição ocorreu somente na terceira avaliação (Tabela 7).

A redução observada no número médio de ovos depositados por fêmeas expostas a folhas tratadas com os diversos inseticidas, sobretudo com água (testemunha), na última avaliação pode ser decorrente tanto da longevidade das fêmeas, que é de cerca de 20 a 30 dias, coincidindo com o tempo de condução do bioensaio, quanto da capacidade intrínseca de oviposição da espécie, que varia de cerca de 100 a 300 ovos durante toda vida da fêmea.

Todos os inseticidas avaliados reduziram significativamente a viabilidade de ovos de fêmeas de *A. grandis* expostas a resíduos desses compostos presentes em folhas de algodoeiro. Durante a primeira avaliação, abamectina, diflubenzurom e diflubenzurom + óleo proporcionaram eclosão de 25,5%; 10,8% e 14,4%, respectivamente, o que corresponde a reduções de 61,1%; 83,5% e 78,4% na viabilidade dos ovos de fêmeas tratadas, quando em comparação ao tratamento testemunha (Tabela 7).

Na segunda avaliação, porém, apenas diflubenzurom e diflubenzurom + óleo causaram reduções significativas na viabilidade de ovos de fêmeas do bicudo do algodoeiro, sendo que as porcentagens de viabilidade de ovos para esses tratamentos foram de 2,5% e 3,8%, respectivamente. Abamectina, por sua vez, permitiu eclosão de larvas em 43,1% dos ovos, valor semelhante ao do tratamento testemunha, que proporcionou viabilidade de 73,9% (Tabela 7).

Tabela 7 - Número ($\pm$ EP) e viabilidade de ovos (%) ($\pm$ EP) provenientes de machos e fêmeas de *Anthonomus grandis* expostos a folhas de algodoeiro contaminadas com os inseticidas, com avaliações a cada cinco dias após a exposição (1)

Tratamentos	Número de ovos (2)			
	1ª avaliação	2ª avaliação	3ª avaliação	4ª avaliação
Abamectina	7,9 $\pm$ 2,58 abB	6,6 $\pm$ 2,18 bB	14,3 $\pm$ 2,65 aA	5,0 $\pm$ 1,55 bA
Deltametrina	-	-	-	-
Diflubenzurom	16,7 $\pm$ 3,31 aAB	8,8 $\pm$ 1,06 abAB	15,1 $\pm$ 2,07 aA	5,2 $\pm$ 0,95 bA
Diflubenzurom + óleo	23,8 $\pm$ 5,34 aA	13,4 $\pm$ 1,09 aAB	18,0 $\pm$ 2,93 aA	6,0 $\pm$ 0,83 bA
Testemunha	21,8 $\pm$ 4,17 aA	15,7 $\pm$ 1,37 abA	19,5 $\pm$ 1,59 aA	8,1 $\pm$ 0,95 bA
Tratamentos	Viabilidade (3)			
	1ª avaliação	2ª avaliação	3ª avaliação	4ª avaliação
Abamectina	25,5 $\pm$ 10,44 bB	43,1 $\pm$ 5,19 aA	13,5 $\pm$ 5,03 bB	22,4 $\pm$ 7,41 bB
Deltametrina	-	-	-	-
Diflubenzurom	10,8 $\pm$ 5,32 aB	2,5 $\pm$ 2,50 aB	0,7 $\pm$ 0,52 aB	1,3 $\pm$ 0,25 aC
Diflubenzurom + óleo	14,4 $\pm$ 4,57 aB	3,8 $\pm$ 2,75 abB	0,8 $\pm$ 0,34 bB	2,9 $\pm$ 0,86 abC
Testemunha	65,6 $\pm$ 6,66 abA	73,9 $\pm$ 6,80 abA	83,0 $\pm$ 3,79 aA	46,9 $\pm$ 6,34 bA

(1) Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

(2) Dados transformados para $\arcsin \sqrt{x/100}$.

(3) Dados transformados para $\arcsin \sqrt{x/100}$.

Novamente, durante as duas últimas avaliações, todos os produtos reduziram significativamente a viabilidade de ovos de fêmeas dessa espécie de inseto-praga, sendo que na terceira avaliação, foram observadas as mais elevadas reduções. Abamectina reduziu em 83,7% a viabilidade de ovos das fêmeas, enquanto a aplicação de diflubenzurom e diflubenzurom + óleo vegetal reduziram em cerca de 99% esse parâmetro biológico. Na quarta e última avaliação, diflubenzurom aplicado sozinho ou com adição de óleo foram os tratamentos que mais afetaram negativamente essa característica biológica, tendo permitido viabilidade de apenas 1,3% e 2,9%, respectivamente, enquanto abamectina proporcionou viabilidade de cerca de 22% dos ovos (Tabela 7).

Durante a condução do bioensaio, diflubenzurom não foi responsável por alterações significativas na porcentagem de viabilidade de ovos de fêmeas do bicudo do algodoeiro ao longo das avaliações, tendo sido registradas porcentagens de viabilidade sempre muito baixas. Para o diflubenzurom aplicado em conjunto com óleo vegetal verificaram-se oscilações significativas apenas entre as médias da primeira e terceira avaliações, enquanto que para a abamectina, observaram-se diferenças significativas entre a viabilidade registrada na segunda avaliação em comparação às demais avaliações realizadas (Tabela 7).

As mais elevadas médias de viabilidade de ovos obtidas na primeira avaliação, realizada cinco dias após a exposição de ambos os sexos do bicudo do algodoeiro a folhas contaminadas com diflubenzurom e com diflubenzurom + óleo, podem ter ocorrido devido a uma certa demora na penetração do produto no corpo dos insetos, como sugerido por MOORE et al. (1978). Esse fenômeno, portanto, permitiria a oviposição de ovos ainda não afetados pelo referido composto e, conseqüentemente, a eclosão de larvas, havendo um possível desenvolvimento normal das mesmas e a emergência de adultos da geração F₁.

Com uma maior penetração do diflubenzurom no corpo de fêmeas e machos de *A. grandis*, o mesmo atuaria de modo a causar maior esterilização desses insetos, reduzindo drasticamente a viabilidade de seus ovos até o final das avaliações, sendo que esse efeito prolongado também foi observado por outros pesquisadores (MOORE & TAFT, 1975; GANYARD et al., 1977).

Diversos outros pesquisadores têm demonstrado o efeito quimioesterilizante do diflubenzurom sobre o bicudo do algodoeiro (MOORE et al., 1978; WRIGHT et al., 1980a; WRIGHT et al., 1980b; HAYNES et al., 1981; MITCHELL et al., 1983; HAYNES & SMITH,

1989; VILLAVASO et al., 1995), sendo que as porcentagens de viabilidade de ovos provenientes de fêmeas e ou machos tratados com esse pesticida são bastante variáveis, a depender do sexo exposto ao produto, da dosagem do composto utilizada, do método de exposição ou da utilização conjunta de outro agente quimioesterilizante, como o uso de radiação.

No caso da abamectina e de seus análogos, no entanto, não existem relatos de sua ação quimioesterilizante sobre o bicudo do algodoeiro, havendo vários registros, porém, para outras importantes pragas de diversas culturas (PEREZ, 1983; BARIOLA, 1984; CHACÓN, 1988), bem como sobre inimigos naturais de artrópodes-praga (PEREZ, 1983). Todavia, acredita-se que diante dos resultados obtidos, a utilização da abamectina no controle do bicudo, sobretudo como quimioesterilizante dessa espécie, surge como uma importante ferramenta para ser incorporada em programas de manejo integrado dessa importante praga da cultura algodoeira, podendo-se utilizá-la de forma alternada com o diflubenzurom. Trata-se, ainda, de alternativa para evitar a seleção de populações de *A. grandis* resistentes, visto que apresenta um peculiar modo de ação, diferente dos demais compostos utilizados no seu controle.

5.3 Segundo ensaio de laboratório - fêmeas tratadas acasaladas com machos não tratados e fêmeas não tratadas acasaladas com machos tratados

Durante a primeira avaliação não foram verificadas diferenças significativas entre os diversos tratamentos, no que diz respeito ao número médio de ovos depositados por fêmeas de *A. grandis* tratadas e acasaladas com machos não tratados, com médias que variaram de 4,5 ovos para fêmeas expostas a resíduos de deltametrina a 11,3 ovos para fêmeas do tratamento testemunha. Esse mesmo fenômeno foi observado para fêmeas não tratadas acasaladas com machos tratados, sendo que os valores médios de oviposição para os tratamentos oscilaram entre 3,2 e 9,7 ovos. Em termos absolutos, no entanto, abamectina e deltametrina foram os compostos que proporcionaram as menores médias, enquanto diflubenzurom e diflubenzurom + óleo as mais elevadas (Tabela 8).

A ineficácia dos pesticidas em reduzir a capacidade de oviposição de fêmeas dessa espécie de inseto-praga, quando da primeira avaliação, independente do sexo exposto a resíduos desses compostos pode ser decorrente, ao menos em parte, tanto da metodologia quanto do tempo de exposição utilizados no presente trabalho, retardando o efeito de alguns deles sobre o inseto.

No caso específico da deltametrina, sugere-se que essa falta de efeito pode ser devido, ainda, à resistência dessa população de bicudo ao produto, o que também foi sugerido para os demais resultados obtidos com o presente estudo.

Na avaliação seguinte, todos os compostos testados exceto diflubenzurom + óleo reduziram significativamente a capacidade de oviposição de fêmeas do bicudo do algodoeiro tratadas e acasaladas com machos não tratados, sendo que abamectina, deltametrina e diflubenzurom proporcionaram valores médios de 3,3; 5,2 e 6,0 ovos depositados por fêmea, respectivamente. No entanto, apenas abamectina mostrou-se eficiente em afetar negativamente a capacidade de oviposição de fêmeas não tratadas desse inseto acasaladas com machos tratados, permitindo oviposição média de 2,5 ovos por fêmea durante o mesmo período de avaliação (Tabela 8).

Abamectina foi o único produto que reduziu significativamente a capacidade de oviposição de fêmeas do bicudo do algodoeiro, independente do sexo do inseto exposto a resíduos desse composto, também quando da terceira avaliação. Quando fêmeas desse inseto foram expostas a resíduos de abamectina presentes em folhas de algodoeiro, porém, acasaladas com machos não tratados, a média de oviposição foi de 5,2 ovos, enquanto que quando machos foram tratados e acasalados com fêmeas não tratadas, essas últimas ovipositaram, em média, 4,7 ovos (Tabela 8).

As reduções causadas pela abamectina sobre a capacidade de oviposição de fêmeas do bicudo do algodoeiro durante a segunda e terceira avaliações podem ser devido ao seu modo de ação, o qual pode interferir em sua capacidade de locomoção e reprodutiva ou, ainda, à sua ação quimioesterilizante, responsável por inibir parcial ou completamente a oviposição de fêmeas diretamente expostas a seus resíduos ou que mantiveram contato com machos tratados.

No caso de deltametrina e diflubenzurom sugere-se que a redução na capacidade de oviposição experimentada por fêmeas tratadas e acasaladas com machos não tratados durante a segunda avaliação tenha sido casual, visto que durante as demais avaliações esses mesmos produtos não causaram tal efeito sobre essas fêmeas.

Tabela 8 - Número ($\pm$ EP) e viabilidade de ovos (%) ($\pm$ EP) provenientes do acasalamento com fêmeas ou machos de *Anthonomus grandis* tratados com os inseticidas, em avaliações a cada cinco dias após a exposição (1)

Tratamentos	Número de ovos							
	1ª avaliação		2ª avaliação		3ª avaliação		4ª avaliação	
	♀ (2)	♂ (3)	♀ (2)	♂ (3)	♀ (2)	♂ (3)	♀ (2)	♂ (3)
Abamectina	4,8 $\pm$ 2,45 aA	4,2 $\pm$ 1,47 aA	3,3 $\pm$ 1,54 aC	2,5 $\pm$ 0,81 aB	5,2 $\pm$ 2,37 aB	4,7 $\pm$ 1,50 aB	3,0 $\pm$ 1,37 aA	3,0 $\pm$ 1,03 aA
Deltametrina	4,5 $\pm$ 1,09 aA	3,2 $\pm$ 1,28 aA	5,2 $\pm$ 1,97 aBC	4,7 $\pm$ 1,87 aAB	7,5 $\pm$ 2,55 aAB	6,8 $\pm$ 2,44 aAB	4,2 $\pm$ 1,38 aA	2,3 $\pm$ 1,05 aA
Diflubenzurom	8,3 $\pm$ 1,98 aA	8,0 $\pm$ 2,14 aA	6,0 $\pm$ 1,48 aBC	7,5 $\pm$ 0,43 aAB	8,0 $\pm$ 2,62 aAB	12,5 $\pm$ 0,96 aA	4,3 $\pm$ 1,43 aA	7,0 $\pm$ 1,46 aA
Diflubenzurom + óleo	5,7 $\pm$ 1,31 aA	6,7 $\pm$ 1,63 aA	9,0 $\pm$ 0,73 aAB	7,7 $\pm$ 1,17 aA	10,0 $\pm$ 2,11 aAB	6,8 $\pm$ 1,68 aAB	5,7 $\pm$ 1,43 aA	3,3 $\pm$ 1,54 aA
Testemunha	11,3 $\pm$ 2,42 aA	9,7 $\pm$ 2,85 aA	11,3 $\pm$ 1,17 aA	9,5 $\pm$ 0,56 aA	13,7 $\pm$ 1,05 aA	13,0 $\pm$ 0,73 aA	7,0 $\pm$ 0,97 aA	6,5 $\pm$ 1,48 aA
Viabilidade (4)								
Tratamentos	1ª avaliação		2ª avaliação		3ª avaliação		4ª avaliação	
	♀ (2)	♂ (3)	♀ (2)	♂ (3)	♀ (2)	♂ (3)	♀ (2)	♂ (3)
	♀ (2)	♂ (3)	♀ (2)	♂ (3)	♀ (2)	♂ (3)	♀ (2)	♂ (3)
Abamectina	51,8 $\pm$ 3,90 bB	84,8 $\pm$ 4,23 aA	71,3 $\pm$ 6,65 aB	43,8 $\pm$ 16,30 aA	97,2 $\pm$ 1,96 aA	88,7 $\pm$ 5,70 aA	70,8 $\pm$ 5,44 bA	100,0 $\pm$ 0,00 aA
Deltametrina	70,2 $\pm$ 7,55 aA	52,5 $\pm$ 15,72 aAB	97,9 $\pm$ 1,69 aA	95,0 $\pm$ 2,40 aA	95,0 $\pm$ 4,08 aA	69,9 $\pm$ 7,00 aA	71,9 $\pm$ 10,40 aA	66,7 $\pm$ 10,18 aB
Diflubenzurom	0,0 $\pm$ 0,00 bB	32,7 $\pm$ 7,71 aB	4,0 $\pm$ 2,65 bC	65,4 $\pm$ 5,32 aA	49,2 $\pm$ 5,87 aA	58,8 $\pm$ 12,75 aA	51,2 $\pm$ 4,09 bA	75,8 $\pm$ 5,83 aAB
Diflubenzurom + óleo	6,5 $\pm$ 2,54 bB	35,5 $\pm$ 8,47 aAB	7,4 $\pm$ 4,12 bC	57,4 $\pm$ 7,52 aA	42,3 $\pm$ 1,23 aA	68,4 $\pm$ 11,50 aA	46,6 $\pm$ 11,32 aA	64,6 $\pm$ 2,45 aB
Testemunha	85,9 $\pm$ 4,12 aA	76,9 $\pm$ 5,45 aA	94,6 $\pm$ 2,48 aA	84,5 $\pm$ 6,68 aA	55,9 $\pm$ 4,40 aA	49,4 $\pm$ 5,57 aA	59,7 $\pm$ 9,56 aA	76,8 $\pm$ 9,75 aAB

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, ou minúscula na linha para cada avaliação, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

⁽²⁾ Fêmeas tratadas acasaladas com machos não tratados.

⁽³⁾ Fêmeas não tratadas acasaladas com machos tratados.

⁽⁴⁾ Dados transformados para arc sen raiz x/100.

Na quarta e última avaliação, porém, nenhum dos inseticidas mostrou-se eficiente em afetar negativamente a capacidade de oviposição de fêmeas do bicudo do algodoeiro, sendo que quando essas foram acasaladas com machos não tratados, a média de ovos depositados por fêmea variou de 3,0 a 5,7 ovos, enquanto que quando machos tratados foram acasalados com fêmeas não tratadas, essa média oscilou entre 3,0 e 7,0 ovos (Tabela 8).

Em relação à última avaliação, acredita-se que a falta de efeito dos inseticidas avaliados sobre a oviposição de fêmeas de *A. grandis* possa ser devido ao curto tempo de exposição dos insetos aos resíduos desses compostos. Porém, deve-se levar em consideração os demais possíveis motivos que também podem explicar esse fenômeno, como por exemplo, a possível ocorrência de resistência dos insetos à deltametrina.

Não foram observadas diferenças significativas no número médio de ovos depositados por fêmea de *A. grandis* para nenhum dos inseticidas avaliados, bem como para o tratamento testemunha, independente do sexo tratado e do momento em que a avaliação foi realizada (Tabela 8), demonstrando que esse parâmetro biológico do bicudo do algodoeiro é pouco afetado por esses compostos, ao menos nas condições em que o bioensaio foi realizado.

Apenas deltametrina não causou redução significativa na viabilidade de ovos de fêmeas de *A. grandis* tratadas e acasaladas com machos não tratados, quando da primeira avaliação, com viabilidade de 70,2%. Os demais inseticidas afetaram significativamente esse parâmetro biológico dessas fêmeas, sendo que abamectina, diflubenzurom e diflubenzurom + óleo proporcionaram viabilidades de 51,8%; 0,0% e 6,5%, respectivamente. Porém, quando fêmeas do bicudo do algodoeiro não expostas a resíduos dos compostos foram acasaladas com machos tratados, apenas diflubenzurom afetou negativamente a viabilidade de ovos provenientes dessas fêmeas, com média de 32,7%. Abamectina, deltametrina e diflubenzurom + óleo permitiram médias de viabilidade que variaram de 35,5% a 84,8% (Tabela 8).

Durante a segunda avaliação, novamente deltametrina foi o único inseticida que não afetou negativamente a viabilidade de ovos provenientes de fêmeas tratadas e acasaladas com machos não tratados, com viabilidade média de 97,9%, enquanto diflubenzurom e diflubenzurom + óleo proporcionaram viabilidades de apenas 4,0% e 7,4%, respectivamente. Abamectina, por sua vez, permitiu emergência intermediária entre os demais compostos, com média de 71,3%. No entanto, nenhum dos produtos testados reduziu significativamente essa característica biológica de fêmeas não tratadas acasaladas com machos tratados (Tabela 8).

Nas duas últimas avaliações, porém, nenhum dos compostos avaliados causou reduções significativas na viabilidade de ovos de fêmeas do bicudo do algodoeiro, independente do sexo do inseto exposto a resíduos desses produtos. No entanto, considerando-se os valores obtidos, diflubenzurom e diflubenzurom + óleo foram os compostos que proporcionaram as menores médias de viabilidade, variando de 42,3% a 75,8%, durante a terceira e quarta avaliações, respectivamente (Tabela 8).

Os resultados obtidos no presente estudo para diflubenzurom, com ou sem adição de óleo, em relação ao efeito desse composto sobre a viabilidade de ovos provenientes de fêmeas tratadas (Tabela 8), confirmam sua ação quimioesterilizante sobre o bicudo do algodoeiro *A. grandis*, o que também tem sido amplamente relatado por diversos autores (WRIGHT et al., 1980a; WRIGHT et al., 1980b; MITCHELL et al., 1980; HAYNES et al., 1981; MITCHELL et al., 1983; HAYNES & SMITH 1989; HAYNES & SMITH 1993; VILLAVASO et al., 1995). No entanto, a esterilização de fêmeas não tratadas com diflubenzurom e acasaladas com machos tratados também ocorreu, porém de forma menos efetiva. Isso sugere que tenha ocorrido a transferência do produto do macho para a fêmea, tanto por meio do contato físico entre os insetos no momento da cópula quanto por meio da transferência de esperma contaminado, o que também foi constatado por MOORE et al. (1978), culminando na esterilização parcial das fêmeas.

Acredita-se, também, que a redução na viabilidade de ovos provenientes de fêmeas não tratadas, causada pelo diflubenzurom, possa ser devido à esterilização, ainda que temporária de machos, ou a efeitos do produto sobre a habilidade de acasalamento e capacidade de transferência de esperma para a fêmea em função de alterações na morfologia do edeago, como sugerido por outros pesquisadores (MOORE et al., 1978; EARLE & SIMMONS, 1979; EARLE et al., 1979; WRIGHT et al., 1980a; WRIGHT et al., 1980b; HAYNES & SMITH, 1994; VILLAVASO et al., 1998).

De modo geral, fêmeas do bicudo do algodoeiro tratadas com diflubenzurom ou diflubenzurom + óleo, e acasaladas com machos não tratados apresentaram médias de viabilidade de ovos mais baixas quando comparadas às médias obtidas de fêmeas não tratadas acasaladas com machos tratados com esses mesmos compostos (Tabela 8). Esses resultados demonstram que o efeito do diflubenzurom sobre a viabilidade de ovos de fêmeas dessa espécie de inseto-praga é mais prejudicial quando estas são diretamente expostas a resíduos desse produto. No entanto, os

resultados também sugerem que uma única exposição de fêmeas de *A. grandis* ao diflubenzurom, causa esterilização, porém temporária e reversível.

Em relação a abamectina, acredita-se que a redução na viabilidade observada apenas para fêmeas tratadas, e somente durante as duas primeiras avaliações possa ser decorrente de um processo temporário de ação do produto sobre o inseto, como também verificado para o diflubenzurom. Sugere-se, ainda, que a transferência do produto de machos para fêmeas, caso ocorra durante a cópula, não seja em quantidade suficiente para causar o mesmo efeito observado com o diflubenzurom. Para deltametrina, porém, os resultados obtidos já eram esperados, visto que não há relatos de sua ação quimioesterilizante sobre insetos.

6 CONCLUSÕES

1. Dentre os inseticidas avaliados deltametrina é o composto que causa a mais elevada mortalidade (80%) de adultos de *A. grandis* em condições de campo;
2. Deltametrina é mais tóxico para machos do que para fêmeas do bicudo do algodoeiro;
3. Deltametrina não apresenta ação quimioesterilizante sobre o bicudo do algodoeiro;
4. Abamectina, diflubenzurom e diflubenzurom + óleo afetam negativamente a emergência de adultos do bicudo do algodoeiro da geração F₁, provenientes de indivíduos expostos a seus resíduos, sendo os dois últimos os mais eficientes;
5. Abamectina, deltametrina, diflubenzurom e diflubenzurom + óleo são pouco eficientes em reduzir tanto as puncturas de alimentação e oviposição como a queda de botões e maçãs devido ao ataque de adultos do bicudo expostos a plantas de algodoeiro contendo seus resíduos;
6. Abamectina afeta negativamente a capacidade de oviposição de fêmeas de *A. grandis*, porém de forma reversível;
7. Abamectina, diflubenzurom e diflubenzurom + óleo reduzem significativamente a viabilidade de ovos do bicudo do algodoeiro provenientes de fêmeas tratadas e acasaladas com machos também tratados;
8. A ação quimioesterilizante do diflubenzurom sobre fêmeas de *A. grandis* é mais prejudicial quando estas são diretamente expostas à ação residual desse produto;
9. Uma única exposição de fêmeas de *A. grandis* a resíduos do diflubenzurom demonstra esterilização, porém de forma reversível;

10. A utilização de inseticidas que apresentam ação quimioesterilizante em programas de manejo do bicudo do algodoeiro tais como abamectina e diflubenzurom é ferramenta importante na redução populacional desse inseto-praga, bem como no manejo da resistência dessa espécie a compostos sintéticos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L.H.A.; SANTOS, R.F.; SOUSA, S.L.; QUEIROGA, V.P.; LIMA, N.J. **Avaliação da mistura endosulfan com óleos vegetais para o controle do bicudo do algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae).** Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2002. 6p.

BARBOSA, S.; LUKEFAHR, M.J.; BRAGA SOBRINHO, R. **O Bicudo do algodoeiro.** Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. 314p.

BARIOLA, L.A. Pink bollworms (Lepidoptera: Gelechiidae): effects of low concentrations of selected insecticides on mating and fecundity in the laboratory. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.77, n.5, p.1278-1282, 1984.

BORDELON, M.S. **Environmental benefits realized from eradication of the non-indigenous insect *Anthonomus grandis* Boheman, the cotton boll weevil.** 2005. 82p. Thesis (Master in Environmental Studies) – Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College, Marksville, 2005.

BORROR, D.J.; DELONG, D.M. **Introdução ao estudo dos insetos.** 3. ed. São Paulo: Edusp, 1969. 653p.

BOWMAN, D.T. Public cotton breeders – Do we need them? **Journal of Cotton Science**, Memphis, v.3, p.139-152, 1999.

BRAGA SOBRINHO, R.; LUKEFAHR, M.J. **Bicudo (*Anthonomus grandis* Boheman): nova ameaça à cotonicultura brasileira.** Documentos Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. n.22, 32p., Mar., 1983.

BUSOLI, A.C.; PEREIRA, F.F.; LÓPEZ, V.A.G.; SOARES, J.J.; MELO, R.S.; ALMEIDA, C.A. de. Preferência alimentar do bicudo-do-algodoeiro por frutos de diferentes cultivares e idades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.39, n.2, p.101-104, 2004.

CAMPANHOLA, C.; PLAPP, F.W. Pyrethroid resistance in the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae): Insecticide bioassays and field monitoring. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.82, p.22-28, 1989.

CHACÓN, C.E.M. **Efeitos de três substâncias quimioesterilizantes sobre a broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera-Pyralidae)**. Piracicaba, 1988. 104p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

CROFT, B.A. **Arthropod biological control agents and pesticides**. New York: Wiley-Interscience, 1990. 723p.

EARLE, N.W.; SIMMONS, L.A. Boll weevil: ability to fly affected by acetone, irradiation, and diflubenzuron. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.72, n.4, p.573-575, 1979.

EARLE, N.W.; NILAKHE, S.S.; SIMMONS, L.A. Mating, ability of irradiated male boll weevils treated with diflubenzuron or penfluron. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.72, n.3, p.334-336, 1979.

ELZEN, G.W.; LEONARD, B.R.; GRAVES, J.B.; BURRIS, E.; MICINSKI, S. Resistance to pyrethroid, carbamate and organophosphate insecticides in field populations of tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) in 1990. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.85, p.2064-2072, 1992.

DEGRANDE, P.E. **Guia prático de controle das pragas do algodoeiro**, Dourados: UFMS, 1998, 60p.

FRANÇA, F.H.; CASTELO BRANCO, M. Controle de pragas de hortaliças com produtos reguladores de crescimento de insetos. In: SIMPÓSIO ESTADUAL SOBRE O USO DE AGROTÓXICOS EM HORTALIÇAS, 14., 1996, Tianguá. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1996. p.4-8.

GABRIEL, D. Longevidade do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* Boh., criado em hospedeiras alternativas no laboratório. Comunicação Científica. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.69, n.3, p.123-126, jul./set., 2002.

GANYARD, M.C.; BRADLEY JUNIOR, J.R.; BRAZZEL, J.R. Wide-area field test of diflubenzuron for control of an indigenous boll weevil population. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.71, p.785-788, 1978.

GANYARD, M.C.; BRADLEY JUNIOR, J.R.; BOYD, F.J.; BRAZZEL, J.R. Field evaluation of diflubenzuron (Dimilin) for control of boll weevil reproduction. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.70, n.3, p.347-350, 1977.

HAYNES, J.W.; SMITH, J.W. Evaluation of a new method for sterilizing boll weevils (Coleoptera: Curculionidae) by dipping in a diflubenzuron suspension followed by irradiation. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.82, n.1, p.64-68, 1989.

HAYNES, J.W.; SMITH, J.W. Test of a new insect growth regulator for boll weevils (Coleoptera: Curculionidae) by dipping and feeding. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.86, n.2, p.310-313, 1993.

HAYNES, J.W.; SMITH, J.W. Diflubenzuron plus cottonseed oil: effects on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) cuticle hardness, mating and flight. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.87, n.2, p.339-344, 1994.

HAYNES, J.W.; McGOVERN, W.L.; WRIGHT, J.E. Diflubenzuron (solvent-water suspension) dip for boll weevils: effects measured by flight, sterility, and sperm transfer. **Environmental Entomology**, Lanham, v.10, n.4, p.492-495, 1981.

JOHNSON, W.L.; MOODY, D.S.; LLOYD, E.P.; TAFT, H.M. Boll weevil: egg hatch inhibition with four formulations of diflubenzuron. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.71, n.2, p.179-180, 1978.

KNIPLING, E.F. Sterile-male methods of population control. **Science**, Washington, v.30, p. 902-904, 1959.

LA BRECQUE, G.C.; KELLER, J.C. Proposed approach to the study of radiation sterilization and chemical sterilization. In: LA BRECQUE, G.C.; KELLER, J.C. **Advances in insect population control by the sterile male technique**. Vienna: IAEA, 1965. p.57-60.

LOFGREN, C.S.; WILLIAMS, D.F. Avermectin β_{1a} : highly potent inhibitor of reproduction by queens of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.75, n.5 , p.798-803, 1982.

MANSON, H.C.; HENNEBERRY, T.J.; SMITH, F.F.; McGOVERN, W.L. Supression of *Drosophila melanogaster* in tomato field plots by the release of flies sterilized by apholate. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.61, n.1, p.166-170, 1968.

MARTIM, R.J.; PENNINGTON, A.J. Effect of dihydroavermectin- β_{1a} on CI single-channel currents in *Ascaris*. **Pesticide Science**, West Sussex, v.24, p.90-91, 1988.

MITCHELL, E.B.; MERKL, M.E.; DAVICH, T.B.; BROWN, M.A. Field performance of boll weevils (Coleoptera: Curculionidae) sterilized with diflubenzuron and gamma irradiation. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.76, n.2, p.294-297, 1983.

MITCHELL, E.B.; MERKL, M.E.; WRIGHT, J.E.; DAVICH, T.B.; HEISER, R.F. Sterility of boll weevils in the field following treatment with diflubenzuron and gamma irradiation. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.73, n.6, p.824-826, 1980.

MONNERAT, R.; DIAS, S.C., de OLIVEIRA-NETO, O.B.; NOBRE, S.D.; GROSSIL-DE-SÁ, M.F. Criação do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* em dieta artificial e estabelecimento de metodologia para bioensaios com *Bacillus thuringiensis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2., 1999, Ribeirão Preto. **Anais...**, Ribeirão Preto: s.ed., 1999. p. 214-216.

MOORE, R.F.; TAFT, H.M. Boll weevils: chemosterilization of both sexes with Busulfan plus Tompson-Hayward TH-6040. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.68, p.96-98, 1975.

MOORE, R.F.; LEOPOLD, R.A.; TAFT, H.M. Boll weevils: mechanism of transfer of diflubenzuron from male to female. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.71, n.4, p.587-590, 1978.

NAKANO, O. Recomendações e experiência de controle do bicudo na região de Campinas, SP. In: DEGRANDE, P.E.. **Bicudo do algodoeiro: manejo integrado**. Dourados: UFMS/EMBRAPA-UEPAE, 1991. p.59-66.

NAKANO, O. Manejo do bicudo: táticas alternativas. In: FERNANDES, O.A.; CORREA, A. do C.B.; BORTOLI, S.A. **Manejo Integrado de Pragas e Nematóides**, Jaboticabal: FUNEP, 1992. p.73-75.

NAKANO, O. Effect of some insect growth regulator on reproduction of banana corm weevil, *Cosmopolites sordidus*, Germar, 1824 (Coleoptera: Curculionidae) by bait. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., Aug., 2000, Foz do Iguassu. Foz do Iguassu: EMBRAPA, 2000. Palestra.

OTTENS, R.J.; TODD, J.W. Effect of diflubenzuron on reproduction and development of *Graphognathus peregrinus* and *G. leucoloma*. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.72, n.5, p.743-746, 1979.

PEARSON, E.S.; HARTLEY, H.O. **Biometrika tables for statisticians**. Cambridge: University Press, 1970. 270p.

PEREZ, C.A. **Efeito de produtos químicos esterilizantes sobre *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824) Diptera: Tephritidae), seus simbioses e o predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**. 1983. 149p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1983.

RAMALHO, F.S.; JESUS, F.M.M.; GONZAGA, J.V. Táticas de manejo integrado de pragas em áreas infestadas pelo bicudo-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.5, p.677-690, 1990.

RAMALHO, F.S.; JESUS, F.M.M. de. Controle químico do bicudo do algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v.15, n.2, p.335-342, 1986.

RAMALHO, F.S.; SILVA, J.R.B. Período de emergência e mortalidade natural do bicudo-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.11, p.1221-1231, 1993.

SANTOS, R.C.; RAMIRO, Z.A.; CORREIA, M.F.N. Avaliação do nível de controle recomendado para o “bicudo”, *Anthonomus grandis*, Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 13., 1991, Recife. **Resumos...** Recife: SEB, 1991. p.573.

SANTOS, W.J. **Recomendações técnicas para a convivência com o bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*, Boheman, 1843) no Estado do Paraná.** Londrina: IAPAR, 1989. 20p. (IAPAR Circular, 64).

SEGISTÁN, R.E.; ALMEIDA, A.A. Efeito do diflubenzuron sobre a reprodução de *Spodoptera frugiperda* (Smih & Abbot) (Lepidoptera: Noctuidae). In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE ZOOLOGIA, 8., 1980, Caracas. **Actas...** Caracas: s.ed., 1980. p.1285-1287.

SOARES, J.J.; LARA, F.M.; SILVA, C.A.D.; ALMEIDA, R.P.; WANDERLEY, D.S. Influência da posição do fruto na planta sobre a produção do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, p.755-759, 1999.

SCOTT, R.H.; DUCE, I.R. Pharmacology of GABA receptors on skeletal muscle fibers of the locust (*Schistocerca gregaria*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, Vancouver, v.86, p.305-311, 1987.

SUJII, E.R.; PIRES, C.S.S.; FONTES, E.; ONOYAMA, F.F.; PINHEIRO, E.M.; PORTILHO, T.; SCHMIDT, F.G.V.; FARIA, M.R. **Metodologia para avaliação do impacto de inseticidas químico e biológico sobre a ocorrência de insetos praga e seus inimigos naturais em plantas de algodão no Distrito Federal.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. 22p.

TAFT, H.M.; HOPKINS, A.R. Boll weevils: field populations controlled by sterilizing emerging overwintered females with a TH-6040 sprayable bait. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.68, p.551-554, 1975.

TAYLOR, C.R.; CARLSON, G.A.; COOKE JR., F.T.; REICHELDERFER, K.H.; STARBIRD, I.R. Aggregate economic effects of alternative boll weevil management strategies. **Agricultural Economics Research**, Washington, v.35, n.2, p.19-29, April, 1983.

TEAGUE, T.G.; GATE, J.R.; MAPP JUNIOR, I.W. Toxicity of azinphosmethyl and methyl parathion to three populations of boll weevil. **Southwestern Entomologist**, Louisiana, v.8, p.107-112, 1983.

VANDERZANT, E.S.; DAVICH, T.B. Laboratory Rearing of the Boll Weevil: a satisfactory larval diet and oviposition studies. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.52, p.288-291, 1958.

VILLAVASO, E.J.; McGOVERN, W.L.; WAGNER, T.L.; WILLERS, J.L. Components of competitiveness in sterile male boll weevils (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.91, n.3, p.631-636, 1998.

VILLAVASO, E.J.; EARLE, N.W.; HOLLIER, D.D. Boll weevils: field and laboratory assessment of mating ability and sperm content after irradiation with or without diflubenzuron treatment. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.70, n.5, p.562-564, 1977.

VILLAVASO, E.J.; ROBERSON, J.L.; SEWARD, R.W. Effectiveness of sterile Boll Weevils (Coleoptera: Curculionidae) against a low-density population in commercially grown cotton in northcentral Mississippi. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.82, n.2, p.472-476, 1989.

VILLAVASO, E.J.; HAYNES, J.W.; McGOVERN, W.L.; JONES, R.C.; SMITH, J.W. Diflubenzuron effects on boll weevils (Coleoptera: Curculionidae) in small field cages. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.88, n.6, p.1631-1633, 1995.

WRIGHT, J.E.; SPATES, G.E. Reproductive inhibition activity of the insect growth regulator TH 6040 against the stable fly and house fly: effects on hatchability. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.69, n.3, p.365-368, 1976.

WRIGHT, J.E.; MOORE, R.; McCOY, J.; WIYGUL, G.; HAYNES, J. Comparison of three sterilization procedures on the quality of the male boll weevil. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.73, n.4, p.493-496, 1980a.

WRIGHT, J.E.; ROBERSON, J.; DAWSON, J.R. Boll weevil: effects of diflubenzuron on sperm transfer, mortality, and sterility. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.73, n.6, p.803-805, 1980b.