

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE ALGODOEIRO  
SOBRE *Spodoptera frugiperda* E *Alabama argillacea*  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) E EFEITO NA BIOLOGIA E  
COMPORTAMENTO DE *Podisus nigrispinus* (HEMIPTERA:  
PENTATOMIDAE).**

**Flávio Gonçalves de Jesus**  
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL  
2009

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE ALGODOEIRO  
SOBRE *Spodoptera frugiperda* E *Alabama argillacea*  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) E EFEITO NA BIOLOGIA E  
COMPORTAMENTO DE *Podisus nigrispinus* (HEMIPTERA:  
PENTATOMIDAE).**

**Flávio Gonçalves de Jesus  
Orientador: Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Junior**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, campus de Jaboticabal, para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Área de Concentração em Entomologia Agrícola.

**JABOTICABAL - SÃO PAULO- BRASIL  
Outubro de 2009**

Jesus, Flávio Gonçalves

J58r            Resistência de cultivares de algodoeiro sobre *Spodoptera frugiperda* e *Alabama argillacea* (Lepdoptera: Noctuidae) e efeito na biologia e comportamento de *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae / Flávio Gonçalves de Jesus. – – Jaboticabal, 2009.

vi, 85 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009

Orientador: Arlindo Leal Boiça Júnior

Banca examinadora: Marcos Donisete Michelotto, José Roberto Scarpellini, Antonio Carlos Busoli, Júlio Cesar Galli

Bibliografia

1. Lagarta do cartucho. 2. Curuquerê-do-algodoeiro. 3. Resistência de plantas a insetos. 4. Controle biológico. 5. Interação tritrófica. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.78:633.51

### **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**FLÁVIO GONÇALVES DE JESUS** – Nascido em Catalão - GO, em 22 de dezembro de 1980 é Engenheiro Agrônomo graduado pela Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri, GO. Em agosto de 2007 concluiu o curso de Mestrado em Agronomia – Área de Concentração em Entomologia Agrícola na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP – Jaboticabal - SP), sendo bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no período de agosto de 2005 a julho de 2007. Em agosto de 2007 iniciou o curso de Doutorado em Agronomia – Área de Concentração em Entomologia Agrícola na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP – Jaboticabal - SP), sendo bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no período de agosto de 2007 a fevereiro de 2009. No período de agosto de 2006 a fevereiro de 2009 foi professor da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri - GO, onde ministrou as disciplinas de Entomologia Geral e Agrícola. Atualmente é professor efetivo do Instituto Federal Goiano – Campus de Urutaí - GO, onde ministra as disciplinas de Entomologia Geral e Agrícola, atuando na linha de pesquisa Resistência de Plantas a Insetos.

**DEDICO...**

Ao meu pai **Hilário Gonçalves Pacheco**

minha mãe **Maria Adélia da Silva**

**OFEREÇO...**

Ao meu irmão **Fábio Antônio Gonçalves de Jesus** o qual tenho profunda admiração, agradeço por muitas ajudas na realização deste sonho.

**HOMENAGEIO...**

Minha namorada **Gleina Costa Silva Alves**, pelo amor e incentivo, onde ao seu lado desfrutamos de muitas vitórias e muitas ainda virão.

**AGRADECIMENTO EM ESPECIAL...**

Ao meu orientador

**Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Junior**

Pela orientação, amizade e contribuição na minha formação profissional.

## AGRADECIMENTOS

A Deus que sempre nos ilumina, pois sem ele, nada seria possível.

Aos Professores do Departamento de Fitossanidade FCAV/UNESP – Jaboticabal pelos ensinamentos.

Ao prof. Dr. José Cola Zanuncio pelo fornecimento de *Podisus nigrispinus* para realização dos experimentos.

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Busoli pelo fornecimento das variedades de algodoeiro usadas na condução dos experimentos.

Ao Pesquisador Dr. Marcos Donizete Michelotto pelo fornecimento de pupas de *Alabama argillaceae* para instalação da criação.

Ao Técnico Agrícola Zulene Antonio Ribeiro pela amizade e convivência, sem suas ajudas as atividades do dia-a-dia seriam muito mais difíceis.

Aos amigos e companheiros de laboratórios, Aniele Pianoscki de Campos, Norton Rodrigues Chagas Filho, Julio César Janini, Anderson Gonçalves da Silva, Nara Elisa Lobato Rodrigues pela amizade.

Aos funcionários do Departamento de Fitossanidade Ligia D. T. Fiorezzi, Márcia Macri Ferreira, e Lúcia Helena P. Tarina por toda atenção e colaboração.

A todos os amigos de Pós-Graduação, pela amizade e convivência, em especial a Alexandre Carlos Menezes Netto pelo apoio com fornecimento de lagartas de *Spodoptera frugiperda*.

Aos amigos de República (Tia Meri) Luiz Henrique M. de Abreu, Luiz Augusto V. de Luna, Joaquim Nacamura Neto, Felipe Ridolfo Lucio, Marco Antonio Farias, Rafael de Queiroz Carvalho, Gabriel Fernandes de Moraes, Pedro Luis Martins Soares, Eduardo José de Almeida, Paulo Cesar Timossi e todos os ex-moradores e em especial a dona Fátima pela amizade e convívio.

A Maria Abadia Mendes da Silva pela amizade e apoio.

Aos amigos da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri, pelo apoio e pelos momentos maravilhosos nas reuniões e encontro de amigos.

Aos amigos de trabalho do Instituto Federal Goiano – Campus de Urutaí - GO pela amizade e convívio.

Aos colegas de morada em Ipameri Adriano Ribeiro de Mendonça, Vitor Corrêa de Mattos Barreto, Claudenir Facincani Franco, Ismael Martins Pereira e Flávia Risse.

A amiga Kelly Cristina Gonçalves Rocha em especial a sua família, pessoas maravilhosas e exemplo de união e solidez familiar.

A todos os meus familiares principalmente minha tia Maria Dulce da Silva e tio Antero José da Silva, pela força e incentivo em minha formação.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

A todos aqueles que direta ou indiretamente, colaboraram para que esse trabalho fosse realizado.

**Muito Obrigado!**

## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO</b> .....	iv
<b>SUMMARY</b> .....	vi
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Aspectos associados a <i>A. argillacea</i> e <i>S. frugiperda</i> .....	3
2.1.1 Descrição e Biologia de <i>A. argillacea</i> .....	3
2.1.2 Descrição e biologia de <i>S. frugiperda</i> .....	4
2.1.3 Danos e Prejuízos causados por <i>A. argillacea</i> .....	6
2.1.4 Danos e Prejuízos causados por <i>S. frugiperda</i> .....	7
2.1.5 Resistência de plantas no controle de <i>A. argillacea</i> .....	8
2.1.6 Resistência de plantas no controle de <i>S. frugiperda</i> .....	9
2.1.7 Outros métodos de controle de <i>A. argillacea</i> e <i>S. frugiperda</i> .....	10
2.2 Uso de cultivares transgênicas no controle de pragas.....	11
3. REFERÊNCIAS .....	14
<b>CAPÍTULO 2 - RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE ALGODOEIRO A <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)</b> .....	24
Resumo.....	24
Abstract.....	25
1. INTRODUÇÃO.....	26
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
2.1 Criação de <i>S. frugiperda</i> .....	28
2.2 Teste de não-preferência para alimentação.....	29
2.3 Teste de não-preferência para oviposição.....	30
2.4 Teste de antibiose.....	31
2.5 Análise estatística.....	31

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
3.1 Teste de não-preferência para alimentação.....	31
3.2 Teste de não-preferência para oviposição.....	34
3.3 Teste de antibiose.....	36
4. CONCLUSÕES.....	39
5. REFERÊNCIAS.....	40

**CAPÍTULO 3 - RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE ALGODOEIRO A *Alabama argillacea* (HUBNER, 1818) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).....**

Resumo.....	45
Abstract.....	46
1. INTRODUÇÃO.....	47
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	48
2.1 Criação de <i>A. argillacea</i> .....	49
2.2 Teste de não-preferência para alimentação.....	49
2.3 Teste de não-preferência para oviposição.....	50
2.4 Teste de antibiose.....	51
2.5 Análise estatística.....	51
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
3.1 Teste de não-preferência para alimentação.....	52
3.2 Teste de não-preferência para oviposição.....	56
3.3 Teste de antibiose.....	57
4. CONCLUSÕES.....	60
5. REFERÊNCIAS .....	61

<b>CAPÍTULO 4 - EFEITO DE LAGARTAS DE <i>Spodoptera frugiperda</i> (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) ALIMENTADAS EM CULTIVARES DE ALGODOEIRO NO COMPORTAMENTO E BIOLOGIA DE <i>Podisus nigrispinus</i> (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE).....</b>	<b>64</b>
Resumo.....	64
Abstract.....	66
1. INTRODUÇÃO.....	68
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	69
2.1 Criação do predador <i>P. nigrispinus</i> .....	69
2.2 Capacidade predatória de <i>P. nigrispinus</i> alimentados com lagartas de <i>S. frugiperda</i> alimentada em diferentes cultivares de algodoeiro.....	70
2.3 Influência do hospedeiro <i>S. frugiperda</i> alimentada em diferentes cultivares de algodoeiro na atração de <i>P. nigrispinus</i> .....	71
2.4 Aspectos biológicos de <i>P. nigrispinus</i> alimentados com lagartas de <i>S. frugiperda</i> alimentada em diferentes cultivares de algodoeiro.....	71
2.5 Análise estatística.....	72
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
4. CONCLUSÕES.....	80
5. REFERÊNCIAS .....	81
 <b>CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	 <b>84</b>

**RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE ALGODOEIRO SOBRE *Spodoptera frugiperda* E *Alabama argillacea* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) E EFEITO NA BIOLOGIA DE *Podisus nigrispinus* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)**

**RESUMO** - O presente trabalho teve como objetivos estudar os tipos de resistência de cultivares de algodoeiro sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e *Alabama argillacea* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) e efeito na biologia de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) alimentados com *S. frugiperda*. Os experimentos foram conduzidos no Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal/SP, sendo os testes realizados no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, sob condições ambientais controladas (temperatura:  $27\pm 2$  °C,  $70\pm 10\%$  de U.R. e fotofase de 12 horas). Nos experimentos para avaliar a resistência de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), utilizou-se as cultivares DeltaOpal, NuOpal, FMX 993, FMT 701, FMX 910 e FMX 996 para *S. frugiperda*, enquanto que para *A. argillacea* as cultivares DeltaOpal, NuOpal, FMT 701, FMX 910 e FMX 996. Foi avaliada a não-preferência para oviposição e alimentação em teste com chance de escolha, adotando-se o delineamento estatístico em blocos casualizados e no teste sem chance para oviposição e alimentação o inteiramente casualizado. Para avaliar a antibiose, folhas das mesmas cultivares foram fornecidas as larvas de *S. frugiperda* e *A. argillacea* diariamente, verificando-se a duração de cada fase do inseto, avaliando-se a massa de larvas aos dez dias de idade, massa de pupas com 24 horas, período larval e pupal, longevidade de adultos, viabilidade total e fecundidade. No estudo da influência de cultivares de algodoeiro sobre a biologia de *P. nigrispinus* em relação à presa *S. frugiperda*, foram utilizados as cultivares DeltaOpal, NuOpal, FMX 910 e FMX 996. Para o teste de atratividade, utilizou-se um olfatômetro o qual constou de quatro compartimentos, no interior dos quais se colocou uma lagarta de *S. frugiperda* com 15 dias de idade alimentada com as cultivares, em seguida, liberaram-se no centro deste, 12 insetos adultos do predador. Esse procedimento foi repetido 8 vezes, adotando-se o delineamento em blocos casualizados, avaliando-se o número de insetos atraídos por compartimento em 1; 3; 5;

10; 15 e 30 minutos e 1; 2; 4 e 24 horas após a liberação. Para a determinação da capacidade predatória, ninfas de 2<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup>, 4<sup>o</sup> e 5<sup>o</sup> instares e insetos adultos do predador foram individualizados em placas de Petri de 6 cm de diâmetro, sendo fornecimento diariamente lagartas de 3<sup>o</sup> instar com cerca de 1,5 cm de comprimento, alimentadas nas cultivares de algodoeiro. Forneceram-se 3 lagartas para as ninfas de segundo e terceiro instar e 6 lagartas para o quarto e quinto instar e adultos, determinando-se a média do número de lagartas de *S. frugiperda* predadas em 24 horas durante cada instar da fase ninfal e adulta de *P. nigrispinus*. O experimento constou de 10 repetições em delineamento inteiramente casualizado. No estudo da biologia de *P. nigrispinus* alimentados com lagartas de *S. frugiperda*, ninfas de segundo instar do predador foram individualizadas em placas de Petri de 6 cm de diâmetro no interior das quais foram disponibilizadas as presas. Diariamente ofereceram-se lagartas de *S. frugiperda*, de 15 dias de idade, alimentadas em folhas das cultivares, o experimento constou de 50 repetições, em delineamento inteiramente casualizado. Diariamente foram avaliadas as durações de cada instar, longevidade de adultos, ciclo total, viabilidade total e massa corporal de adultos com 24 horas após a emergência. Todas as cultivares de algodoeiro testadas foram igualmente ovipositadas por *S. frugiperda* e *A. argillacea*. Porém a cultivar NuOpal apresentou resistência do tipo não-preferência para alimentação, em teste com chance de escolha e antibiose a *S. frugiperda*, sendo que as cultivares mais suscetíveis foram DeltaOpal e FMX 910. As cultivares NuOpal e FMT 701 apresentaram resistência do tipo não-preferência para alimentação à *A. argillacea*, já as cultivares NuOpal, FMT 701 e FMX 910 apresentaram resistência do tipo antibiose e as cultivares com alta suscetibilidade foram FMX 966 e DeltaOpal. As lagartas de *S. frugiperda* alimentadas nas diferentes cultivares de algodoeiro não afetaram a atração de *P. nigrispinus*, porém, lagartas de *S. frugiperda* alimentadas nas folhas da cultivar NuOpal, proporcionaram maior consumo pelas ninfas e adultos de *P. nigrispinus* e apresentaram um prolongamento em seu ciclo e menor viabilidade total.

**Palavras-chave:** Lagarta do cartucho, curuquerê-do-algodoeiro, resistência de plantas a insetos, controle biológico, interação tritrófica

**RESISTANCE OF COTTON CULTIVARS ON *Spodoptera frugiperda* AND *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae) AND EFFECT ON THE BIOLOGY OF *Podisus nigrispinus* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)**

**SUMMARY** - This work aimed to study the resistance of cotton cultivars on *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) and *Alabama argillacea* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) on the biology of *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) fed with *S. frugiperda*. The experiments were conducted at the Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal/SP, and the tests were carried out at the Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, under controlled conditions (temperature:  $27 \pm 2$  ° C,  $70 \pm 10$  % RH and photophase of 12 hours). In experiments to evaluate the cotton resistance (*Gossypium hirsutum* L.) was used the cultivars DeltaOpal, NuOpal, FMX 993, FMT 701, FMX 910 and FMX 996 to *S. frugiperda*, while to *A. argillacea* were used the cultivars DeltaOpal, NuOpal, FMT 701, FMX 910 and FMX 996. The non-preference for oviposition and feeding was evaluated in test-choice, adopting the randomized block design, and testing without chance for oviposition and feeding completely randomized. To assess the antibiosis, leaves of those cultivars were provided larvae of *A. argillacea* and *S. frugiperda*, daily, checking for the duration of each insect stage, evaluating the mass of larvae to ten days old, mass of pupae at 24 hours, larval and pupal stages, adult longevity, total survival and fecundity. In the study influence of cotton cultivars on the behavior and biology of *P. nigrispinus* in relation to prey *S. frugiperda*, were used the cultivars DeltaOpal, NuOpal, FMX 910 and FMX 996. For the attractive test used an olfactometer, which consisted of four compartments, inside which stood a larvae *S. frugiperda* 15 days of age fed cultivars, then released in the middle of this, 12 adults of the predator. This procedure consisted of 5 repetitions, adopting the randomized block design, evaluating the number of insects attracted to the cavity in 1, 3, 5, 10, 15 and 30 minutes and 1, 2, 4 and 24 hours after release. To determine the ability predatory, nymphs of 2nd, 3rd, 4th and 5th instars and adults of *P. nigrispinus* were individualized

in Petri dishes of 6 cm in diameter, followed daily supply 3rd instar with about 1.5 cm in length, fed on cotton cultivars. For nymphs second and third instars were offered 3 larvae, while for nymphs of fourth and fifth instars and adults provided 6 larvae. The average number of larvae of *S. frugiperda* predated in 24 hours was determined for each instar of nymphal and adult *P. nigrispinus*. The experiment consisted of 10 repetitions in a completely randomized design. In the biology study of *P. nigrispinus* fed with larvae of *S. frugiperda* second instar nymphs of the predator were isolated in Petri dishes of 6 cm in diameter with the preys. Daily were offered *S. frugiperda* larvae, 15 days old, fed on leaves of the cultivars, this experiment consisted of 50 repetitions in a completely randomized design. Every day was evaluate the duration of each instar, adult longevity, total cycle, total viability and body mass of adults 24 hours after emergence. The study of behavior of different cultivars checked that all cultivars of cotton tested were oviposited by *S. frugiperda* and *A. argillacea*. However, the NuOpal variety showed resistance to non-preference to feeding in test-choice and antibiosis to *S. frugiperda*, and the cultivars were more susceptible DeltaOpal and FMX 910. Whereas, NuOpal and FMT 701 cultivars showed resistance to non-preference to feeding by *A. argillacea*, and NuOpal, FMT 701 and FMX 910 cultivars showed resistance of antibiosis, while the cultivars FMX 966 and DeltaOpal were susceptible for the larvae. The *S. frugiperda* larvae fed in different cotton cultivars did not affect the attraction of *P. nigrispinus*, however, *S. frugiperda* larvae fed on leaves NuOpal variety were more consumed by nymphs and adults of *P. nigrispinus* and showed a longer life cycle and lower total viability.

**Keywords:** fall armyworm, leafworm cotton, plant resistance to insects, biological control, tritrophic interaction

## CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1. INTRODUÇÃO

Dentre as pragas do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), o curuquerê *Alabama argillacea* (Huebner) (Lepidoptera:Noctuidae) e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) são pragas importantes em diversos países, provocando desfolhas e reduzindo a produção desta cultura (CAVALCANTI & CAVALCANTE, 1981).

*A. argillacea* e *S. frugiperda* são lepidópteros nativos da América Tropical. As lagartas de *A. argillacea* alimentam-se das folhas e podem desfolhar completamente as plantas do algodoeiro. Sua ocorrência é verificada em todas as regiões produtoras de algodão no Brasil (ALMEIDA et al., 2008).

O dano de *A. argillacea* é acentuado causando desfolha intensa na planta (GALLO et al., 2002). Já a espécie *S. frugiperda* alimenta de folhas, botões florais e, sobretudo maçãs (VELOSO et al., 1983; MIRANDA & SUASSUNA 2004).

Visando o controle destas pragas, os cotonicultores brasileiros utilizam freqüentemente aplicações de produtos químicos de largo espectro. No entanto pode causar desequilíbrios ao agroecossistema do algodoeiro (SILVA et al., 1996).

Entre as possibilidades de controle dessas pragas, encontra-se o uso de variedades resistentes. Em algodoeiro, há uma série de aldeídos terpenos, como gossipol, heliocidas e hemigossipolone, que conferem resistência às larvas de várias espécies de lepidópteros. Outros fatores, como pilosidade e nectários, também podem atuar sobre o comportamento de lepidópteros (LARA, 1991). Nesse sentido, em relação ao curuquerê, o caráter “nectariless” (ausência de nectários) proporciona uma redução significativa na sua população (LUKEFAHR & RHYNE, 1960; LUKEFAHR et al., 1965). Em variedades glabras também ocorre fato semelhante (LUKEFAHR et al., 1966), porém em plantas desprovidas de glândulas de gossipol (“glandless”) há maior preferência para oviposição desse inseto (JENKINS et al., 1966).

FERREIRA & LARA (1999), estudando os tipos de resistência em genótipos de algodoeiro, concluíram que os materiais herbáceos CNPA 9211-31 e CNPA 9211-21 apresentaram o tipo antibiose, com menores valores de massa de larvas com 3 dias e de massa média de pupas, e os maiores valores de duração do período larval e de mortalidade de larva a adulto. AZEVEDO et al. (2002), observou que os genótipos CNPA 92-1125 e CNPA 7H, são mais suscetíveis ao ataque da praga em relação aos genótipos CNPA Precoce 1 e CNPA 92-112.

Assim, o uso de plantas resistentes para o controle de pragas é considerado ideal, pois mantém a população da praga abaixo de níveis de dano econômico, sem causar distúrbios ou poluição ao meio ambiente (LARA, 1991).

Na cultura do algodoeiro diversas espécies de predadores atuam como agentes controladores de pragas, merecendo destaque o percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), considerado um eficiente inimigo natural, principalmente de lepidópteros.

A maior eficiência no controle de insetos-praga pode ainda ser obtida através da adoção de táticas dentro do manejo integrado, que apregoa a associação de métodos de controle. A resistência de plantas e o controle biológico podem atuar como táticas complementares (CAMPOS et al., 1998; SANTOS, 2001; BOIÇA JUNIOR et al., 2002). Embora essas práticas sejam consideradas de grande importância em programas de manejo integrado de pragas no Brasil, os estudos relacionando variedades resistentes e controle biológico é escasso.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de cultivares de algodoeiro a *S. frugiperda* e *A. argillacea* bem como observar o efeito de *S. frugiperda* alimentada com as variedades na biologia do predador *P. nigrispinus*.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos associados a *A. argillacea* e *S. frugiperda*

#### 2.1.1 Descrição e Biologia de *A. argillacea*

O adulto é uma mariposa marrom que mede cerca de 30 mm de envergadura, apresentando duas manchas circulares nas asas anteriores. Os ovos medem cerca de 0,6 mm de diâmetro, são circulares, achatados e de coloração verde-azulada. São colocados de forma isolados, preferencialmente na parte abaxial das folhas do terço superior da planta (GALLO et al., 2002).

As lagartas são caracterizadas por possuírem estrias longitudinais e quatro pontos pretos na maioria dos segmentos abdominais, estas se transformam em pupas de castanho-escuro na própria planta, dobrando as folhas e fixando suas bordas com fios de seda para proteção (BLEICHER, 1990).

Cada fêmea durante sua existência coloca em média 800 ovos (BLEICHER, 1982). De acordo com MARCHINI (1976) e CAVALCANTI & CAVALCANTE (1981) a capacidade média de oviposição de *A. argillacea* é de 400 a 500 ovos. Esses são de coloração esverdeado, apresentando período embrionário de 2 a 5 dias (MARCHINI, 1976).

CALCAGNOLO (1965) observou que o período larval do curuquerê-do-algodoeiro durou em média 18,9 dias. SANTOS & BOIÇA JUNIOR (2001) observaram uma variação de 13,1 a 14,7 dias para esta fase. MARCHINI (1976) verificou uma menor duração para esta fase, variando de 9 a 12 dias é com 6 instares. Segundo CAVALCANTI (1977) as lagartas atingem o máximo desenvolvimento aos 20 dias após quatro a cinco ecdises.

O período pupal médio observado por CARVALHO (1981) para as lagartas alimentadas com folhas do genótipo IAC 17 foi de 5 a 9 dias a 25 °C. Para SANTOS & BOIÇA JUNIOR (2001) esta variação foi de 7,8 a 8,5 dias quando a praga alimentou-se dos genótipos CNPA 9211-41 e CNPA 9211-18 e CNPA 9211-21 respectivamente. O

período larval até a emergência do adulto segundo SANTOS & BOIÇA JUNIOR (2001) tem de 21,3 a 22,9 dias.

O período de pré-oviposição de *A. argillacea* segundo BLEICHER (1982) dura de 6,22 a 5,5 dias, enquanto o período de oviposição é de 7 a 9 dias (MARCHINI, 1976). A longevidade do adulto de *A. argillacea* é de 3 dias a 35 °C e de 23,1 dias a 20 °C (BLEICHER, 1982).

### **2.1.2 Descrição e biologia de *S. frugiperda***

Também conhecida como lagarta-do-cartucho, lagarta-dos-milharais e lagarta-militar, sendo atualmente considerada a praga mais importante do milho, está amplamente distribuída pelas regiões produtoras desta cultura (MIRANDA & SUASSUNA, 2004).

Os ovos são de coloração verde-clara passando a uma coloração alaranjada após 12 ou 15 horas e próximo a eclosão das larvas torna-se escurecidos devido à cabeça negra da lagarta, vista através do córion. São circulares com diâmetro de 0,39 mm quando visto de cima, e em vista de perfil a forma é oblonga esferoidal. São cobertos com uma camada fina de escamas, colocadas pela fêmea por ocasião da postura, são achatadas nos pontos de contato com os locais de oviposição (CRUZ, 1995).

Existe certa contradição quanto à postura do inseto, sendo que LEIDERMAN & SAUER (1953) citados por FARIAS (1996) admitem certa preferência pela face superior e CRUZ (1995) observou não haver preferência deste inseto por local de oviposição na planta, alegando ser uma praga polífaga e existir grande probabilidade de a larva encontrar alimento adequado independente de onde os ovos sejam colocados.

O número de posturas é muito variável sendo já observado um total de 13 posturas por fêmea, depositando até oito posturas no mesmo dia (CRUZ, 1995). A oviposição ocorre durante o terceiro e quarto dias após a emergência da fêmea, podendo haver oviposição sem fertilização da fêmea. ÁVILA et al. (1997) citam que a postura é realizada nas folhas, em massas de aproximadamente 50 ovos, em um total

de 1.360 ovos por fêmea. Porém CRUZ et al. (1997) observaram que as massas possuem em média 150 ovos sendo que o número de ovos por postura varia muito, havendo contagem entre 9 a 593 com médias variando de 143 a 250 ovos por postura. São depositados em grupos geralmente em duas camadas, sendo a fecundidade do inseto afetada em função da época do ano.

Em ensaio realizado por CRUZ (1995) o número de ovos variou de 22 a 276 com média de 100,2 ovos por postura, sendo o mês de junho o de maior fecundidade. A viabilidade dos ovos, segundo OLIVEIRA et al. (1990), é sempre superior a 80%.

O período médio de incubação de *S. frugiperda* varia mais em função da temperatura do que da umidade, nascendo as lagartas de uma mesma postura todas de uma só vez independente de locais secos ou úmidos, após dois dias com uma temperatura média de 26,7°C (CRUZ, 1995). No entanto, outros autores citam um período de incubação de 3 a 4 dias (NAKANO et al., 1981; CRUZ et al., 1997).

Após a eclosão, as pequenas lagartas que apresentam alta densidade populacional, passam por um período de repouso de duas a dez horas, alimentando-se primeiramente do córion dos ovos. Em seguida, as lagartas começam a raspar o limbo foliar, de preferência das folhas mais novas, provocando o sintoma conhecido como “folha raspada” (VIANA & PONTEZA, 2000).

O período larval dura cerca de 23 dias e as lagartas podem atingir 40 mm de comprimento no sexto instar. Quando completamente desenvolvida, a lagarta normalmente dirige-se para o solo passando por um período sem alimentação, denominado pré-pupa. Após um ou dois dias, transforma-se em pupa (CRUZ, 1995; ÁVILA et al., 1997).

O número de gerações que podem ocorrer durante o ano depende da latitude, do habitat, e nas regiões onde o inseto tem condições de sobreviver o ano todo pode haver seis ou mais gerações. Os adultos possuem cerca de 3,5 cm de envergadura com as asas anteriores de coloração pardo-escura e as posteriores brancas acinzentadas (BOIÇA JUNIOR et al., 2006).

A nova geração de mariposas antes de fazer posturas, geralmente voa para longe da área de origem. A emergência da mariposa ocorre somente à noite durante o

outono e a qualquer hora na primavera. Os adultos não são ativos durante o dia e podem ser encontrados escondidos sob a folhagem próximos ao solo. Quando perturbadas voam de maneira aleatória até encontrarem outro esconderijo. Em plantas de milho ficam durante o dia entre as folhas fechadas do cartucho. A atividade das mariposas começa próximo ao pôr-do-sol e atinge o pico duas a quatro horas mais tarde e quando as condições de temperatura são mais favoráveis, ocorre o acasalamento (CRUZ, 1995).

### **2.1.3 Danos e Prejuízos causados por *A. argillacea***

A cultura do algodoeiro *G. hirsutum*, pode ser danificada em suas fases de desenvolvimento por diversos insetos, os quais podem causar danos significativos e comprometer a produção. Entre esses insetos destaca-se o curuquerê-do-algodoeiro, *A. argillacea* considerada praga-chave desta cultura e que pode provocar perdas entre 21 e 35% na produção (BLEICHER et al., 1983).

Devido a introdução de cultivares de algodão no Brasil trouxe vantagens como maior rendimento e produtividade e melhor adaptação à colheita mecanizada, porém são mais suscetíveis às pragas, especialmente o curuquerê do algodoeiro (BUSOLI et al., 2007).

A população da praga pode ser visualizada desde a emergência das plantas até o final da cultura. Seu ataque destrói a área foliar, provocando queda acentuada na produção (CAVALCANTI & CAVALCANTE, 1981). Segundo CAVALCANTI (1977) e BLEICHER et al. (1983) as plantas não são resistentes a grandes perdas de área foliar nos primeiros 45 dias de desenvolvimento.

De acordo com MARCHINI (1976), o curuquerê consome durante seu estágio de desenvolvimento 66 cm<sup>2</sup> de uma folha de algodão. Para ALVAREZ & SANCHEZ (1982), o consumo observado em todos os ínstares de *A. argillacea* é de 88 cm<sup>2</sup>, enquanto JOHNSEN (1984) verificou que à temperatura constante de 27,5°C, o consumo médio de uma lagarta foi de 117,95 cm<sup>2</sup>, e que o último ínstar consumiu aproximadamente 73% do total.

PARISIS et al. (2007) avaliando diferentes cultivares de algodoeiro em relação a *A. argillacea*, observaram lagartas pequenas (até 10 mm) em todas as variedades e a cultivar NuOpal reduziu a infestação em no mínimo 85% em relação às demais variedades. Lagartas grandes (> 25 mm) e pupas não foram encontradas em NuOpal, e a presença de inimigos naturais predadores foi semelhante nas variedades.

Os mesmos autores visualizaram redução do número total de lagartas na cultivar NuOpal em até 95% quando comparado com as cultivares FMT 701, Cedro, FMX 966, FMX 933, DeltaPenta, Acala 90 e DeltaOpal.

#### **2.1.4 Danos e Prejuízos causados por *S. frugiperda***

São vários os fatores que influenciam a produtividade desta cultura, destacando-se o ataque de *S. frugiperda*, uma praga cuja importância econômica tem crescido ano a ano na cultura do algodoeiro, principalmente nas áreas agrícolas do cerrado brasileiro nos estados de Goiás e Mato Grosso cujos danos severos podem reduzir significativamente a produção de fibra (MIRANDA & SUASSUNA, 2004).

Vários autores têm demonstrado que o ataque de *S. frugiperda* causa diminuição na produção de diversas culturas (CARVALHO, 1970; STARKS & BURTON, 1979; CRUZ & TURPIN, 1982). Embora seja uma praga de expressão econômica para muitas culturas, existem poucas pesquisas deste inseto em plantas de algodoeiro.

A escolha do local de alimentação pelas larvas de *S. frugiperda* varia conforme a idade. Após a eclosão, as lagartas de 1° e 2° ínstaes permanecem agrupadas e próximas do local da oviposição, alimentando-se do parênquima, deixando a folha necrosada e translúcida (FERNANDES et al., 2002; SANTOS et al., 2003). À medida que as larvas se desenvolvem ocorre uma dispersão na área em virtude da mortalidade natural dos indivíduos ou busca de maior disponibilidade de alimento e proteção contra inimigos naturais (FERNANDES et al., 2002). Larvas desenvolvidas alimentam-se em estruturas foliares e reprodutivas do algodoeiro, demonstrando ser este o local preferido para alimentação (ALI et al., 1990; CAMPOS, 2008 ).

VELOSO et al. (1983) observaram em condições de campo, os hábitos das

lagartas de *S. frugiperda* em plantas de algodoeiro em duas safras agrícolas consecutivas e verificaram que lagartas dessa espécie alimentam-se de folhas, botões florais e sobretudo maçãs.

### **2.1.5 Resistência de plantas no controle de *A. argillacea***

Em virtude da necessidade de controle deste inseto alguns produtores buscam técnicas alternativas. Assim, a resistência de plantas é uma tática de controle desejável, uma vez que é compatível com outros métodos de controle como químico, microbiano, cultural, e frequentemente exibe efeitos sinérgicos com inseticidas e com inimigos naturais, visando minimizar os danos causados pelas pragas (LARA, 1991).

A utilização de cultivares de algodoeiro resistente a pragas como estratégia dentro do manejo integrado tem despertado grande interesse dos pesquisadores (WILSON et al., 1986).

Várias características da planta de algodão afetam o estabelecimento das pragas, como a pilosidade das folhas (CALHOUN et al., 1994), a presença ou ausência de nectários extra-florais (FLINT et al., 1992), tipos de brácteas e folhas (MAREDA et al., 1993) e teor de aleloquímicos nas várias partes da planta (MOHAN et al., 1996). Os prováveis mecanismos envolvidos na resistência do algodoeiro ao curuquerê são a não-preferência e/ou antibiose (LARA, 1991; LARA et al., 1999).

Para a implementação de cultivares resistentes dentro de programas de produção de algodão, torna-se importante o conhecimento dos efeitos dessas cultivares sobre a biologia do inseto-praga (MULLINS & PIETERS, 1982).

SANTOS & BOIÇA JUNIOR (2001) estudando os tipos de resistência de genótipos de algodoeiro em relação a praga, observaram que os genótipos CNPA 9211-31, CNPA Precoce 1, CNPA Precoce 2 e CNPA 9211-41 apresentaram resistência do tipo antibiose e/ou não-preferência para alimentação, enquanto que GL2 GL3 e CNPA 9211-29 foram suscetíveis ao curuquerê.

### 2.1.6 Resistência de plantas no controle de *S. frugiperda*

O uso de variedades resistentes é um método de controle que pode potencialmente diminuir as perdas causadas por *S. frugiperda*, e tanto a antibiose quanto a não-preferência são mecanismos de resistência encontrados em germoplasmas de milho (SILVEIRA et al., 1990).

WISEMAN et al. (1981) e WILLIAMS et al. (1983) encontraram alto nível de antibiose e não-preferência alimentar para o genótipo resistente MpSWCB-4 e baixo nível de antibiose associado a não-preferência alimentar para o 'Antigua 2D-118'.

SILVEIRA et al. (1990) constataram que a não-preferência para alimentação é um dos mecanismos de resistência encontrados em ZC e Mp707, materiais estrangeiros que confirmam nas condições de Campinas-SP suas características de resistência.

VIANA & PONTEZA (2000) testaram mecanismos de resistência, não-preferência e antibiose, em genótipos de milho selecionados, com resistência a *S. frugiperda* e constataram que, o genótipo CMS 14C apresentou o tipo antibiose influenciando negativamente na biologia da praga. CMS 24 e CMS 23 apresentaram também esse mecanismo, porém em menor intensidade. Foi constatada não-preferência para alimentação as lagartas para Zapalote Chico e BR 201. Não-preferência para oviposição foi constatada em CMS 14C e Zapalote Chico.

VELOSO et al. (1983) comparando a biologia de *S. frugiperda* com milho e algodão, observaram valores médios de 22,67 dias para lagartas alimentadas com algodão e 16,02 dias para as alimentadas com milho. Em relação aos parâmetros biológicos viabilidade pupal e larval, peso de pupa e ciclo médio os insetos alimentados com milho sobressaíram melhores em relação aos alimentados com folhas de algodoeiro, mostrando uma maior preferência da praga em se alimentar e desenvolver nesta gramínea.

MORENO et al. (2008), avaliando diferentes genótipos de algodoeiro ao ataque de *S. frugiperda*, observaram que todas as variedades foram igualmente atraídas e consumidas pelas lagartas de 1º e 3º instares, em teste sem chance de escolha e que a

variedade menos consumida pelas lagartas de 3º ínstar de *S. frugiperda* foi BRS Marrom, em teste com chance de escolha.

Ainda com os mesmo autores, estudando o efeito de genótipos na biologia da praga, visualizou-se que a menor massa média de lagartas e de pupas foi observada na variedade BRS Camaçari, indicando resistência do tipo antibiose.

### **2.1.7 Outros métodos de controle de *A. argillacea* e *S. frugiperda***

A utilização de controle químico para *S. frugiperda* é usual, ocorrendo alta freqüência de aplicações, devido à resistência do inseto a alguns inseticidas, resultando em baixa eficiência no controle da praga, devidos à posição das posturas na parte abaxial das folhas e a localização das larvas nas estruturas reprodutivas das plantas (SANTOS, 1999).

A dificuldade no controle de *S. frugiperda* tem aumentado no milho safrinha, e plantios de inverno em algumas propriedades com irrigação. Devido à característica de danificar a cultura em qualquer época do ano, a freqüência e intensidade do uso de inseticidas, têm aumentado muito nos últimos anos, e insucessos no controle de *S. frugiperda*, com inseticidas como piretróides e organofosforados, são periodicamente relatados (DÍEZ-RODRÍGUEZ & OMOTO, 2001).

Na cultura do algodoeiro diversas espécies de artrópodes benéficos atuam como agentes controladores de pragas. O predador *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae) e os parasitóides *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), *Telenomus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae), *Chelonus insularis* (Hymenoptera: Braconidae) e *Campoletis flavicincta* (Hymenoptera: Ichneumonidae) são importantes agentes de controle biológico dessa praga. Várias doenças também atacam a lagarta como os fungos *Nomuraea rileyii*, *Botrytis rileyi*, *Beauveria globulifera*, vírus, Baculovírus; bactérias, *Bacillus thuringiensis* e outros agentes de menor importância como nematóides e protozoários (CRUZ, 2000).

Existe um grande número de inseticida registrado para o controle da lagarta que podem ser aplicados via pulverização, e em alguns casos, através de água de irrigação

(insetigação). Esses inseticidas diferem em seletividade, ou seja, causam impacto diferenciado sobre os inimigos naturais (CRUZ, 2000).

Em virtude da necessidade de controle desta praga alguns produtores buscam técnicas alternativas é o uso de plantas inseticidas está inserido dentro do manejo integrado de praga. Essas combinações isoladas ou ativas exibem enorme potencial como inseticida agudo ou crônico reguladores de crescimento de insetos ou redutores da alimentação contra uma variedade de espécie (GALLO et al., 2002)

VENDRAMIM & SCAMPINI (1997) avaliaram o efeito de 11 extratos aquosos de espécies da família Meliaceae no desenvolvimento de *S. frugiperda* incorporados em sua dieta artificial, obtiveram 32% de mortalidade larval com extrato aquoso de *Cedrella fissillis*, os extratos obtidos de talos de *Cambraela canjerana*, sementes de *C. fissillis*, *Melia azedarach* e folhas e talos de *Trichillia pallida* provocaram 99-100% de mortalidade, extratos de talos de *C. fissillis* e frutos de *Guarea guidonia* inibiram o crescimento larval e extratos de folhas de *Trichillia casaretti*, talos de *Trichillia catigua* e frutos de *G. guidonia* provocaram inibição da alimentação do estágio larval.

## **2.2 Uso de cultivares transgênicas no controle de pragas**

Os métodos convencionais de proteção das culturas estão baseados no uso de agroquímicos. Mesmo sendo o método de controle mais empregado, as perdas de produção continuam altas (PEFERÖEN, 1997).

A busca por métodos alternativos de controle de insetos-praga tem sido realizada com afinco, devido à necessidade de uma agricultura mais sustentável e desenvolvida com uma maior preocupação com a preservação do meio ambiente.

Mais recentemente, plantas transgênicas resistentes a insetos, desenvolvidas pela integração nos seus genomas, dos genes de resistência provenientes de microorganismos, constituem-se em mais uma alternativa com grande potencial de proteção contra as perdas causadas por insetos-praga (SCHULER et al., 1998; HILDER & BOULTER, 1999; BETZ et al., 2000).

A CTNBIO (2005) emitiu neste ano o parecer técnico conclusivo nº 513/2005 pela liberação comercial no Brasil da variedade Bollgard I Evento 531, que por sua vez a denominou de var. NuOpal. O algodão Bollgard evento 531 foi geneticamente modificado a partir da transformação da var. comercial Coker 312 com o vetor PV – GHBK04, por meio de sistema mediado por *Agrobacterium tumefaciens*. A transformação inseriu os genes Cry 1 Ac, nptII, e aad no genoma desta variedade. A proteína Cry 1Ac é proveniente de *B. thuringiensis* (Bt), capaz de formar cristais contendo endotoxinas com ação inseticida sobre lagartas de Lepidoptera.

FISCHHOFF (1987); PERLAK et al. (1990); ESTRUCH et al. (1997) e PEFERÖEN (1997) apresentaram dados indicando que plantas transformadas com genes Cry1Aa, Cry1Ab e Cry1Ac de *B. thuringiensis* nas suas formas nativas ou truncadas, apresentam um grau de proteção não totalmente satisfatório contra *Manduca sexta* (Lepidoptera: Sphingidae) no tabaco, *Heliothis virescens* e *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) no tomate e *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) na batata.

Estes trabalhos iniciais demonstram que os genes codificadores das proteínas inseticidas de Bt podem ser expressos em plantas, mas o nível de proteínas ativas nas plantas transformadas, quando utilizados os genes nativos, é relativamente baixo, com algumas exceções (WARREN et al., 1992), o que geralmente não é suficiente para uma proteção adequada.

Lagartas de *H. zea* alimentada com flores de algodoeiro resistente a insetos com expressão da proteína Cry 1Ac tiveram seu peso reduzido a metade quando comparados daquelas alimentadas em algodoeiro convencional (MEYERS et al., 1997).

LYNCH et al. (1999) utilizando folhas de milho doce resistente a insetos (que expressa a proteína Cry 1 Ab) avaliaram o desenvolvimento biológico de *S. frugiperda* e *H. zea* e observaram alta mortalidade da praga quando comparado com genótipos convencionais. FERNANDES (2003) avaliando o evento MON810 sobre *S. frugiperda* e no parasitóide *Trichogramma* sp., observou alta mortalidade da praga sem interferência negativa no parasitóide.

A prática do emprego de plantas Bt tem permitido uma redução efetiva nos danos causados por insetos praga e simultaneamente, uma redução do uso de inseticidas. Porém, a integração do uso de plantas capazes de expressar as toxinas de (Bt) com outros métodos de controle torna-se necessário para uma maior eficiência, visando ao aumento da produção de alimentos de alta qualidade, reduzir custos aos produtores e consumidores e reduzindo impacto ambiental (BOBROWSKI et al., 2003).

### 3. REFERÊNCIAS

ALI, A.; LUTTREL, R. G.; PITRE, H. N. Feeding sites and distribution of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae on cotton. **Environmental Entomology**, Lanham, v.19, p. 1060-1067, 1990.

ALMEIDA, R. P.; SILVA, C. A. D.; RAMALHO, F. S. Manejo integrado de pragas do algodoeiro no Brasil. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed.). **O Agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v.2, 2008, p.1033-1099.

ALVAREZ, R. J. A.; SANCHEZ, G. C. *Alabama argillacea* (Hübner) ciclo de vida y consumo foliar. **Revista Colombiana de Entomología**, Bogotá, v.8, p.34-38, 1982.

ÁVILA, C. J.; DEGRANDE, P. E.; GÓMEZ, S. A. **Insetos-pragas: Reconhecimento, comportamento, danos e controle**. In: EMBRAPA CPAO: informações técnicas. Dourados, MS. 1997, 177p.

AZEVEDO, F. R.; MATTOS, K. O.; VIEIRA, F. V. Comportamento alimentar de *Alabama argillacea* (Huebner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. **Ciência Agrônômica**, Pelotas, v.33, p.5-9, 2002.

BETZ, F. S.; HAMMOND, B. G.; FUCHS, R. L. Safety and advantages of *Bacillus thuringiensis*-protected plants to control insect pests. **Regulatory, Toxicology and Pharmacology**, San Diego, v.32, p.156-173, 2000.

BLEICHER, E. Manejo integrado de pragas do algodoeiro. In: CROCOMO, W. B. (ed.) **Manejo integrado de pragas**. Botucatu: FEPAF, 1990. p.271-291.

BLEICHER, E. Resistência de genótipos de algodoeiro ao curuquerê *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) Lepidoptera: Noctuidae. **Anais Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.11, p.197-202. 1982.

BLEICHER, E.; SILVA, A. L.; SANTOS, W. J.; GRAVENA, S.; NAKANO, O.; FERREIRA, L. **Conheça os insetos da sua lavoura de algodão**. Campina Grande: Embrapa-CNPQ, 1983. 21 p. (Documentos, 3).

BOBROWSKI, V. L.; FIUZA, L. M.; PSAQUALI, G.; BODANESE-ZANETTINI, M. A. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v.34, p. 843-850, 2003.

BOIÇA JUNIOR, A. L.; SANTOS, T. M.; SOARES J. J. Influência de genótipos de algodoeiro sobre o desenvolvimento e capacidade predatória de ninfas de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, p. 75-80, 2002.

BOIÇA JUNIOR, A. L.; SANTOS, T. M.; TOLEDO, M. A. Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith) em genótipos de milho. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.80, p.148-158. 2006.

BUSOLI, A. C.; SILVA, E. A.; PARISI, H. A. M.; SIMPRIMI, E. S.; FACIOLI, T. P. Infestação de *Alabama argillacea* em algodoeiro var. Bollgard I (NuOPAL) em relação às variedades DeltaOPAL e Acala 90. In: X SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, **CD-ROOM**, Brasília, 2007.

CALCAGNOLO, G. Principais pragas do algodoeiro. In: NEVES, O. (ed.) **Cultura e adubação do algodoeiro**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Potassa. Piracicaba, 1965. p.310-389.

CALHOUN, D. S.; JONES, J. E.; CALDWELL, W. D.; BURRIS, E.; LEONARD, B.R.; MOORE, S. H.; AGUILLARD, W. Registration of La. 850082 FN and La. 850075 FHG, two cotton germplasm lines resistant to multiple insect pests. **Crop Science**, Madison, v.34, p.316-317. 1994.

CAMPOS, Z. R. **Resistência de variedades de algodoeiro a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera:Noctuidae)**. 2008. 67f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2008.

CAMPOS, A. R.; LARA, F. M.; CAMPOS, O. R. Influência de genótipos de sorgo sobre a mosca *Stenodiplosis sorghicola* (Diptera: Cecidomyiidae) e seus parasitóides *Aprostocetus diplosis* (Crawford, 1907) (Hymenoptera: Eulophidae). **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.7, p.91-100, 1998.

CARVALHO, R. P. L. **Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e sua susceptibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo**. 1970. 170f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1970.

CARVALHO, S. M. **Biologia e nutrição quantitativa de *Alabama argillacea* (Hubner, 1818), em três cultivares de algodoeiro**. 1981. 97f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1981.

CAVALCANTI, R. D.; CAVALCANTE, M. L. S. **Duas serias pragas do algodoeiro no Ceará**. Fortaleza: EPACE, 1981. 8 p. (Comunicado técnico, 6).

CAVALCANTI, R. D. O combate ao curuquerê do algodoeiro. **Boletim Fitossanitário**, São Paulo, n.239, p.1-2, 1977.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA. Circular Técnico, 21. 1995, 45p.

CRUZ, I. Métodos de criação de agentes entomófagos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797). In: BUENO, V.H.P. (ed.) **Controle biológico de pragas: Produção massal e Controle de qualidade**. Lavras: Editora UFLA, p. 112-135. 2000.

CRUZ, I.; TURPIN, F. T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, p.355-360. 1982.

CRUZ, I.; VALICENTE, F. H.; SANTOS, J. P.; WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A. **Manual de identificação de pragas da cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA. 1997, 67p.

CTNBIO. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Parecer técnico prévio conclusivo nº 513/2005. In: **Reunião ordinária da CTNBIO**. 86. 2005. 53p.

DÍEZ-RODRÍGUES, G. I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, p.311-316, 2001.

ESTRUCH, J. J.; CAROZZI, N. B.; DESAI, N.; DUCK, N. B.; WARREN, G. W.; KOZIE, M. G. Transgenic plants: an emerging approach to pest control. **Nature Biotechnology**, New York, v.15, p.137-141, 1997.

FARIAS, P. R. S. **Distribuição espacial e amostragem seqüencial de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) na cultura do milho.** 1996. 112f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. Distribuição espacial de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, p. 203-211, 2002.

FERNANDES, O. A. **Efeito do milho geneticamente modificado (MON810) em *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e no parasitóide de ovos *Trichogramma* sp.** 2003. 162f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

FERREIRA, A.; LARA, F. M. Tipos de resistência a *Alabama argillacea* (Huebner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) envolvidos em genótipos de algodoeiro. **Bragantia**, Campinas, v.58, p.287-292, 1999.

FISCHHOFF, D.A. Insect tolerant transgenic tomato plants. **Biotechnology**, London, v.5, p.807-813, 1987.

FLINT, H. M.; WILSON, F. D.; PARKS, N. J.; REYNOSO, R. Y.; STAPP, B. R.; SZARO, J.L. Suppression of pink bollworm and effect on beneficial insects of a nectariless okra-leaf cotton germplasm line. **Bulletin of Entomology Research**, Cambridge, v.82, p.379-384, 1992.

GALLO, D; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

HILDER, V. A.; BOULTER, D. Genetic engineering of crop plants for insect resistance a critical review. **Crop Protection**, Oxford, v.18, p.177-191, 1999.

JENKINS, J. N.; MAXWELL, F. G.; LAFEVER, H. N. The comparative preference of insects for glanded and glandless cottons. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.59, p.352-356, 1966.

JOHNSEN, S. J. Larval development, consumption, and feeding behavior of the cotton leaf worm, *Alabama argillacea* (Hübner). **Southwestern Entomologist**, College Station, v.9, p.1-6, 1984.

LARA, F. M.; FERREIRA, A.; CAMPOS, A. R. C.; SOARES, J. J. Tipos de resistência a *Alabama argillacea* (Huebner) (Lepidoptera: Noctuidae) envolvidos em genótipos de algodoeiro: I- não-preferência. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.28, p.739-744, 1999.

LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2.ed. São Paulo, Ícone, 1991. 336p.

LUKEFAHR, M. J.; COWAN, C. B.; PFRIMMER, T. R.; NOBLE, L. W. Resistance of experimental cotton strain 1514 to the bollworm and cotton leafhopper. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.59, p.393-395, 1966.

LUKEFAHR, M. J.; MARTIN, D. F.; MEYER, J. R. Plant resistance to five lepidoptera attacking cotton. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.58, p.516-518, 1965.

LUKEFAHR, M. J.; RHYNE, C. L. Effects of nectariless cottons on populations of three lepidopterous insects. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.53, p.242- 244, 1960.

LYNCH, R. E.; WISEMAN, B. R.; PLAINSTED, D.; WARNICK, D. Evaluation of transgenic sweet corn hybrids expressing Cry 1 Ab toxin for resistance to corn earworm. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.92, p.246-252, 1999.

MARCHINI, L. C. **Avaliação de dano do curuquerê do algodão *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera-Noctuidae) em condições similares e redução de sua população através de isca tóxicas.** 1976. 72f. Dissertação (Mestrado e Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 1976.

MAREDIA, K. M.; WADDLE, B. A.; TUGWELL, N. P. Evaluation of rolled (Frego) bract cottons for tarnished plant bug and boll weevil resistance. **Southwest Entomology**, College Station, v.18, p.219-227, 1993.

MEYERS, H. B.; JONSHON, D. R.; SINGER, T. L.; PAGEL, L. M. Survival of *Helicoverpa zea* Boddie on Bollgard® cotton In. BELTWIDE COTTON CONFERENCE, 2., Memphis, **Proceedings**. Memphis National Cotton Council, 1977, p.1269-1271.

MIRANDA, J. E.; SUASSUNA, N. D. **Guia de identificação e controle das principais pragas e doenças do algodoeiro.** Campina Grande: Embrapa CNPA, 2004. 48 p.

MOHAN, P.; RAJ, S.; KATHANE, T. V. Feeding preference of *Heliothis* larvae in relation to glanded strains of upland cotton. **Insects Environmental**, London, v.2, p.16-17, 1996.

MORENO, D. B.; BOIÇA JUNIOR, A. L. JESUS, F. G.; JANINI, J. C. Resistência de cultivares de algodoeiro a *Spodoptera frugiperda* (J.E SMITH, 1797) (Lepidoptera:Noctuidae). **Revista de Agricultura**, v.84, p.214-224, 2008.

MULLINS, W.; PIETERS, E. P. Effect of resistant and susceptible cotton strains on larval size, development time, and survival of the tobacco budworm. **Environmental Entomology**, Lanham, v.11, p.363-366, 1982.

NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCCHI, R. A. **Entomologia econômica**. São Paulo : Livroceres, 1981. 314 p.

OLIVEIRA, L. J.; PARRA, J. R. P.; CRUZ, I. Biologia da lagarta-do-cartucho em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, p.157-166, 1990.

PARISI, H. A. M.; BALLABEN, R. S.; SILVA, E. A.; MICHELOTTO, M. D.; BUSOLI, A. C. Infestação de *Alabama argillacea* na variedade NuOPAL (Bollgard I) e um outras 07 variedades comerciais de algodão em Jaboticabal, SP. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO ALGODÃO, **Anais**, Uberlândia, 2007. p. 45-48.

PEFERÖEN, M. Progress and prospects for field use of *Bt* genes in crops. **Trends in Biotechnology**, Cambridge, v.15, p.173-177, 1997.

PERLAK, F. J.; DEATON, R. W.; ARMSTRONG, T. A.; FUCHS, R. L.; SIMS, S. R.; GREENPLATE, J. T.; FICHOFF, D. A. Insect resistant cotton plants. **Biotechnology**, London, v.8, p.939-943, 1990.

SANTOS, T. M. **Influência de genótipos de algodoeiro sobre *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera:Noctuidae) e seu predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera:Pentatomidae)**. 2001. 111p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

SANTOS, T. M.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Resistência de genótipos de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) a *Alabama argillacea* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, p.297-303, 2001.

SANTOS, W. J. Monitoramento e controle das pragas do algodoeiro. In: CIA, E.; FREIRE, E.C.; SANTOS, W. J. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Potafós, 1999. p. 133-179.

SANTOS, W. J.; SANTOS, K. B.; SANTOS, R.B. Ocorrência, descrição e hábitos de *Spodoptera* spp. em algodoeiro no Brasil. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO. Goiânia. **Anais...** Goiânia-GO. 2003. (CD ROM).

SCHULER, T. H.; POPPY, G. M.; KERRY, B. R.; DENHOLM, L. Insect-resistant transgenic plants. **Trends in Biotechnology**, Cambridge, v.16, p.168-174.1998.

SILVA, E. N.; SANTOS, T. M.; RAMALHO, F. S. Desenvolvimento ninfal de *Supputius cincticeps* (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com curuquerê-do-algodoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Curitiba, v.25, p.103-108, 1996.

SILVEIRA, L. C. P.; VENDRAMIM, J. D.; ROSSETO, J. C. Não preferência para alimentação da lagarta-do-cartucho em milho. **Bragantia**, Campinas, v.57, p.105-111, 1990.

STARKS, K. H.; BURTON, R. L. Damage to grain sorghum by fall armyworm and corn earworm. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.72, p.576-578, 1979.

VELOSO, V. R. S.; PARRA, J. R. P.; NAKANO, O. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro e milho. **Anais da Escola de Agronomia e Veterinárias**, Goiânia, v.12/13, p.127-140, 1983.

VENDRAMIM, J. D.; SCAMPINI, P. J. Efeito de extrato aquoso de *Melia azedarach* sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em dois genótipos de milho. **Revista de agricultura**, Piracicaba, v.72, p.159-170. 1997.

VIANA, P. A.; PONTEZA, M. R. Avaliação de antibiose e não-preferência em cultivares de milho selecionados com resistência à lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, Campinas, v.59, p.27-33, 2000.

WARREN, G. W.; CAROZZI, N. B.; DESAI, N.; KOZIEL, M. Field evaluation of transgenic tobacco containing a *Bacillus thuringiensis* insecticidal protein gene. **Journal of Economical Entomology**, Maryland, v.5, p.1651-1659, 1992.

WILLIAMS, W. P.; DAVIS, F. M.; WISEMAN, B. R. Fall armyworm resistance in corn and its suppression of larval growth and survival. **Agronomy Journal**, Madison, v.75, p.831-832, 1983.

WILSON, F.D.; GEORGE, B. W.; FRY, K. E.; SZARO, J. L.; HENNEBERRY, T. J.; CLAYTON, T. E. Pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae) egg hatch, larval success, and pupal and adult survival on okra- and normal- leaf cotton. **Journal of Economic Entomology**. Lanham, v.79, p.1651-1657, 1986.

WISEMAN, B. R.; WILLIAMS, W. P.; DAVIS, F. M. Fall armyworm: resistance mechanisms in selected corn. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.74, p.622-624, 1981.

## **CAPÍTULO 2 - RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE ALGODOEIRO A *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

**RESUMO** – Objetivou-se verificar a ocorrência dos tipos de resistência não-preferência para oviposição e alimentação e antibiose em cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) à *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), em experimentos de laboratório (27±2 °C, 70±10% de U.R. e fotofase de 12 horas). Para avaliar a não-preferência para oviposição e alimentação em teste com chance de escolha, adotou-se o delineamento estatístico de blocos casualizado e no teste sem chance para oviposição e alimentação o inteiramente casualizado. Para avaliar a antibiose folhas das cultivares NuOpal (transgênico), DeltaOpal, FMX 993, FMT 701, FMX 910 e FMX 996 (convencional) foram fornecidas às lagartas, diariamente, verificando-se a duração de cada fase do inseto, avaliando-se a massa de lagartas aos dez dias de idade, massa de pupas com 24 horas, período larval e pupal, longevidade e fecundidade de adultos. Todas as cultivares foram igualmente ovipositadas por *S. frugiperda*. A cultivar NuOpal apresentou resistência do tipo não-preferência para alimentação, em teste com chance de escolha e antibiose e as cultivares mais suscetíveis a *S. frugiperda* foram DeltaOpal e FMX 910.

**Palavras-chave:** Não-preferência, antibiose, lagarta-do-cartucho, *Gossypium hirsutum*, plantas transgênica

**RESISTANCE OF COTTON CULTIVARS TO *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH)  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

**ABSTRACT** - This study aimed to investigate the occurrence of different resistance types in cotton cultivars (*Gossypium hirsutum* L.), namely non-preference for oviposition and feeding and antibiosis to *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) in laboratory experiments ( $27\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $70\pm 10\%$  RH, and a 12 hour photophase). Non-preference for oviposition and feeding were evaluated by means of two tests: a free-choice test in which a random block statistical design was adopted, and a no-choice test in which a completely-randomized block experimental design was adopted. To evaluate antibiosis, leaves from cultivars NuOpal (transgenic), DeltaOpal, FMX 993, FMT 701, FMX 910, and FMX 996 (conventional) were provided daily to the larvae. The duration of each developmental stage, mass of ten-day-old larvae, mass of 24-hour-old pupae, larval period, pupal period, adult longevity, and fecundity were determined. All cultivars were also oviposited by *S. frugiperda*. The cultivar NuOpal showed resistance of the non-preference and antibiosis for feeding in free-choice test and the cultivars most susceptible to *S. frugiperda* were DeltaOpal and FMX 910.

**Keywords:** Non-preference, antibiosis, fall armyworm, *Gossypium hirsutum*, transgenic plants

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) pode ser danificada em suas fases de desenvolvimento por diversos insetos-praga, os quais podem causar danos significativos e comprometer a produção desta malvacea. Dentre as pragas, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) tem-se destacado em diversos países, provocando desfolha e danificando frutos, reduzindo a produção desta fibrosa (CAVALCANTI & CAVALCANTE 1981).

Vários autores têm demonstrado que o ataque de *S. frugiperda* causa diminuição na produção de diversas culturas (CARVALHO 1970; STARKS & BURTON 1979; CRUZ & TURPIN 1982). Embora seja uma praga de expressão econômica para muitas culturas, existem poucas pesquisas deste inseto em plantas de algodoeiro.

A escolha do local de alimentação pelas lagartas de *S. frugiperda* varia conforme a idade. Após a eclosão, as lagartas de 1º e 2º ínstar permanecem agrupadas e próximas do local da oviposição, alimentando-se do parênquima, deixando a folha translúcida (FERNANDES et al., 2002; SANTOS et al., 2003). À medida que as lagartas se desenvolvem ocorre uma dispersão na área em virtude da mortalidade natural dos indivíduos ou busca de maior disponibilidade de alimento e proteção contra inimigos naturais (FERNANDES et al., 2002). Lagartas desenvolvidas alimentam-se em estruturas reprodutivas demonstrando ser este o local preferido para alimentação (ALI et al., 1990).

Visando o controle desta praga os cotonicultores brasileiros utilizam frequentemente aplicações de produtos químicos de largo espectro de ação, esta prática pode causar desequilíbrios ao agroecossistema do algodoeiro (SILVA et al., 1996).

Entre as possibilidades de controle encontra-se o uso de cultivares resistentes. Em algodoeiro, há uma série de aldeídos terpenos, como gossipol, heliocidas e hemigossipolone, que conferem resistência às lagartas de várias espécies de lepidópteros (BASTOS et al., 2008).

Várias características da planta de algodoeiro afetam o estabelecimento das pragas, como a pilosidade das folhas (CALHOUN et al., 1994), a presença ou ausência de nectários extra-florais (FLINT et al., 1992), tipos de brácteas e folhas (MAREDA et al., 1993) e teor de aleloquímicos nas várias partes da planta (MOHAN et al., 1996). Os prováveis mecanismos envolvidos na resistência do algodoeiro a lepidópteros desfolhadores são a não-preferência e/ou antibiose (LARA 1991; LARA et al., 1999).

Para a implementação de cultivares resistente dentro de programas de produção de algodão, torna-se importante o conhecimento dos efeitos dessas, sobre a biologia do inseto-praga (MULLINS & PIETERS, 1982).

A busca por métodos alternativos de controle de insetos-praga tem sido realizada com afincos por vários pesquisadores ao redor do mundo, devido à necessidade de uma agricultura mais sustentável e desenvolvida com uma maior preocupação com a preservação do meio ambiente.

Os inseticidas biológicos, utilizados há mais de 50 anos no Brasil, são uma alternativa para o controle mais seletivo de insetos nocivos. Esta prática inclui, principalmente o emprego de microorganismos. Mais recentemente, plantas transgênicas resistentes a insetos, desenvolvidas pela integração, nos seus genomas, dos genes de resistência provenientes desses microrganismos, constituem-se em mais uma alternativa com grande potencial de proteção contra as perdas causadas por insetos-praga (SCHULER et al., 1998; HILDER & BOULTER, 1999; BETZ et al., 2000).

FISCHHOFF (1987); PERLAK et al. (1990); ESTRUCH et al. (1997); PEFERÖEN (1997), apresentaram dados indicando que plantas transformadas com genes Cry1Aa, Cry1Ab e Cry1Ac de *Bacillus thuringiensis* nas suas formas nativas ou truncadas, apresentam um grau de proteção não satisfatório contra *Manduca sexta* (Lepidoptera: Sphingidae) em fumo, *Heliothis virescens* e *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) no tomate e *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) na batata.

Utilizando folhas de milho doce resistente a insetos (que expressa a proteína Cry 1 Ab), LYNCH et al. (1999), avaliaram o desenvolvimento biológico de *S. frugiperda* e *H. zea* e observaram alta mortalidade da praga, quando comparado com genótipos convencionais. FERNANDES (2003), avaliando o evento MON810 sobre *S. frugiperda* e

no parasitóide *Trichogramma* sp., observou alta mortalidade da praga sem interferência negativa no parasitóide.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os tipos de resistência envolvidos em cultivares de algodoeiro a lagarta *S. frugiperda*.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal, SP.

Nos presentes estudos foram utilizadas as cultivares comerciais: DeltaOpal, FMT 701, FMX 993, FMX 910 e FMX 996 (convencional) e NuOpal (transgênico).

A semeadura foi realizada no campo experimental do Departamento de Fitossanidade, com a finalidade de obtenção de folhas para a condução dos experimentos e os tratamentos culturais realizados foram de acordo com as necessidades da cultura, exceto a aplicação de inseticidas.

### **2.1 Criação de *S. frugiperda***

Para obter as lagartas de *S. frugiperda* foi utilizada a metodologia proposta por CRUZ (2000), com algumas adequações. Casais de mariposas foram mantidos em gaiolas, tubos de policloreto de vinila (PVC), com 10 cm de diâmetro e 21,5 cm de altura. Essas gaiolas foram revestidas internamente com folhas de papel sulfite para propiciar a oviposição e, na parte superior, cobertas com “voiale” para evitar a fuga. Chumaços de algodão, embebidos com solução de mel a 10%, foram mantidos sobre as gaiolas para alimentação das mariposas. Estes chumaços foram trocados a cada dois dias. As folhas de sulfite, contendo as posturas, foram retiradas diariamente, individualizadas através de recorte com tesoura e acondicionadas em recipientes plásticos de 100 mL contendo 5 g de dieta artificial. Esses recipientes estavam

tampados e mantidos em sala climatizada ( $27\pm 2$  °C,  $70\pm 10\%$  de U.R. e fotofase de 12 horas). A dieta artificial foi preparada de acordo com KASTEN JUNIOR et al. (1978).

As lagartas foram individualizadas a partir do segundo ínstar (cerca de 4 mm), devido ao seu hábito canibal. Elas foram colocadas individualmente em copos plásticos de 50 mL com 5 g de dieta artificial. Estes copos foram fechados com tampas de acrílico, colocados em suportes de isopor perfurados de acordo com o diâmetro do copo e mantidos em sala climatizada ( $27\pm 2$  °C,  $70\pm 10\%$  de U.R. e fotofase de 12 horas) até a formação das pupas. Estas, foram separadas pelo dimorfismo sexual (LUGINBILL, 1928) e montadas novamente gaiolas de casais de mariposas, mantendo-se uma densidade de sete casais por gaiola.

## **2.2 Teste de não-preferência para alimentação**

O teste de atratividade com chance de escolha foi realizado em laboratório oferecendo os seis tratamentos para lagartas de 3° instar na proporção de duas lagartas para cada cultivar testada, em delineamento de blocos casualizados, admitindo-se 10 repetições para cada tratamento.

As folhas da parte superior da planta foram coletadas no campo, aos 30 dias após a emergência, lavadas e cortadas em discos de 2,5 cm de diâmetro, distribuídos de forma circular em uma placa de Petri de 14 cm de diâmetro sobre papel filtro umedecido. Para observar o efeito das cultivares em relação à praga, foi adotado como tratamento padrão a cultivar isolinha DeltaOpal, em todos os experimentos realizados, em função de ser intensamente cultivada nas regiões produtoras desta fibrosa.

Das folhas coletadas de cada cultivar retirou-se dois discos foliares equidistantes, sendo um oferecido para o inseto e outro, denominada alíquota levado para secagem em estufa a 60°C, durante 48 horas. Posteriormente, por diferença entre esta alíquota e a sobra do disco consumido pelo inseto, foi determinada a massa seca consumida.

Foi avaliada a atratividade pelas lagartas nos discos foliares das cultivares através da contagem a 1, 3, 5, 10, 15, 30 minutos e a 1, 2, 6 e 24 horas após a

liberação das mesmas.

O teste de atratividade, sem chance de escolha, foi realizado oferecendo as seis cultivares individualmente em placas de Petri. As folhas da parte superior da planta foram coletadas no campo, lavadas em hipoclorito de sódio a 10% e cortadas em discos de 2,5 cm de diâmetro, colocando-se um disco por placa de Petri de 06 cm de diâmetro sobre papel filtro umedecido, liberando-se em seguida duas lagartas por tratamento.

Foram adotadas 30 repetições por tratamento em delineamento inteiramente casualizado. Tomou-se o mesmo cuidado de guardar uma alíquota de cada cultivar em estufa para secagem e posteriormente, determinar a massa seca consumida.

A determinação da massa seca consumida foi realizada através da pesagem das alíquotas secas em estufa e o peso seco dos discos depois de finalizados os testes. Em posse desses dados, foi obtida a massa seca consumida pela diferença entre a massa seca da alíquota e a massa seca do disco final.

### **2.3 Teste de não-preferência para oviposição**

O teste de não-preferência para oviposição com chance de escolha foi realizado em telado, com dimensão de 1,5m x 0,6m x 0,6m revertida com tela anti-afídeo, onde acondicionou-se um broto terminal de cada cultivar em um tubo de vidro com água, liberando-se em seguida 12 casais do inseto adulto por gaiola. Após 72 horas da liberação, foi avaliado o número de ovos por planta. Este experimento constituiu-se por dez repetições (gaiolas) e seis tratamentos (cultivares) em delineamento de blocos casualizado.

Para a avaliação da não-preferência para oviposição no teste sem chance de escolha, um casal do inseto adulto proveniente da criação massal foi acondicionado em gaiola de PVC de 12 cm de diâmetro e 20 cm de altura, contendo um broto terminal de cada cultivar acondicionado em um tubo de vidro com água, onde 72 horas após a liberação foi avaliado o número de ovos por planta. Para este experimento foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e dez repetições.

## **2.4 Teste de antibiose**

Para obtenção de folhas das cultivares, estas foram plantadas em condições de campo. O delineamento adotado foi o de blocos inteiramente casualizados com seis tratamentos (cultivares) e 50 repetições, sendo cada parcela constituída de uma placa de Petri de 6 cm de diâmetro com papel filtro umedecido, e nesta foram colocados folhas da cultivar e uma lagarta recém-eclodida, para acompanhamento do ciclo biológico da praga. Diariamente o papel filtro foi trocado e as cultivares repostas.

Os parâmetros avaliados foram: períodos e viabilidades da fase larval e pupal, massa das lagartas com 10 dias de idade, massa das pupas com 24 horas de idade, longevidade de adultos e fecundidade.

## **2.5 Análise estatística**

Os dados obtidos em todos os experimentos foram submetidos à análise de variância pelo teste de Fisher e no caso de efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

# **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

## **3.1 Teste de não-preferência para alimentação**

Os valores referentes à atratividade e massa média consumida por lagartas de 3<sup>o</sup> instar de *S. frugiperda* em teste com chance de escolha, foram significativos nos tempos de 3, 5 e 30 minutos e uma, duas, seis e doze horas após a liberação dos insetos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Atratividade e massa seca consumida (mg) por lagartas de 3º instar de *Spodoptera frugiperda*, em folhas de cultivares de algodoeiro, em teste com chance de escolha. 27±2 °C, 70±10% de U.R. e fotofase de 12 horas. Jaboticabal / SP, 2008.

Cultivares	Tempo em minutos <sup>1</sup>					
	1	3	5	10	15	30
<b>DeltaOpal</b>	0,6±0,16	0,5±0,22 abc	0,7±0,30 ab	0,5±0,22	0,5±0,22	0,7±0,15 a
<b>NuOpal</b>	0,6±0,22	0,8±0,20 a	0,8±0,25 a	0,4±0,22	0,4±0,16	0,3±0,21 abc
<b>FMX 993</b>	0,2±0,13	0,0±0,0 c	0,2±0,30 ab	0,3±0,15	0,4±0,16	0,2±0,13 bc
<b>FMT 701</b>	0,5±0,17	0,5±0,17 abc	0,5±0,17 ab	0,1±0,10	0,2±0,13	0,3±0,15 abc
<b>FMX 910</b>	0,4±0,22	0,2±0,13 abc	0,1±0,10 b	0,1±0,10	0,0±0,00	0,1±0,10 c
<b>FMX 966</b>	0,3±0,21	0,7±0,26 ab	0,7±0,15 ab	0,5±0,17	0,4±0,16	0,6±0,16 ab
<b>F. (Trat.)</b>	0,705 <sup>NS</sup>	2,42	2,25	1,17 <sup>NS</sup>	1,20 <sup>NS</sup>	2,34
<b>C.V (%)</b>	31,95	29,04	30,64	30,49	30,44	28,22

Cultivares	Tempo em horas <sup>1</sup>					Massa seca consumida (mg)
	1	2	6	12	24	
<b>DeltaOpal</b>	0,9±0,23 b	0,8±0,29 a	0,9±0,10 a	0,9±0,23 a	1,1±0,23	4,51±0,71 a
<b>NuOpal</b>	0,4±0,22 b	0,4±0,22 ab	0,4±0,16 b	0,5±0,22 ab	0,8±0,20	1,58±0,43 b
<b>FMX 993</b>	0,1±0,10 b	0,1±0,10 b	0,1±0,10 b	0,9±0,31 a	0,6±0,22	2,57±0,47 ab
<b>FMT 701</b>	0,3±0,15 b	0,4±0,22 ab	0,2±0,13 b	0,1±0,10 b	0,6±0,27	2,61±0,60 ab
<b>FMX 910</b>	0,3±0,21 b	0,0±0,00 b	0,1±0,10 b	0,3±,15 ab	1,0±0,26	3,76±0,90 ab
<b>FMX 966</b>	2,1±,86 a	0,4±0,22 ab	0,3±,15 b	0,8±0,33 ab	0,9±0,23	4,09±0,86 ab
<b>F. (Trat.)</b>	3,41	1,78	5,46	1,87	0,84 <sup>NS</sup>	2,76
<b>C.V (%)</b>	42,60	34,84	23,97	35,76	51,80	0,20

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (Para análise os dados foram transformados em  $(x + 0,5)^{1/2}$ ). \*\* Significativo a 1% de probabilidade. \* Significativo a 5% de probabilidade. NS Não significativo.

No geral, as cultivares FMX 993 (0,0 a 0,9 insetos atraídos) e FMX 910 (0,0 a 1,0), mostraram-se menos atrativas à praga, enquanto DeltaOpal (0,5 a 1,1) e FMX 966 (0,3 a 2,1), comportaram-se de forma contrária sendo mais atrativas a alimentação.

Ainda na Tabela 1, observando os valores referentes à massa seca consumida e visualiza-se que a cultivar NuOpal (1,58 mg) foi a menos preferida pelas larvas de *S. frugiperda*, enquanto DeltaOpal foi a mais preferida para alimentação pela praga com massa consumida de 4,51 mg.

Na Tabela 2, encontram-se os dados referentes à atratividade e massa seca média consumida por lagartas de *S. frugiperda* em teste sem chance de escolha, onde nota-se que ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos, nas avaliações para a atratividade a um minuto e uma, seis e doze horas após a liberação das lagartas.

**Tabela 2.** Atratividade e massa seca consumida (g) por lagartas de 3º instar de *Spodoptera frugiperda*, em folhas de cultivares de algodoeiro, em teste sem chance de escolha. 27±2 °C, 70±10% de U.R. e fotofase de 12 horas. Jaboticabal / SP, 2008.

Cultivares	Tempo em minutos <sup>1</sup>					
	1	3	5	10	15	30
<b>DeltaOpal</b>	0,9±0,09 ab	0,9±0,09	0,9±0,09	0,9±0,09	0,8±0,11	0,8±0,11
<b>NuOpal</b>	1,0±0,00 a	0,8±0,11	0,7±0,12	0,9±0,09	0,9±0,07	1,0±0,00
<b>FMX 993</b>	0,9±0,07 ab	0,8±0,11	0,9±0,09	0,8±0,11	0,7±0,13	0,9±0,09
<b>FMT 701</b>	0,6±0,13 b	0,9±0,09	0,7±0,12	0,8±0,11	0,7±0,12	0,7±0,12
<b>FMX 910</b>	0,9±0,09 ab	0,8±0,11	0,9±0,09	0,9±0,09	0,9±0,09	0,9±0,09
<b>FMX 966</b>	0,7±0,13 ab	0,7±0,12	0,7±0,13	0,6±0,13	0,6±0,13	0,7±0,12
<b>F. (Trat.)</b>	2,70	0,23 <sup>NS</sup>	0,68 <sup>NS</sup>	0,98 <sup>NS</sup>	0,98 <sup>NS</sup>	1,09 <sup>NS</sup>
<b>C.V (%)</b>	16,78	18,48	19,21	18,57	18,57	16,99

Cultivares	Tempo em horas <sup>1</sup>				Massa seca consumida (mg)
	1	2	6	12	
<b>DeltaOpal</b>	1,0±0,00 a	0,9±0,09	1,0±0,00 a	0,5±0,13 b	2,47±0,43
<b>NuOpal</b>	1,0±0,00 a	0,9±0,07	0,9±0,07 ab	0,2±0,11 b	2,31±0,21
<b>FMX 993</b>	0,8 ±0,11 ab	0,9±0,09	0,9±0,09 ab	0,3±0,13 b	2,55±0,53
<b>FMT 701</b>	0,9±0,07 a	0,9±0,09	0,9±0,09 ab	0,3±0,12 b	2,55±0,36
<b>FMX 910</b>	0,9±0,07 a	1,0±0,00	1,0±0,00 a	0,9±0,09 a	2,49±0,45
<b>FMX 966</b>	0,7±0,13 b	0,9±0,07	0,7±0,12 b	0,3±0,12 b	2,91±0,39
<b>F. (Trat.)</b>	2,84*	0,53 <sup>NS</sup>	1,75 <sup>NS</sup>	4,46**	0,46 <sup>NS</sup>
<b>C.V (%)</b>	13,33	12,73	13,03	25,52	64,54

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (Para análise os dados foram transformados em  $(x + 0,5)^{1/2}$ ). \*\* Significativo a 1% de probabilidade. \* Significativo a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup> Não significativo.

Pelos dados desta tabela, nota-se que a cultivar FMX 966 (0,3 a 0,9 insetos atraídos) mostrou-se menos atrativo a praga, enquanto DeltaOpal (0,5 a 1,0) comportou-se de forma contrária sendo mais atrativa.

Também na Tabela 2, observam-se os dados referentes massa seca média consumida por lagartas de *S. frugiperda* em teste sem chance de escolha e visualiza-se que não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos, ou seja, os insetos consumiram igualmente as cultivares testadas.

MORENO et al. (2008), estudando os tipos de resistência a *S. frugiperda* em teste sem chance de escolha, observaram que plantas de algodoeiro perdem tal característica, permitindo que os insetos alimentem ou ovipositem em novos hospedeiros, como os dados encontrados no presente estudo.

CAMPOS (2008) estudando a atratividade em teste com chance de escolha observou que o genótipo Coodetec 410 mostrou-se significativamente mais atrativa à *S. frugiperda*, enquanto DeltaPenta, Acala 90 e FiberMax 966 foram as menos atrativas à praga. Ainda a mesma autora, avaliando a preferência de alimentação deste inseto em diferentes partes da planta de algodoeiro na cultivar BRS Itamarati 90 em teste com e sem chance de escolha, observou para o teste com chance que as folhas foi a parte da planta com maior preferência em relação à alimentação quando comparado com as demais partes, enquanto sem chance, folhas e maçãs foram consumidas igualmente.

### **3.2 Teste de não-preferência para oviposição**

Os valores referentes ao número médio de ovos e de posturas de *S. frugiperda* em teste com e sem chance de escolha, estão dispostos na Tabela 3, onde foram observados diferenças significativas somente para o número de postura em teste sem chance escolha.

Para a não-preferência para oviposição da praga em teste com chance de escolha, a cultivar FMX 966 apresentou tendência de maior oviposição pela praga com valores médios de 502,11 ovos e número médio de 4,0 posturas médias. Já a cultivar NuOpal (321,8 ovos e 2,9 posturas), comportou-se de forma diferente, apresentando tendência de menor oviposição.

No teste sem chance de escolha, a cultivar DeltaOpal apresentou tendência de maior preferência para oviposição com maior número de ovos e posturas de *S. frugiperda*, com valores médios de 380,3 ovos e 3,3 posturas, respectivamente. No mesmo teste para os mesmos parâmetros avaliados FMX 993 (193,1 ovos e 1,3 posturas), apresentou tendência de menor oviposição em comparação com as demais cultivares.

**Tabela 3.** Número médio de ovos e posturas de *Spodoptera frugiperda* em diferentes cultivares de algodoeiro em teste com e sem chance de escolha. 27±2 °C, 70±10% de U.R. e fotofase de 12 horas. Jaboticabal / SP, 2008.

Cultivares	Teste com chance de escolha <sup>†</sup>		Teste sem chance de escolha <sup>†</sup>	
	Nº de ovos	Nº de posturas	Nº de Ovos	Nº de posturas
<b>DeltaOpal</b>	348,9±125,5	2,7±0,8	380,3±105,1	3,3±0,6 a
<b>NuOpal</b>	321,8±170,8	2,9±0,9	372,5±103,1	2,7±0,7 ab
<b>FMX 993</b>	339,6±107,5	2,8±0,8	193,1±81,9	1,3±0,4 b
<b>FMT 701</b>	353,7±102,5	2,6±0,7	297,2±91,0	1,9±0,5 ab
<b>FMX 910</b>	335,0±91,2	3,2±0,7	346,6±148,9	1,6±0,4 ab
<b>FMX 966</b>	502,9±113,1	4,0±0,8	357,6±167,9	1,8±0,5 ab
<b>F. (Trat.)</b>	0,55 <sup>NS</sup>	0,62 <sup>NS</sup>	0,37 <sup>NS</sup>	1,74
<b>C.V (%)</b>	59,11	33,13	71,76	33,93

<sup>†</sup>Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (Para análise os dados foram transformados em  $(x + 0,5)^{1/2}$ ). <sup>\*</sup>Significativo a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo.

THOMPSON & PELLMYR (1991) observaram, em teste de livre escolha, que fêmeas de *S. frugiperda* ovipositam maior número de posturas em plantas hospedeiras preferidas, menor número naquelas com nível de preferência um pouco inferior e assim por diante. Dentro deste conceito proposto por tais autores, visualiza-se que a cultivar DeltaOpal comporta-se com tendência de ser um hospedeiro preferido entre as demais, por ser ovipositado em ambos os testes realizados, diferentemente de FMX 993, que foi menos ovipositada no teste sem chance de escolha.

CAMPOS (2008) estudando a preferência para oviposição de *S. frugiperda* pela idade e partes da planta na cultivar BRS Itamarati 90, encontrou valores próximos a estes, sendo 7,89 posturas médias de ovos em plantas com 60 dias após a emergência e, 3,90 posturas médias de ovos na página abaxial de folhas do terço superior, chegando à conclusão que a praga tem preferência por ovipositar em plantas neste estágio e nesta parte específica da folha. Ainda de acordo com a mesma autora, nos estudos de tipos de resistência de cultivares de algodoeiro a *S. frugiperda* concluiu que Coodetec 408, BRS Aroeira, BRS Araçá, BRS Itamarati 90 e DeltaPenta, apresentaram resistência do tipo não-preferência para oviposição.

### 3.3 Teste de antibiose

Os dados dos parâmetros biológicos de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de cultivares de algodoeiro estão apresentados na Tabela 4, na qual observa-se diferenças significativas para todos os parâmetros avaliados, exceto para os valores de fecundidade referentes ao número médio de ovos.

**Tabela 4.** Médias da massa de lagartas e pupas, período larval e pupal, longevidade de adultos com e sem alimentos e fecundidade de *Spodoptera frugiperda* em diferentes cultivares de algodoeiro. 27±2 °C, 70±10% de U.R. e fotofase de 12 horas. Jaboticabal / SP, 2008.

Cultivares	Parâmetros Avaliados <sup>1</sup>			
	Massa de lagartas (mg)	Massa de pupas (mg)	Período Larval (dias)	Período Pupal (dias)
DeltaOpal	108,95±10,12 c	200,25±6,96 bc	27,2±0,77 b	10,4±0,27 bc
NuOpal	55,49±6,47 d	164,02±6,86 d	30,05±0,96 a	11,7±0,33 a
FMX 993	139,33±21,04 abc	212,65±8,12 ab	24,9±0,38 c	11,1±0,23 ab
FMT 701	128,85±13,22 bc	185,77±8,67 cd	25,9±0,81 bc	10,1±0,28 c
FMX 910	169,94±12,98 a	225,29±8,54 a	24,0±0,51 c	10,4±0,27 bc
FMX 966	150,39±11,34 ab	207,09±9,06 abc	25,1±0,72 bc	11,0±0,37 abc
F. (Trat.)	9,03	7,17	9,08	9,04
C.V (%)	6,53	18,14	12,24	8,62

Cultivares	Parâmetros Avaliados <sup>1</sup>			
	Longevidade de Adultos sem alimento (dias)	Longevidade de Adultos com alimento (dias)	Número de ovos	Número de postura
DeltaOpal	4,2±0,36 ab	7,8±0,71 ab	288,9±173,20	1,36±1,12 ab
NuOpal	2,9±0,18 c	5,9±0,90 b	124,2±98,87	1,03±0,79 b
FMX 993	3,9±0,18 ab	8,1±0,43 ab	166,3±69,52	1,41±0,79 ab
FMT 701	3,5±0,22 bc	9,7±1,16 a	108,5±87,02	1,46±2,26 ab
FMX 910	4,8±0,61 a	8,9±0,57 ab	243,9±7242	2,13±1,43 a
FMX 966	3,9±0,23 ab	7,6±0,88 ab	246,4±87,33	1,86±1,91 ab
F. (Trat.)	3,67	2,53	0,76 <sup>NS</sup>	1,54
C.V (%)	27,35	32,04	71,56	64,49

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (Para análise os dados foram transformados em  $(x + 0,5)^{1/2}$ ). \* Significativo a 1% de probabilidade. \*\* Significativo a 5% de probabilidade. NS Não significativo.

Em relação à massa média de lagartas e pupas, detectaram-se diferenças significativas onde a massa para ambos os parâmetros foram maiores na cultivar FMX 910 (169,9 mg e 225,29 mg). NuOpal (55,49 e 164,02), comportou-se de forma contrária sendo o material menos adequado para o desenvolvimento da praga.

Estes dados referentes à massa média de lagartas e pupas, estão dentro das variações encontradas por MORENO et al. (2008), que encontraram valores de 65,40 mg para a massa de lagartas e 203,40 mg para a massa de pupas na cultivar DeltaPenta e 25,60 mg para o primeiro e 141,40 mg para o segundo parâmetro na cultivar BRS Camaçari.

Quanto a duração do período larval e pupal (Tabela 4), verifica-se que foi significativamente maior em NuOpal (30,05 dias e 11,7 dias), respectivamente. Já as cultivares FMX 910 (24,0) e FMX 993 (24,9) apresentaram os menores valores de duração em dias para o desenvolvimento da fase larval e FMT 701 (10,1) para o período pupal, demonstrando serem estas as cultivares mais suscetíveis e mais adequadas para o desenvolvimento da praga.

A diferença nas fases de desenvolvimento da lagarta nas cultivares resistentes e suscetíveis, demonstram que as cultivares apresentam diferentes graus de resistência, destacando NuOpal como mais resistente, por apresentar tal resistência do tipo antibiose, isto é com a presença da proteína tóxica Cry 1Ac.

A variação de 24,0 a 30,05 dias para a fase larval e, 10,1 a 11,7 dias para o período pupal nas cultivares estudadas estão próximas às encontradas por VELOSO et al. (1983), MOREIRA et al. (2003), FERREIRA (2003), MORENO et al. (2008) e CAMPOS (2008).

Com relação à longevidade de adultos de *S. frugiperda* com e sem alimento, visualiza-se que as médias foram significativamente diferentes entre si. NuOpal apresentou os menores valores para ambos os parâmetros sendo 2,90 dias para longevidade sem alimentação e 5,90 dias com alimento, enquanto FMX 910 no experimento com alimento e FMT 701 sem alimento proporcionaram insetos mais longevos com valores de 4,8 e 9,7 dias, respectivamente.

Notou-se uma correspondência entre longevidade e massa larval e pupal, pois os adultos mais longevos foram originados de lagartas e pupas mais pesadas e obtidas nas cultivares mais suscetíveis (Tabela 4).

Os dados referentes a longevidade média de adultos com alimento, obtidos nesta pesquisa, são semelhantes aos de VELOSO et al. (1983) que encontraram períodos

variando de 8,50 dias para fêmeas e 9,0 para machos, provenientes de lagartas alimentadas em IAC 17 e também por MIRANDA & FERREIRA (2005) que observaram valores entre 8,3 a 10,10 dias em lagartas alimentadas nos genótipos CNPA 7H e BRS 187 8H.

Por outro lado, os dados encontrados na longevidade média nas cultivares estudadas, estão inferiores aos de CAMPOS (2008) que observou valores médios de 13,13 dias em BRS Itamarati 90 e 18,00 dias em lagartas alimentadas na cultivar BRS Ipê. MOREIRA et al. (2003) também reportaram longevidade média de 17,13 dias à 25 °C em lagartas alimentadas no genótipo CNPA 7H, valores superiores encontrados na presente pesquisa.

Esta diferença de longevidade de adultos pode estar relacionada a característica própria do indivíduo e/ou a capacidade de conversão do alimento assimilado na fase jovem, interferindo conseqüentemente na longevidade de adultos (LUGINBILL, 1928).

Em relação à fecundidade para o número médio de posturas, a cultivar NuOpal (1,03 posturas), apresentou o menor valor, enquanto FMX 910 (2,13) o maior. Para o número médio de ovos DeltaOpal (288,90 ovos) apresentou tendências de maiores oviposições como observado também no teste sem chance de escolha para oviposição, enquanto que a cultivar FMT 701 (108,50) apresentou o menor valor.

Numa análise geral, verifica-se que a cultivar mais resistente a *S. frugiperda* foi NuOpal, a qual proporcionou índice não satisfatório para o desenvolvimento biológico da praga, sugerindo essa cultivar apresentar resistência do tipo não-preferência para alimentação e/ou antibiose. Tal fato pode ser explicado devido a inserção dos genes Cry 1 Ac, nptII, e aad no genoma desta cultivar. A proteína Cry 1Ac é proveniente de *B. thuringiensis*, capaz de formar cristais contendo endotoxinas com ação inseticida sobre lagartas de lepidóptera (CTNBIO, 2005).

#### 4. CONCLUSÕES

- Todas as cultivares foram igualmente ovipositadas por *S. frugiperda*;
- A cultivar NuOpal apresentou resistência do tipo não-preferência para alimentação, em teste com chance de escolha e antibiose, e;
- As cultivares mais suscetíveis a *S. frugiperda* foram DeltaOpal e FMX 910.

## 5. REFERÊNCIAS

ALI, A.; LUTTREL, R. G.; PITRE, H. N. Feeding sites and distribution of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae on cotton. **Environmental Entomology**, Lanham, v.19, p.1060-1067, 1990.

BASTOS, C. S.; SUINAGA, F. A.; VIEIRA, R. M.; LIMA, E. F. Resistência de algodoeiro a artrópodes-praga. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed.). **O Agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v.1, 2008, p.355-411.

BETZ, F. S.; HAMMOND, B. G.; FUCHS, R. L. Safety and advantages of *Bacillus thuringiensis*-protected plants to control insect pests. **Regulatory, Toxicology and Pharmacology**, San Diego, v.32, p.156-173, 2000.

CALHOUN, D. S.; JONES, J. E.; CALDWELL, W. D.; BURRIS, E.; LEONARD, B. R.; MOORE, S. H.; AGUILLARD, W. Registration of La. 850082 FN and La. 850075 FHG, two cotton germplasm lines resistant to multiple insect pests. **Crop Science**, Madison, v.34, p.316-317, 1994.

CAMPOS, Z. R. **Resistência de variedades de algodoeiro a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2008. 67f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2008.

CARVALHO, R. P. L. **Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e sua susceptibilidade de diferentes variedades de milho, em condições de campo**. 1970. 170f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz. Piracicaba, 1970.

CAVALCANTI, R. D.; CAVALCANTE, M. L. S. Duas serias pragas do algodoeiro no Ceará: EPACE (Comunicado técnico 6) 1981. 8p.

CRUZ, I.; TURPIN, F. T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, p.355-360, 1982.

CRUZ, I. Métodos de criação de agentes entomófagos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), p.111-135. In BUENO, V. H. P. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. UFLA, Lavras, 2000, 207p.

CTNBIO. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Parecer técnico prévio conclusivo nº 513/2005. In: **Reunião ordinária da CTNBIO**. 86. 2005. 53p.

ESTRUCH, J. J.; CAROZZI, N. B.; DESAI, N.; DUCK, N. B.; WARREN, G. W.; KOZIE, M. G. Transgenic plants: an emerging approach to pest control. **Nature Biotechnology**, New York, v.15, p.137-141, 1997.

FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. Distribuição espacial de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, p.203-211, 2002.

FERNANDES, O. A. **Efeito do milho geneticamente modificado (MON810) em *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e no parasitóide de ovos *Trichogramma* sp.** 2003. 162f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

FERREIRA, M. A. F. **Comportamento de oviposição, dispersão e alimentação de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro herbáceo.** 2003. 37f. Dissertação (Mestrado – Produção Vegetal). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2003.

FISCHHOFF, D.A. Insect tolerant transgenic tomato plants. **Biotechnology**, London, v.5, p.807-813, 1987.

FLINT, H. M.; WILSON, F. D.; PARKS, N. J.; REYNOSO, R. Y.; STAPP, B. R.; SZARO, J.L. Suppression of pink bollworm and effect on beneficial insects of a nectariless okra-leaf cotton germplasm line. **Bulletin of Entomology Research**, Cambridge, v.82, p.379-384, 1992.

HILDER, V.A.; BOULTER, D. Genetic engineering of crop plants for insect resistance a critical review. **Crop Protection**, Oxford, v.18, p.177-191, 1999.

KASTEN JUNIOR, A. A.; PRECETTI, C. M.; PARRA, J. R. P. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* em duas dietas artificiais e substrato natural. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 53, p. 68-78, 1978.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos.** São Paulo, Ícone, 1991, 336p.

LARA, F. M.; FERREIRA, A.; CAMPOS, A. R. C.; SOARES, J. J. Tipos de resistência a *Alabama argillacea* (Huebner) (Lepidoptera: Noctuidae) envolvidos em genótipos de algodoeiro: I- não-preferência. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.28, p.739-744, 1999.

LUGINBILL, P. **The Fall Armyworm**. Washington: United States Department of Agriculture. (Technical Bulletin, 34). 1928. 90p.

LYNCH, R. E.; WISEMAN, B. R.; PLAINSTED, D.; WARNICK, D. Evaluation of transgenic sweet corn hybrids expressing Cry 1 Ab toxin for resistance to corn earworm. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.92, p.246-252, 1999.

MAREDIA, K. M.; WADDLE, B. A.; TUGWELL, N. P. Evaluation of rolled (Frego) bract cottons for tarnished plant bug and boll weevil resistance. **Southwest Entomology**. College Station, v.18, p.219-227, 1993.

MIRANDA, J. E.; FERREIRA, A. C. B. Contra ataque. **Caderno técnico Cultivar**, p.7-10, 2005.

MOHAN, P.; RAJ, S.; KATHANE, T. V. Feeding preference of *Heliothis* larvae in relation to glanded strains of upland cotton. **Insects Environmental**, Maharashtra, v.2, p.16-17, 1996.

MOREIRA, M. D.; MIRANDA, J. E.; SILVA, C. A. D.; SOUZA, JÚNIOR. J. D. A.; AZEVEDO, A. I. B. Aspectos biológicos e exigências térmicas da lagarta militar (*Spodoptera* sp.) (Lepidoptera:Noctuidae) em algodão. In. IV Congresso Brasileiro de Algodão. Goiânia. . **Anais....** 2003. (CD ROM).

MORENO, D. B.; BOIÇA JUNIOR, A. L. JESUS, F. G.; JANINI, J. C. Resistência de cultivares de algodoeiro a *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith, 1797) (Lepidoptera:Noctuidae). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.84, p.214-224, 2008.

MULLINS, W.; PIETERS, E. P. Effect of resistant and susceptible cotton strains on larval size, development time, and survival of the tobacco budworm. **Environmental Entomology**, Lanham, v.11, p.363-366, 1982.

PEFERÖEN, M. Progress and prospects for field use of *Bt* genes in crops. **Trends in Biotechnology**, Cambridge, v.15, p.173-177, 1997.

PERLAK, F. J.; DEATON, R. W.; ARMSTRONG, T. A.; FUCHS, R. L.; SIMS, S. R.; GREENPLATE, J. T.; FICHOFF, D. A. Insect resistant cotton plants. **Biotechnology**, London, v.8, p.939-943, 1990.

SANTOS, W. J.; SANTOS, K. B.; SANTOS, R.B. Ocorrência, descrição e hábitos de *Spodoptera* spp. em algodoeiro no Brasil. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO. Goiânia. **Anais**.... 2003. (CD ROM).

SCHULER, T. H.; POPPY, G. M.; KERRY, B. R.; DENHOLM, L. Insect-resistant transgenic plants. **Trends in Biotechnology**, Cambridge, v.16, p.168-174.1998.

SILVA, E. N.; SANTOS, T. M.; RAMALHO, F. S. Desenvolvimento ninfal de *Supputius cincticeps* (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com curuquerê-do-algodoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Curitiba, v.25, p.103-108, 1996.

STARKS, K. H.; BURTON, R. L. Damage to grain sorghum by fall armyworm and corn earworm. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.72, p.576-578, 1979.

THOMPSON, J. N.; PELLMYR, O. Evolution of oviposition behavior and host preference in Lepidoptera. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, v.36, p.65-89, 1991.

VELOSO, V. R. S.; PARRA, J. R. P.; NAKANO, O. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro e milho. **Anais da Escola de Agronomia e Veterinárias**, Goiânia, v.12/13, p.127-140, 1983.

### **CAPÍTULO 3 - RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE ALGODOEIRO A *Alabama argillacea* (HUBNER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

**RESUMO** – Objetivou-se verificar a ocorrência dos tipos de resistência não-preferência para oviposição, alimentação e antibiose em cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) a *Alabama argillacea* (Hubner, 1818), em experimentos de laboratório (27±2 °C, 70±10% de U.R. e fotofase de 12 horas). Para avaliar a não-preferência para oviposição e alimentação em teste com chance de escolha, adotou-se o delineamento estatístico de blocos casualizados e no teste sem chance o inteiramente casualizado. Para avaliar a antibiose das cultivares NuOpal (transgênico), DeltaOpal, FMT 701, FMX 910 e FMX 996 (convencional) folhas foram fornecidas as larvas, diariamente, verificando-se a duração de cada fase do inseto, avaliando-se a massa de larvas aos dez dias de idade, massa de pupas com 24 horas, período larval, pré-pupal e pupal, longevidade de adultos, viabilidade total e fecundidade. Todas as cultivares foram igualmente ovipositada por *A. argillacea*. As cultivares NuOpal e FMT 701 apresentaram resistência do tipo não-preferência para alimentação. As cultivares NuOpal, FMT 701 e FMX 910 apresentaram resistência do tipo antibiose e as cultivares com alta suscetibilidade foram FMX 966 e DeltaOpal.

**Palavras-chave:** Tipos de resistência, resistência de plantas, curuquerê-do-algodoeiro, *Gossypium hirsutum*, plantas transgênicas

**RESISTANCE OF COTTON CULTIVARS TO *Alabama argillacea* (HUBNER)  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

**ABSTRACT** – This study aimed to investigate the occurrence of different resistance types in cotton cultivars (*Gossypium hirsutum* L.), namely non-preference for oviposition and feeding and antibiosis to *Alabama argillacea* (HUBNER, 1818) in laboratory experiments ( $27\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $70\pm 10\%$  RH, and a 12-hour photophase). Non-preference for oviposition and feeding were evaluated by means of two tests: a free-choice test in which a random block statistical design was adopted, and a no-choice test in which a completely-randomized block experimental design was adopted. To evaluate antibiosis, leaves from cultivars NuOpal (transgenic) DeltaOpal, FMX 993, FMT 701, FMX 910, and FMX 996 (conventional) were provided daily to the larvae. The duration of each developmental stage, mass of ten-day-old larvae, mass of 24-hour-old pupae, larval period, pupal period, adult longevity, and fecundity were determined. All cultivars were oviposited by *A. argillacea*. The cultivars NuOpal and FMT 701 showed the non-preference of type resistance for feeding. The cultivars NuOpal, FMT 701 and DeltaOpal showed the antibiosis and cultivars with high susceptibility were FMX 966 and DeltaOpal

**Keywords:** Resistance types, host plant resistance, cotton leafworm, *Gossypium hirsutum*, transgenic plants

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre as pragas do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), o curuquerê *Alabama argillacea* (Huebner, 1818) (Lepidoptera:Noctuidae) é uma das mais importantes nesta cultura (ALMEIDA et al. 2008). As primeiras infestações podem ser observadas logo após a emergência das plantas, caracterizando destruição da área foliar e queda acentuada na produção (CAVALCANTI & CAVALCANTE, 1981).

Segundo CAVALCANTI (1977) e BLEICHER (1982), as plantas desta malvácea não toleram a grandes perdas de área foliar nos primeiros 45 dias de desenvolvimento, em decorrência de tais danos, podem ser observada redução de até 67% na produtividade desta fibrosa.

Visando o controle desta praga, os cotonicultores brasileiros utilizam freqüentemente aplicações de produtos químicos de largo espectro, sendo considerada uma prática que pode causar desequilíbrios ao agroecossistema do algodoeiro (SILVA et al., 1996).

Em virtude da necessidade de controle deste inseto alguns produtores buscam técnicas alternativas, assim, a resistência de plantas é uma tática de controle desejável, uma vez que é compatível com outros métodos de controle, como químico, microbiano, cultural, e freqüentemente exibe efeitos sinérgicos com inseticidas e com inimigos naturais (KOGAN, 1986).

Segundo BERNAYS & CHAPMAN (1994), a seleção de uma planta hospedeira por um inseto consiste não somente em escolher plantas que são apropriados morfológicamente, mas que sejam apropriados para a alimentação, sobrevivência e desenvolvimento.

Em algodoeiro, há uma série de aldeídos terpenos, como gossipol, heliocidas e hemigossipolone, que conferem resistência as larvas de várias espécies de lepidópteros. Outros fatores como pilosidade e nectários, também podem atuar sobre o comportamento de lepidópteros (LARA, 1991, BASTOS et al., 2008).

Nesse sentido, em relação ao curuquerê, o caráter “nectariless” (ausência de nectários) proporciona uma redução significativa na sua população (LUKEFAHR &

RHYNE, 1960; LUKEFAHR et al., 1965). Em cultivares glabras também ocorre fato semelhante (LUKEFAHR et al., 1966). No entanto, plantas desprovidas de glândulas de gossipol (“glandless”), há maior preferência para oviposição desse inseto (JENKINS et al., 1966).

A utilização de cultivares de algodoeiro resistentes como estratégia de controle desta praga no manejo integrado, tem despertado interesse dos pesquisadores (WILSON et al., 1986; FERREIRA & LARA 1999; SANTOS & BOIÇA JUNIOR 2001).

SANTOS & BOIÇA JUNIOR (2001) estudando os tipos de resistência de variedades de algodoeiro em relação à praga, observaram que CNPA 9211-31, CNPA Precoce 1, CNPA Precoce 2 e CNPA 9211-41 apresentaram resistência do tipo antibiose e/ou não-preferência para alimentação, enquanto que GL2 GL3 e CNPA 9211-29 foram suscetíveis ao curuquerê.

FERREIRA & LARA (1999) estudando os tipos de resistência em variedades de algodoeiro, concluíram que os materiais herbáceos CNPA 9211-31 e CNPA 9211-21 apresentaram o tipo antibiose, com menores valores de massa de larvas com 3 dias e de massa média de pupas e os maiores valores de duração do período larval e de mortalidade de larva a adulto. AZEVEDO et al. (2002) observaram que os genótipos CNPA 92-1125 e CNPA 7H são mais suscetíveis ao ataque da praga em relação às variedades CNPA Precoce 1 e CNPA 92-112.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os tipos de resistência envolvidos em cultivares de algodoeiro a lagarta *A. argillacea*.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal, SP. No presente estudos foram utilizadas as cultivares comerciais: DeltaOpal, FMX 701, FMX 910 e FMX 996 (convencional) e NuOpal (transgênico).

A semeadura foi realizada no campo experimental desse Departamento, com a finalidade de obtenção de folhas para criação de manutenção e condução dos experimentos. Os tratamentos culturais foram realizados de acordo com as necessidades da cultura, exceto a aplicação de inseticidas, as quais não foram realizadas.

### **2.1 Criação de *A. argillacea***

A criação do curuquerê do algodoeiro foi iniciada a partir de pupas oriundas da criação de manutenção do APTA - pólo Centro Norte, em plantas no campo e mantidas no laboratório sob condições climáticas ( $27\pm 2$  °C,  $70\pm 10\%$  de U.R. e fotofase de 12 horas). Foram usadas gaiolas de PVC medindo 21,5 cm de altura e 14,5 cm de diâmetro, contendo em seu interior um recipiente de vidro de 150 mL com água onde acondicionou o broto apical da cultivar de algodoeiro FMX 993 para a manutenção da criação.

Cada gaiola recebeu cinco casais de *A. argillacea* para efetuarem posturas. Após a eclosão das lagartas, estas foram mantidas em número de 20 insetos por recipiente, trocando-se o alimento a cada dois dias, até a fase de pupa. Após a sexagem, foram transferidas para placas de Petri (9 cm x 1,5 cm) e, após seis dias, acondicionadas naquelas gaiolas, para emergência de adultos.

Os adultos foram alimentados através de chumaço de algodão embebido com solução de mel a 10% dispostos em tampas plástica de refrigerante tipo PET.

A água foi fornecida através de um chumaço de algodão umedecido e preso a um recipiente de vidro de 10 mL. Diariamente, durante o período de oviposição, folhas da cultivar FMX 993 contendo posturas foram transferidos para gaiolas iguais àquelas usadas para manutenção dos adultos para a obtenção dos ovos.

### **2.2 Teste de não-preferência para alimentação**

O teste de atratividade com chance de escolha foi realizado em laboratório oferecendo discos de folhas das cinco cultivares para larvas de 1° instares. As folhas da

parte superior das plantas foram coletadas no campo, aos 30 dias após a emergência, lavadas em hipoclorito de sódio a 0,5% emergidas em água destilada e cortadas em discos de 2,5 cm de diâmetro, distribuídos de forma circular em uma placa de Petri de 14 cm de diâmetro sobre papel filtro umedecido. Para observar o efeito das cultivares em relação à praga, foi adotada como tratamento padrão a cultivar isolinha DeltaOpal, em todos os experimentos realizados, devido ser intensamente cultivada nas regiões produtoras desta cultura.

Das folhas coletadas de cada cultivares, foram retirados dois discos foliares equidistantes, sendo um oferecido para o inseto e outro denominado alíquota, que foi levado para secar em estufa a 60°C, durante 48 horas, e posteriormente, por diferença entre esta alíquota e a sobra do disco consumido, foi determinado a massa seca consumida.

Foi avaliada a atratividade nos discos foliares das cultivares através da contagem das lagartas a 1, 3, 5, 10, 15, 30 minutos, e a, 1, 2, 6 e 24 horas após a liberação das mesmas. O procedimento descrito anteriormente foi realizado também utilizando-se lagartas de 3º instar na proporção de duas para cada cultivar testada, admitindo-se 10 repetições para cada instar, em delineamento de blocos casualizados.

O teste de atratividade sem chance de escolha foi realizado oferecendo as cinco cultivares individualmente. As folhas foram coletadas no campo, lavadas e cortadas em discos de 2,5 cm de diâmetro, colocando-se um disco por placa de Petri de 6 cm de diâmetro sobre papel filtro umedecido. Para o teste de atratividade de lagartas de 3º instar utilizaram-se duas por repetição. Foi adotado o mesmo número de repetições para o teste com chance de escolha, num delineamento inteiramente casualizado, tomando-se o mesmo cuidado de guardar uma alíquota de cada cultivar em estufa para secagem, e posteriormente determinar a massa seca consumida.

Das folhas coletadas de cada cultivar retirou-se dois discos foliares equidistantes, sendo um oferecido para o inseto e outro, denominada alíquota levado para secagem em estufa a 60°C, durante 48 horas. Posteriormente, por diferença entre esta alíquota e a sobra do disco consumido pelo inseto, foi determinada a massa seca consumida.

### **2.3 Teste de não-preferência para oviposição**

O teste de não-preferência para oviposição com chance de escolha foi realizado em telado, com dimensão de 1,5m x 0,6m x 0,6m revestida com tela anti-afídeos, onde acondicionou-se um broto terminal de cada cultivar em um tubo de vidro com capacidade para 150 mL contendo água e após 72 horas da liberação foi avaliado o número de ovos por planta. Este experimento constitui-se por dez repetições e cinco tratamentos, num delineamento de blocos casualizados.

Cada repetição correspondeu a um telado, sendo que as plantas com 30 dias após a emergência foram organizadas em um esquema circular e liberados dez casais do inseto adulto no centro do telado. Após 72 horas da liberação foi avaliado o número de ovo por planta.

Para a avaliação da não-preferência para oviposição no teste sem chance de escolha, um casal do inseto adulto proveniente da criação massal foi acondicionado em gaiola de PVC de 12 cm de diâmetro e 20 cm de altura, contendo um broto terminal de aproximadamente 40 cm de cada cultivar, acondicionado em um tubo de vidro com capacidade para 150 mL contendo água e após 72 horas da liberação foi avaliado o número de ovos por planta. Para este experimento adotou-se um esquema inteiramente casualizado com cinco tratamentos e dez repetições.

### **2.4 Teste de antibiose**

Para obtenção de folhas das cultivares, estas foram semeadas em condições de campo. O delineamento adotado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e 50 repetições. Sendo cada unidade amostral constituída de uma placa de Petri de 6 cm de diâmetro, forrada com papel filtro umedecido. Em seu interior, foram colocadas folhas de cada cultivar e uma lagarta recém eclodida para acompanhamento do ciclo biológico da praga. Diariamente, o papel filtro foi trocado e as folhas repostas.

Os parâmetros avaliados foram: períodos e viabilidades das fases larval e pupal, massa das lagartas com 10 dias de idade, massa das pupas com 24 horas de idade, longevidade e fecundidade de adultos.

## **2.5 Análise estatística**

Os dados obtidos em todos os experimentos foram submetidos à análise de variância pelo teste de Fisher e no caso de efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1 Teste de não-preferência para alimentação**

Os valores referentes à atratividade e massa média consumida por lagartas de 1º instar de *A. argillacea* em teste com chance de escolha foram significativos, exceto para a atratividade aos um, dez e 15 e 30 minutos e uma hora após a liberação das lagartas (Tabela 1). No geral as cultivares FMX 966 (1,5 a 4,3 insetos atraídos) e NuOpal (1,3 a 2,7), mostraram-se as mais atrativas a praga, enquanto FMX 910 (0,8 a 2,5) e FMT 701 (1,1 a 2,9) comportaram-se de forma contrária sendo as menos atrativas.

Ainda na Tabela 1, observam-se os valores referentes a massa seca consumida no teste com chance de escolha, onde visualiza-se que as cultivares NuOpal (0,70 mg) e FMT 701 (4,52) foram as menos consumidas por *A. argillacea*, enquanto que as mais consumidas destacaram FMX 966 (8,55), DeltaOpal (7,55) e FMX 910 (7,36).

**Tabela 1:** Número médio de lagartas de 1º instar de *Alabama argillacea* atraídas e massa seca consumida (mg) por discos de folhas de cultivares de algodoeiro, em teste com chance de escolha. 27±2 °C, 70±10% de U.R. e fotofase de 12 horas. Jaboticabal / SP, 2008.

Cultivares	Tempo em minutos					
	1	3	5	10	15	30
<b>DeltaOpal</b>	1,1±0,28	1,4±0,31 b	2,4±0,73	1,7±0,40	1,5±0,34	1,5±0,31
<b>NuOpal</b>	1,8±0,42	1,7±0,58 ab	2,1±0,64	2,1±0,71	1,9±0,66	2,5±0,69
<b>FMT 701</b>	1,1±0,28	1,3±0,30 b	1,4±0,34	1,5±0,43	1,8±0,49	1,3±0,47
<b>FMX 910</b>	1,0±0,26	0,8±0,20 b	1,0±0,21	1,3±0,30	1,5±0,22	1,4±0,22
<b>FMX 966</b>	1,5±0,43	2,9±0,57 a	2,0±0,42	2,4±0,54	2,3±0,54	2,6±0,48
<b>F. (Trat.)</b>	1,26 <sup>NS</sup>	3,37*	1,11 <sup>NS</sup>	0,77 <sup>NS</sup>	0,43 <sup>NS</sup>	1,68 <sup>NS</sup>
<b>C.V (%)</b>	16,96	34,71	36,00	36,12	36,76	32,87

Cultivares	Tempo em horas				Massa seca consumida (mg)
	1	2	6	12	
<b>DeltaOpal</b>	1,9±0,38	2,8±0,53 ab	2,2±0,47 b	2,9±0,67 ab	7,7±1,59 ab
<b>NuOpal</b>	2,4±0,65	2,7±0,68 ab	1,4±0,48 b	1,3±0,54 b	0,7±0,27 c
<b>FMT 701</b>	1,7±0,37	1,6±0,50 b	1,8±0,49 b	2,9±0,57 ab	4,5±1,08 b
<b>FMX 910</b>	1,5±0,22	2,3±0,37 ab	1,9±0,28 b	2,5±0,22 b	7,4±1,09 ab
<b>FMX 966</b>	2,9±0,60	3,8±0,77 a	3,9±0,75 a	4,3±0,56 a	8,6±1,31 a
<b>F. (Trat.)</b>	1,31 <sup>NS</sup>	1,69*	3,37**	3,60**	8,07**
<b>C.V (%)</b>	33,35	34,43	34,19	31,31	35,25

<sup>†</sup>Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (Para análise os dados foram transformados em  $(x + 0,5)^{1/2}$ ). \* Significativo a 1% de probabilidade. \*\* Significativo a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo.

Na Tabela 2, observam-se os dados referentes a atratividade e massa seca média consumida por lagartas de 3º instar de *A. argillacea* em teste com chance de escolha, onde nota-se que ocorreram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos somente a seis e 12 horas após a liberação das lagartas.

Verifica-se que às 6 e 12 horas após a liberação, que as lagartas sofreram menor atração pelas folhas da cultivar NuOpal (0,2 a 0,3 insetos atraídos) e maior atração pelas folhas da cultivar DeltaOpal (1,0 a 1,6), conforme Tabela 2.

Visualizando a atratividade da praga pelas cultivares ao longo dos tempos avaliados, nota-se que os insetos possuem uma maior atração pela cultivar NuOpal logo após a liberação, em seguida com o passar do tempo, a cultivar exerce uma repelência em relação à praga. Essa ação excitante na mordida de prova da cultivar NuOpal e posterior deterrência, pode ser explicado pelo efeito da planta no comportamento do inseto, conforme a cadeia de estímulos proposto por LARA (1991).

**Tabela 2:** Número médio de lagartas de 3º instar de *Alabama argillacea* atraídas e massa seca consumida (mg) por discos de folhas de cultivares de algodoeiro, em teste com chance de escolha. 27±2 °C, 70±10% de U.R. e fotofase de 12 horas. Jaboticabal / SP, 2008.

Cultivares	Tempo em minutos					
	1	3	5	10	15	30
<b>DeltaOpal</b>	0,8±0,29	0,5±0,34	0,3±0,15	0,5±0,34	0,2±0,13	0,3±0,21
<b>NuOpal</b>	0,7±0,33	0,8±0,29	0,8±0,29	0,6±0,22	0,2±0,13	0,2±0,13
<b>FMT 701</b>	0,4±0,22	0,3±0,21	0,2±0,13	0,3±0,15	0,0±0,00	0,3±0,15
<b>FMX 910</b>	0,7±0,26	0,6±0,22	0,8±0,33	0,5±0,22	0,2±0,13	0,2±0,13
<b>FMX 966</b>	0,2±0,13	0,4±0,22	0,4±0,16	0,3±0,15	0,2±0,13	0,2±0,13
<b>F. (Trat.)</b>	0,85 <sup>NS</sup>	0,57 <sup>NS</sup>	1,41 <sup>NS</sup>	0,32 <sup>NS</sup>	0,59 <sup>NS</sup>	0,11 <sup>NS</sup>
<b>C.V (%)</b>	39,12	39,91	35,72	36,67	24,12	30,75

Cultivares	Tempo em horas				Massa seca consumida (mg)
	1	2	6	12	
<b>DeltaOpal</b>	0,3±0,21	1,2±0,25	1,0±0,33 a	1,6±0,45 a	8,16±2,00 a
<b>NuOpal</b>	0,4±0,31	0,8±0,20	0,3±0,15 b	0,2±0,13 b	1,37±0,22 b
<b>FMT 701</b>	0,4±0,22	0,5±0,22	0,4±0,22 ab	0,8±0,25 ab	5,77±1,70 a
<b>FMX 910</b>	0,2±0,13	0,8±0,36	0,7±0,26 ab	1,1±0,35 ab	8,33±1,30 a
<b>FMX 966</b>	0,3±0,15	0,5±0,17	0,4±0,16 ab	1,1±0,41 ab	5,90±1,55 a
<b>F. (Trat.)</b>	0,14 <sup>NS</sup>	1,17 <sup>NS</sup>	1,27 <sup>*</sup>	2,28 <sup>*</sup>	3,56
<b>C.V (%)</b>	36,43	34,83	37,14	37,66	79,68

<sup>†</sup>Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (Para análise os dados foram transformados em  $(x + 0,5)^{1/2}$ ). <sup>\*</sup>Significativo a 1% de probabilidade. <sup>\*\*</sup>Significativo a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo.

Para a massa seca média consumida pela praga em teste com chance de escolha, observa-se que a cultivar NuOpal (1,37 mg) destacou com menores valores, enquanto FMX 910 (8,33), DeltaOpal (8,16), FMX 966 (5,90) e FMT 701 (5,77) foram as mais consumidas por *A. argillacea*.

Para a atratividade média em teste sem chance de escolha com lagartas de 1º instar de *A. argillacea* por discos foliares das cultivares estudadas, DeltaOpal (0,7 a 1,5 insetos atraídos) e FMT 701 (0,8 a 1,4), mostraram-se as mais atrativas a praga, enquanto NuOpal (0,5 a 1,2) e FMX 910 (0,6 a 1,3) comportaram-se de forma contrária (Tabela 3).

Também nesta Tabela, observam-se os valores referentes a massa seca consumida onde a cultivar NuOpal (0,66 mg) apresentou tendência de ser a menos alimentada pela *A. argillacea*, enquanto FMX 966 (1,50) e FMX 910 (1,48) foram as mais consumidas.

**Tabela 3:** Número médio de lagartas de 1º instar de *Alabama argillacea* atraídas e massa seca consumida (mg) por discos de folhas de cultivares de algodoeiro, em teste sem chance de escolha. 27±2 °C, 70±10% de U.R. e fotofase de 12 horas. Jaboticabal / SP, 2008.

Cultivares	Tempo em minutos					
	1	3	5	10	15	30
<b>DeltaOpal</b>	0,7±0,12 a	0,9±0,13	1,0±0,14 a	0,8±0,13	1,1±0,13	1,3±0,12
<b>NuOpal</b>	0,5±0,13 ab	0,7±0,13	0,8±0,12 ab	0,8±0,12	0,8±0,12	0,9±0,15
<b>FMT 701</b>	0,8±0,15 a	0,8±0,14	0,8±0,14 ab	0,9±0,14	0,9±0,13	1,3±0,12
<b>FMX 910</b>	0,6±0,14 ab	0,6±0,13	0,6±0,12 b	0,8±0,17	0,8±0,12	1,3±0,14
<b>FMX 966</b>	0,3±0,11 b	0,7±0,16	0,6±0,11 b	0,7±0,11	0,8±0,12	1,1±0,12
<b>F. (Trat.)</b>	2,28*	0,72 <sup>NS</sup>	1,65*	0,41 <sup>NS</sup>	1,26 <sup>NS</sup>	1,33 <sup>NS</sup>
<b>C.V (%)</b>	33,12	31,71	30,07	29,77	27,70	25,25

Cultivares	Tempo em horas					Massa seca consumida (mg)
	1	2	6	12	24	
<b>DeltaOpal</b>	1,3±0,11	1,5±0,13	1,4±0,12	1,3±0,14	1,4±0,14	1,35±0,28
<b>NuOpal</b>	1,0±0,14	1,0±0,13	1,2±0,12	1,0±0,12	1,1±0,12	0,66±0,18
<b>FMT 701</b>	1,2±0,13	1,4±0,12	1,3±0,11	1,2±0,12	1,2±0,12	1,12±0,34
<b>FMX 910</b>	1,2±0,14	1,2±0,14	1,1±0,16	1,1±0,15	1,1±0,15	1,48±0,40
<b>FMX 966</b>	1,0±0,11	1,2±0,12	1,3±0,11	1,1±0,11	1,2±0,11	1,50±0,31
<b>F. (Trat.)</b>	1,27 <sup>NS</sup>	1,43 <sup>NS</sup>	0,58 <sup>NS</sup>	0,61 <sup>NS</sup>	0,89 <sup>NS</sup>	1,26 <sup>NS</sup>
<b>C.V (%)</b>	23,90	23,10	22,12	24,51	25,01	16,96

<sup>†</sup>Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (Para análise os dados foram transformados em  $(x + 0,5)^{1/2}$ ). \*\* Significativo a 1% de probabilidade. <sup>\*</sup> Significativo a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup> Não significativo.

Para a atratividade média por lagartas de 3º instar de *A. argillacea* nas cultivares em teste sem chance de escolha (Tabela 4), constata-se diferenças significativas entre os tratamentos, em todos os tempos avaliados, exceto aos três minutos e uma, duas e seis horas após a liberação das lagartas.

Em relação à média da atratividade neste teste constata-se que as cultivares DeltaOpal (0,6 a 0,9 insetos atraídos), FMX 966 (0,5 a 1,0) e FMX 993 (0,5 a 0,8), mostraram-se as mais atrativas a praga, enquanto FMX 910 (0,3 a 0,8) comporta-se de forma contrária sendo a menos atrativa. Para os valores referentes a massa seca consumida em teste sem chance de escolha, visualiza-se que a cultivar NuOpal (0,37 mg) foi a menos consumida, enquanto FMX 910 (3,91) foi a mais consumida por *A. argillacea*.

**Tabela 4:** Número médio de lagartas de 3º instar de *Alabama argillacea* atraídas e massa seca consumida (mg) por discos de folhas de cultivares de algodoeiro, em teste sem chance de escolha. 27±2 °C, 70±10% de U.R. e fotofase de 12 horas. Jaboticabal / SP, 2008.

Cultivares	Tempo em minutos					
	1	3	5	10	15	30
<b>DeltaOpal</b>	0,7±0,09 a	0,6±0,09	0,7±0,09 a	0,7±0,08 a	0,7±0,08 a	0,7±0,08 ab
<b>NuOpal</b>	0,5±0,09 ab	0,6±0,09	0,5±0,09 ab	0,5±0,09 ab	0,5±0,09 ab	0,7±0,09 ab
<b>FMT 701</b>	0,5±0,09 ab	0,6±0,09	0,7±0,09 a	0,7±0,09 a	0,7±0,09 a	0,8±0,08 a
<b>FMX 910</b>	0,3±0,09 b	0,4±0,09	0,4±0,09 b	0,3±0,09 b	0,4±0,09 b	0,5±0,09 b
<b>FMX 966</b>	0,6±0,09 a	0,5±0,09	0,6±0,09 ab	0,6±0,09 a	0,6±0,09 ab	0,8±0,09 a
<b>F. (Trat.)</b>	2,74*	0,87 <sup>NS</sup>	2,19	3,13	2,07	2,24
<b>C.V (%)</b>	25,64	25,76	25,18	24,74	24,94	22,50

Cultivares	Tempo em horas					Massa seca consumida (mg)
	1	2	6	12	24	
<b>DeltaOpal</b>	0,8±0,07	0,9±0,06	0,9±0,06	0,9±0,05 ab	0,9±0,06 ab	3,18±0,56 ab
<b>NuOpal</b>	0,7±0,08	0,7±0,09	0,7±0,09	0,9±0,05 ab	0,8±0,08 ab	0,37±0,17 c
<b>FMX 993</b>	0,8±0,07	0,8±0,07	0,8±0,07	0,8±0,07 b	0,8±0,08 ab	2,35±0,40 b
<b>FMX 910</b>	0,6±0,09	0,7±0,09	0,7±0,08	0,8±0,07 b	0,7±0,08 b	3,91±0,56 a
<b>FMX 966</b>	0,8±0,08	0,8±0,07	0,9±0,06	1,0±0,00 a	1,0±0,03 a	3,81±0,66 ab
<b>F. (Trat.)</b>	1,45 <sup>NS</sup>	1,11 <sup>NS</sup>	1,35 <sup>NS</sup>	2,28*	2,19*	8,44**
<b>C.V (%)</b>	21,00	18,86	18,44	13,06	17,05	27,25

<sup>†</sup>Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (Para análise os dados foram transformados em  $(x + 0,5)^{1/2}$ ). \*Significativo a 1% de probabilidade. \*\*Significativo a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo.

### 3.2 Teste de não-preferência para oviposição

Nos testes com e sem chance de escolha para oviposição (Tabela 5), não houve diferenças significativas entre as cultivares. Entretanto, quando visualiza-se o teste com chance nota-se tendência de maiores oviposições nas cultivares FMX 966 (419,00 ovos) e FMT 701 (361,00), enquanto FMX 910 (169,75) e DeltaOpal (263,75) comportaram-se de forma contrária apresentando tendência de não-preferência para oviposição por *A. argillacea*. Para o teste sem chance os valores referentes ao número médio de ovos nas cultivares não diferiram estatisticamente entre si.

Observa-se que nos testes de não-preferência para oviposição ocorreram menores diferenciações entre as cultivares, do que em testes de não-preferência para alimentação. LARA et al. (1999) obtiveram resultados similares, quando avaliaram os tipos de resistência de cultivares de algodoeiro a *A. argillacea* em testes de não-

preferência para alimentação, não sendo diferenciados em testes de não-preferência para oviposição.

**Tabela 5:** Número médio de ovos de *Alabama argillacea* em diferentes cultivares de algodoeiro em teste com e sem chance de escolha.  $27\pm 2$  °C,  $70\pm 10\%$  de U.R. e fotofase de 12 horas. Jaboticabal / SP, 2008.

Cultivares	Teste com chance de escolha	Teste sem chance de escolha
DeltaOpal	263,75 $\pm$ 26,93	140,17 $\pm$ 92,55
NuOpal	273,00 $\pm$ 7,02	105,58 $\pm$ 79,72
FMT 701	361,00 $\pm$ 12,02	105,50 $\pm$ 72,31
FMX 910	169,75 $\pm$ 13,20	121,17 $\pm$ 51,74
FMX 966	419,00 $\pm$ 7,21	117,50 $\pm$ 79,98
F. (Trat.)	0,65 <sup>NS</sup>	0,52 <sup>NS</sup>
C.V (%)	51,30	40,54

<sup>†</sup>Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (Para análise os dados foram transformados em  $(x + 0,5)^{1/2}$ ). <sup>NS</sup>Não significativo.

Neste sentido, AGRAWAL (2000) comenta que a manutenção das defesas da plantas promove gastos energéticos, podendo ser uma estratégia para economizar energia o emprego de defesas induzidas, ocorrendo posteriormente ao ataque do herbívoro. Sendo assim uma provável explicação da pouca diferenciação entre as cultivares em testes de não-preferência para oviposição, uma vez que a liberação de voláteis é menor quando comparado com testes de alimentação.

### 3.3 Teste de antibiose

Quanto aos dados referente aos parâmetros biológicos da praga alimentada nas cultivares, estão apresentados na Tabela 6, onde notam-se diferenças significativas em todas as avaliações realizadas exceto para a longevidade de adultos, viabilidade total e número de ovos.

Quanto a massa média de lagartas, observa-se que aquelas alimentadas com as folhas da cultivar FMX 966 (278,54 mg) apresentou a maior média, enquanto, FMX 910 (258,58), DeltaOpal (245,72) e FMT 701 (239,52), proporcionaram as menores massas. Em relação à massa média de pupa, mostra que aquelas oriundas dos tratamentos

FMX 966 (258, 62 mg) e DeltaOpal (254,57) apresentaram os maiores índices, enquanto FMT 701 (247,08) e FMX 910 (248,61) proporcionaram as menores médias. FERREIRA & LARA (1999), estudando mecanismos de resistência em genótipos de algodoeiro também observaram valores próximos a estes, identificando o tipo antibiose em CNPA 9211-31 e CNPA 9211-21.

**Tabela 6.** Médias da massa de lagartas e pupas (mg), período larval, pré-pupal e pupal, longevidade de adultos sem alimentos (dias), viabilidade total (%) e fecundidade de *Alabama argillacea* em diferentes cultivares de algodoeiro. 27±2 °C, 70±10% de U.R. e fotofase de 12 horas. Jaboticabal / SP, 2008.

Cultivares	Parâmetros Avaliados <sup>1</sup>			
	Massa de lagartas	Massa de Pupas	Período Larval	Pré-pupa
DeltaOpal	245,72±0,62 b	254,57±0,39 ab	10,68±0,09 c	1,30±0,07 c
NuOpal	- <sup>2</sup>	-	-	-
FMT 701	239,52±0,73 b	247,08±0,33 b	11,02±0,08 ab	1,96±0,07 b
FMX 910	258,58±0,79 b	248,61±0,30 b	11,08±0,09 a	1,30±0,07 c
FMX 966	278,54±0,50 a	258,62±0,32 a	10,74±0,09 bc	2,30±0,09 a
F. (Trat.)	6,57	2,51	5,09	8,30
C.V (%)	18,59	9,45	5,76	29,75

Cultivares	Parâmetros Avaliados <sup>1</sup>			
	Período Pupal	Longevidade	Viabilidade total	Número de ovos
DeltaOpal	10,66±0,09 ab	3,45±0,13	68,00±6,66	667,43±208,39
NuOpal	-	-	-	-
FMT 701	10,91±0,09 ab	3,41±0,13	58,00±7,05	524,43±123,85
FMX 910	10,97±0,12 a	3,07±0,15	62,00±6,93	543,57±138,86
FMX 966	10,62±0,12 b	3,34±0,15	64,00±6,86	721,14±149,40
F. (Trat.)	2,47	1,53 <sup>NS</sup>	0,36 <sup>NS</sup>	0,25 <sup>NS</sup>
C.V (%)	5,79	22,52	47,19	61,00

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (Para análise os dados foram transformados em  $(x + 0,5)^{1/2}$ ). \*Significativo a 1% de probabilidade. Significativo a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo.

<sup>2</sup> Todas as lagartas alimentadas com essa cultivar morreram (variância nula).

Essa menor variação na massa de lagartas e pupas entre cultivares pode ser atribuída ao gossipol, que é uma substância responsável pela promoção de resistência do tipo não-preferência para alimentação (BOTTGER et al., 1964) e/ou antibiose (BOTTGER & PATANA 1966; LUKEFAHR et al., 1966) promovendo redução no desenvolvimento das lagartas de alguns lepidópteros.

Os dados referentes ao período larval mostram que as lagartas alimentadas nas cultivares FMX 910 (11,08 dias) e FMT 701 (11,02) apresentaram maior duração para esta fase, diferindo daquelas alimentadas com as folhas da cultivar DeltaOpal (10,68) que ocorreu a menor duração da fase larval. O período pré-pupal também foi afetado pelas cultivares, sendo que as maiores durações foram observadas naqueles insetos que alimentaram de FMX 966 (2,30 dias) e menores em DeltaOpal (1,30) e FMX 910 (1,30). Em relação ao período pupal, as maiores durações foram observadas nos tratamentos FMX 910 (10,97 dias) e FMT 701 (10,91), enquanto que a cultivar FMX 966 (10,62) comportou-se de forma contrária, ou seja apresentou o menor valor para esse parâmetro.

Considerando-se o período larval, pré-pupal e pupal, pode-se destacar as cultivares FMT 701 e FMX 966, que provocaram maiores durações destas fases em *A. argillacea*. Um desenvolvimento irregular dessas fases resulta em um número menor de gerações, pois os adultos que, eventualmente, emergirem, poderá apresentar deformações, morrendo logo em seguida, ou as posturas das fêmeas poderão ser reduzidas, ou, ainda, não acontecer (LARA, 1991). Esses resultados sugerem a ocorrência de antibiose em ambas as cultivares.

SANTOS & BOIÇA JUNIOR (2001) avaliando a biologia de *A. argillacea* em diferentes variedades de algodoeiro, observaram que estas fases biológicas da praga também são afetadas, e que os insetos apresentaram maior período larval quando alimentado em CNPA Precoce 1, maior período pré-pupal em CNPA 9211-31 e CNPA 9211-29 e maior período pupal em CNPA 9211-20, CNPA 9211-18 e CNPA 9211-21.

Pelos resultados referentes à longevidade de adultos, viabilidade total e fecundidade média de *A. argillacea* criadas nas cultivares, pode-se notar que não houve diferença significativa para nenhum parâmetro analisado. Em relação à longevidade média nota-se que o tratamento DeltaOpal (3,45 dias) propiciou tendências de adultos mais longevos, enquanto FMX 966 (3,07) menos longevos. Para a viabilidade total os insetos que se desenvolveram na cultivar DeltaOpal (68,00%) tiveram a maior viabilidade, enquanto o tratamento FMT 701 (58,00) apresentou menor valor. Quanto a

fecundidade a cultivar FMX 966 (721,14 ovos) apresentou maior valor para este dado, enquanto FMT 701 (524,43) o menor.

Considerando-se os resultados observados pelas Tabelas 1 a 6 para a cultivar geneticamente modificada NuOpal, visualiza-se que *A. argillacea* possui certa atração pelas suas folhas, porém este possui resistência dos tipos não-preferência para alimentação e/ou antibiose em relação a praga. Pode exercer um estímulo de deterrência, impedindo a manutenção de alimentação e também um efeito negativo na biologia do inseto, uma vez que as lagartas alimentadas neste material não completam a primeira ecdise e morrem. Tal fato pode ser explicado devido a inserção dos genes Cry 1 Ac, nptII, e aad no genoma desta cultivar. A proteína Cry 1Ac é proveniente de *B. thuringiensis*, capaz de formar cristais contendo endotoxinas com ação inseticida sobre lagartas de lepidóptera (CTNBIO, 2005).

De uma maneira geral, para o efeito das cultivares nos parâmetros biológicos de *A. argillacea*, observa-se um efeito adverso do tratamento FMT 701 sobre a praga, principalmente no que diz respeito a massa de larvas e de pupas, período larval e pupal, confirmando a presença de antibiose nesta cultivar, uma vez que a consequência da não-preferência para alimentação dificilmente provocaria efeitos adversos na biologia da praga.

#### 4. CONCLUSÕES

- Todas as cultivares foram igualmente ovipositadas por *A. argillacea*;
- As cultivares NuOpal e FMT 701 apresentaram resistência do tipo não-preferência para alimentação;
- As cultivares NuOpal, FMT 701 e FMX 910 apresentaram resistência do tipo antibiose;
- As cultivares com alta suscetibilidade foram FMX 966 e DeltaOpal; e,
- A cultivar NuOpal proporcionou uma mortalidade total de *A. argillacea*.

## 5. REFERÊNCIAS

AGRAWAL, A. Plant defense: signal in insect eggs. **Tree**. Iowa, v.15, p.357, 2000.

ALMEIDA, R. P.; SILVA, C. A. D.; RAMALHO, F. S. Manejo integrado de pragas do algodoeiro no Brasil. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed.). **O Agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v.2, 2008, p.1033-1099.

AZEVEDO, F. R.; MATTOS, K. O.; VIEIRA, F. V. Comportamento alimentar de *Alabama argillacea* (Huebner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza. v.33, p.5-9, 2002.

BASTOS, C. S.; SUINAGA, F. A.; VIEIRA, R. M.; LIMA, E. F. Resistência de algodoeiro a artrópodes-praga. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed.). **O Agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v.1, 2008, p.355-411.

BERNAYS, E. A.; CHAPMAN, R. F. **Host-plant selection by phytophagous insects**. New York: Chapman & Hall, 1994. 305p.

BLEICHER, E. Resistência de genótipos de algodoeiro ao curuquerê *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) Lepidoptera: Noctuidae. **Anais Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.11, p.197-202, 1982.

BOTTGER, G. T.; PATANA, R. Growth, development, and survival of certain Lepidoptera fed gossypol in the diet. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.59, p.1166-1168, 1966.

BOTTGER, G. T.; SHEEHAN, E. T.; LUKEFAHR, M. J. Relation of gossypol content of cotton plants to insect resistance. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.57, p.283-285, 1964.

CAVALCANTI, R. D.; CAVALCANTE, M. L. S. **Duas serias pragas do algodoeiro no Ceará**. Fortaleza, EPACE. 1981. 8 p. (Comunicado técnico, 6).

CAVALCANTI, R. D. O. combate ao curuquerê do algodoeiro. **Boletim Fitossanitário**. São Paulo, n.239, p.1-2, 1977.

CTNBIO. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Parecer técnico prévio conclusivo nº 513/2005. In: **Reunião ordinária da CTNBIO**, 86. 2005. 53p.

FERREIRA, A.; LARA, F. M. Tipos de resistência a *Alabama argillacea* (Huebner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) envolvidos em genótipos de algodoeiro. **Bragantia**, Campinas, v.58, p.287-292, 1999.

JENKINS, J. N.; MAXWELL, F. G.; LAFEVER, H. N. The comparative preference of insects for glanded and glandless cottons. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.59, p.352-356, 1966.

KOGAN, M. Natural chemical in plant resistance to insects. **Iowa State Journal Research**. Iowa, v.60, p.501-527, 1986.

LARA, F. M.; FERREIRA, A.; CAMPOS, A. R. C.; SOARES, J. J. Tipos de resistência a *Alabama argillacea* (Huebner) (Lepidoptera: Noctuidae) envolvidos em genótipos de algodoeiro: I- não-preferência. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.28, p.739-744, 1999.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2.ed. São Paulo, Ícone, 1991. 336p.

LUKEFAHR, M. J.; COWAN, C. B.; PFRIMMER, T. R.; NOBLE, L. W. Resistance of experimental cotton strain 1514 to the bollworm and cotton leafhopper. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.59, p.393-395, 1966.

LUKEFAHR, M. J.; MARTIN, D. F.; MEYER, J. R. Plant resistance to five lepidoptera attacking cotton. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.58, p.516-518, 1965.

LUKEFAHR, M. J.; RHYNE, C. L. Effects of nectariless cottons on populations of three lepidopterous insects. **Journal of Economic Entomology**. Lanham, v.53, p.242- 244, 1960.

SANTOS, T. M.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Resistência de genótipos de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) a *Alabama argillacea* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, p.297-303, 2001.

SILVA, E. N.; SANTOS, T. M.; RAMALHO, F. S. Desenvolvimento ninfal de *Supputius cincticeps* (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com curuquerê- do-algodoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Curitiba, v.25, p.103-108, 1996.

WILSON, F. D.; GEORGE, B. W.; FRY, K. E.; SZARO, J. L.; HENNEBERRY, T. J.; CLAYTON, T. E. Pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae) egg hatch, larval success, and pupal and adult survival on okra- and normal- leaf cotton. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.79, p.1651-1657, 1986.

**CAPÍTULO 4 - EFEITO DE LAGARTAS DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) ALIMENTADAS EM CULTIVARES DE ALGODOEIRO NO COMPORTAMENTO E BIOLOGIA DE *Podisus nigrispinus* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)**

**RESUMO** – Estudou-se a influência de cultivares de algodoeiro, sobre o comportamento e biologia de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera, Pentatomidae) em relação à presa *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). O experimento foi desenvolvido em laboratório ( $27\pm 2$  °C,  $70\pm 10\%$  de U.R. e fotofase de 12 horas), utilizando-se as cultivares NuOpal (transgênico) DeltaOpal, FMX 910 e FMX 996 (convencional). No teste de atratividade, utilizou-se um olfatômetro, o qual constou de quatro compartimentos, no interior dos quais colocou-se uma lagarta de 15 dias de idade de *S. frugiperda* alimentada naquelas cultivares, que em seguida, liberaram-se no centro deste, 12 insetos adultos do predador. Esse procedimento foi repetido 5 vezes, adotando-se o delineamento de blocos casualizados, avaliando-se o número de insetos atraídos por compartimento em 1; 3; 5; 10; 15 e 30 minutos e 1; 2; 4 e 24 horas após a liberação. Para a determinação da capacidade predatória, ninfas de 2º, 3º, 4º e 5º instares e insetos adultos do predador foram individualizadas em placas de Petri de 6 cm de diâmetro, sendo fornecidas diariamente lagartas de 3º instar com cerca de 1,5 cm de comprimento, criadas nas cultivares de algodoeiro. Forneceram-se 3 lagartas para as ninfas de segundo e terceiro instar e 6 lagartas para o quarto e quinto instar e adultos, determinando-se a média do número de lagartas de *S. frugiperda* predadas em 24 horas durante cada instar da fase ninfal e adulta de *P. nigrispinus*. O experimento constou de 10 repetições, em delineamento inteiramente casualizados. No estudo da biologia de *P. nigrispinus* alimentados com lagartas de *S. frugiperda*, ninfas de segundo instar do predador foram individualizadas em placas de Petri de 6 cm de diâmetro, no interior das quais foram disponibilizadas as presas. Diariamente ofereceram-se lagartas de *S. frugiperda*, de 15 dias de idade, criadas em folhas das cultivares estudadas, o experimento constou de 50 repetições, em delineamento inteiramente casualizado.

Diariamente foram avaliadas as durações de cada instar, longevidade de adultos, ciclo total, viabilidade total e massa corporal de adultos com 24 horas após a emergência. As lagartas de *S. frugiperda* criadas nas cultivares de algodoeiro não afetaram a atração de *P. nigrispinus*, lagartas de *S. frugiperda* criadas nas folhas da cultivar NuOpal, proporcionaram maior consumo pelas ninfas e adultos de *P. nigrispinus* e *P. nigrispinus* que se alimentaram de *S. frugiperda* provenientes da cultivar NuOpal tiveram um prolongamento em seu ciclo e menor viabilidade total.

**Palavras-chave:** Lagarta do cartucho, predador, resistência de plantas a insetos, controle biológico, interação tritrófica.

**EFFECT OF LARVAE TO *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) FOODS IN CULTIVARS OF COTTON ON THE BEHAVIOR AND BIOLOGY TO *Podisus nigrispinus* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)**

**ABSTRACT** – The influence of cotton cultivars on predator *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera, Pentatomidae) on the behavior and biology in relation to prey *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). The experiment was carried in laboratory, under controlled conditions (temperature:  $27\pm 2^{\circ}\text{C}$ , RH =  $70\pm 10\%$  and photophase of 12 hours), using the cultivars NuOpal (transgenic), DeltaOpal FMX 993, FMX 996 and FMX 910 (conventional). The attractivity test was performed with an olfactometer, which consisted of four compartments. One 15 day old larva fed with one of the cultivars was placed in each compartment Twelve adults of the predator were then released at the center. This procedure was repeated 5 times, adopting the randomized block design, and the number of insects attracted to each compartment was counted 5, 10, 15 and 30 minutes and 1, 2, 6 and 24 hours after releasing, the design adopted was the randomized blocks. To determine the ability of predatory, nymphs of 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> instars and adults of predatory insects were individualized in Petri dishes of 6 cm in diameter, with daily supply of 3<sup>rd</sup> instar larvae of about 1.5 cm of length, created in the cultivars of cotton. 3 caterpillars are provided for the nymphs of the second and third instar, and 6 caterpillars for the fourth and fifth instar and adults, determining the average number of larvae to *S. frugiperda* predation in 24 hours during each instar of nymphal and adult stage to *P. nigrispinus*. The experiment consisted of 10 repetitions in a randomized design. In the study of the biology of *P. nigrispinus* fed larvae of *S. frugiperda*, second instar nymphs of the predator were individualized in Petri dishes of 6 cm in diameter, inside of which the prisoners were released. Offered daily was caterpillars *S. frugiperda*, 15 days old, reared on leaves of the cultivars studied, the experiment consisted of 50 repetitions in a randomized design. Daily evaluated the duration of each call, longevity of adults, total cycle, viability and total body mass of adults at 24 hours after emergency. The cotton cultivars affected the attraction of *P. nigrispinus* for pest *S. frugiperda*. During the nymphal stage of *P. nigrispinus*, the

average consumption of larvae of *S. frugiperda* was greater when the nymphs fed up with larvae reared on leaves of variety NuOpal. *P. nigrispinus* that fed to *S. frugiperda* from NuOpal variety had an extension on his cycle and lower total viability.

**Key words:** Fall armyworm, predator, plant resistance to insects, biological control, tritrophic interaction.

## 1. INTRODUÇÃO

Para o controle biológico de *S. frugiperda*, várias espécies de inimigos naturais atuam reduzindo o número de ovos e lagartas desse noctuídeo, merecendo destaque de acordo com MEDEIROS et al. (1998) o percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). Devido à importância desses inimigos naturais, é de relevância estudos avaliando também o impacto da resistência sobre o terceiro nível trófico representado por esses agentes naturais.

Até recentemente, pesquisas visando o emprego associado dessas táticas de controle eram pouco freqüentes, restringindo-se, na maior parte das vezes, à busca isolada de cultivares resistentes ou de inimigos naturais para controle de pragas (VENDRAMIM, 2002).

Maior eficiência pode ainda ser obtida através do manejo integrado, que apregoa a associação de diferentes métodos de controle. VENDRAMIM (2002) afirmou que o controle de pragas baseado no manejo integrado com a utilização de forma harmoniosa de diferentes técnicas levando-se em consideração princípios ecológicos, econômicos e sociais com o objetivo de manter as pragas abaixo do nível de dano econômico é o mais adequado.

O desenvolvimento de cultivares de plantas resistentes a insetos-praga específicos, nem sempre inclui uma avaliação da influência de fatores de resistência sobre os inimigos naturais das pragas (SCHUSTER et al., 1976). De acordo com TREACY et al. (1985) no desenvolvimento e avaliação de cultivares resistentes, a interação tritrófica deve ser considerada para otimizar a resistência de plantas e estabelecer programas de proteção de plantas ecologicamente corretos.

Nesse contexto, pesquisas têm sido conduzidas avaliando a interação entre plantas resistentes e predadores (ORR & BOETHEL, 1986; FARID et al., 1997; BOIÇA JUNIOR et al., 2002). No entanto, poucos trabalhos têm relacionado à associação ao predador *P. nigrispinus* a cultivares resistentes de algodoeiro a *S. frugiperda*.

BOIÇA JUNIOR et al. (2002); SANTOS (2001), avaliando a influência de lagartas *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com genótipos de algodoeiro

com diferentes níveis de gossipol sobre *P. nigrispinus*, verificaram que o consumo do predador foi maior nos genótipos resistentes CNPA 9211-41 e CNPA 9211-31. No entanto, esse aleloquímico não influenciou negativamente o terceiro nível trófico, representado por *P. nigrispinus*, predador de *A. argillacea*. Esse fato é um indicativo da possibilidade do uso integrado de plantas resistentes e o controle biológico em um programa de manejo integrado de pragas em algodoeiro.

O algodoeiro transformado geneticamente com genes de *Bacillus thuringiensis* (Bt) produz continuamente toxinas contra lepidópteros praga. A expressão contínua de toxina(s) cria oportunidade para a exposição de organismos não alvos e transferência para níveis tróficos superiores.

Considerando a importância da associação resistência de plantas e controle biológico e a avaliação da influência de fatores de resistência sobre os inimigos naturais das pragas, avaliou-se a influência da presa *S. frugiperda* alimentada em diferentes cultivares de algodoeiro, sobre o comportamento e biologia do predador *P. nigrispinus*.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram realizados no Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) – Campus de Jaboticabal, sendo os ensaios conduzidos no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, sob temperatura de  $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

### **2.1 Criação do predador *P. nigrispinus***

No Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos em condições controlada de temperatura, umidade e fotofase, adultos do predador foram mantidos aos casais em potes de plástico transparentes de 9,5 cm de altura e 9 de diâmetro. Na tampa, através de um orifício de um 1 cm de diâmetro, foi inserido um de vidro de 2,5 mL do tipo anestésico contendo água com a extremidade aberta voltada para o interior do pote e

vedada com um chumaço de algodão, para manter a umidade e fornecimento de água aos predadores.

As presas oferecidas foram larvas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), onde mantiveram-se quinze ninfas do predador por pote. Devido às ninfas de primeiro ínstar não serem predadoras (ZANUNCIO et al., 1991), estas foram mantidas em placas de Petri de 9 cm diâmetro, alimentando-se de resíduos de ovos e água. A partir do segundo ínstar, foram transferidas para potes, como aqueles utilizados para os adultos.

A alimentação e a troca dos potes foram realizadas três vezes por semana sendo os ovos retirados do interior do pote com o auxílio de um chumaço de algodão e mantidas em placas de Petri até a eclosão das ninfas. Para manter a umidade, utilizou-se em cada placa um chumaço de algodão hidrófilo embebido em água.

## **2.2 Capacidade predatória de *P. nigrispinus* alimentados com lagartas de *S. frugiperda* alimentada em diferentes cultivares de algodoeiro**

Ninfas de segundo ínstar de *P. nigrispinus* foram individualizadas em placas de Petri de 9 cm de diâmetro, contendo um tubo de vidro de 2,5 mL do tipo anestésico contendo água com a extremidade aberta voltada para o interior da placa e vedada com um chumaço de algodão, para manter umidade e fornecimento de água ao predador. Foi adotado um delineamento de blocos inteiramente casualizados com 30 repetições e 05 tratamentos (cultivares).

O experimento foi iniciado com ninfas de segundo instar do predador, fornecendo-se diariamente lagartas de 3<sup>o</sup> ínstar de *S. frugiperda* (cerca de 1,5 cm de comprimento) as quais foram alimentadas com folhas das cultivares estudadas.

Para determinar a capacidade predatória, as lagartas foram retiradas 24 horas após a exposição ao predador e determinado para cada instar ninfal e fase do adulto o número médio de lagartas predadas. Foram consideradas lagartas predadas aquelas que apresentaram lesões no tegumento, ausência de mobilidade e o conteúdo do corpo parcial ou totalmente sugado pelo predador.

### **2.3 Influência da presa *S. frugiperda* alimentada com diferentes cultivares de algodoeiro na atração de *P. nigrispinus***

Para estudar a atratividade de adultos de *P. nigrispinus* por lagartas de *S. frugiperda* utilizou-se um olfatômetro. O aparelho é constituído de quatro compartimentos e um fluxo de ar para possibilitar o caminhamento do “frass”, para a detecção dos odores oriundos das lagartas.

Para a montagem do olfatômetro foram utilizadas arenas circulares de PVC (8,0 cm de diâmetro) vedada nas partes superior e inferior com tampa de acrílico, sendo que na tampa superior tem um orifício para a entrada do fluxo de ar. Os compartimentos foram localizados na parede da arena, constituídos de mangueira de silicone (2,54 cm de diâmetro) fechada com tecido tipo “voile” a fim de evitar a fuga das lagartas. A sucção do ar foi produzido por um aparelho de inalação marca Nevoni 6006, ligado através de uma mangueira de silicone até as arenas, promovendo a entrada do ar através da extremidade da mangueira fechada pelo tecido “voile”, conforme ANGELINI (2007).

Em cada compartimento foi colocado uma lagarta de dez dias de idade de *S. frugiperda* alimentada com as cultivares selecionadas nos experimentos anteriores, sendo três com características de resistência e um suscetível, que foi adotado como padrão para confrontação dos dados. Em seguida, foram liberados no centro do olfatômetro, oito insetos adultos do predador.

Esse procedimento foi repetido 10 vezes, avaliando-se o número de insetos atraídos por compartimento a 5; 10; 15 e 30 minutos e 1; 2; 6 e 24 horas após a liberação dos predadores.

### **2.4 Aspectos biológicos de *P. nigrispinus* alimentado com lagartas de *S. frugiperda* alimentada em diferentes cultivares de algodoeiro**

Para a instalação do teste, ninfas de segundo ínstar do predador, provenientes da criação estoque, foram transferidas individualmente para uma placa de Petri de 9 cm

de diâmetro, contendo um tubo de vidro de 2,5 mL do tipo anestésico contendo água com a extremidade aberta voltada para o interior da placa e vedada com um chumaço de algodão, para manter umidade e fornecimento de água ao predador.

Diariamente foi oferecido como presas, de 2 a 6 lagartas de 10 dias de idade (cerca de 2,0 cm de comprimento) de *S. frugiperda*, criadas em folhas das cultivares de algodoeiro. A densidade diária de lagartas fornecidas foi baseada em testes preliminares realizados em laboratório, aumentando em decorrência do desenvolvimento do inseto.

Os tratamentos foram repetidos 50 vezes, totalizando 50 ninfas por cultivar estudada. As observações foram realizadas diariamente anotando-se as durações de cada instar, viabilidade total, massa corporal dos insetos adulto 24 horas após a emergência e longevidade dos adultos sem alimentação.

## 2.5 Análise estatística

Os dados obtidos em todos os experimentos foram submetidos à análise de variância pelo teste de Fisher e no caso de efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando os valores na Tabela 1 para o número médio de adultos de *Podisus nigrispinus* atraídos por lagartas de *Spodoptera frugiperda*, criadas nas cultivares, visualiza-se que os materiais de algodoeiro influenciaram na atração do predador em relação a praga após 2 horas da liberação.

Nas avaliações realizadas de 2 a 24 horas após a liberação do predador, as lagartas alimentadas na cultivar DeltaOpal (1,4 a 2,0 percevejos) foram as mais atrativas, diferindo significativamente das alimentadas nas cultivares FMX 910 (0,0 a 0,4 percevejos) e FMX 966 (0,0 a 0,4 percevejos). Esses resultados evidenciam

possivelmente a presença de cairomônios em lagartas criadas na cultivar DeltaOpal que promoveram a maior atratividade do predador.

Segundo PFANNESTIEL et al. (1995), percevejos predadores, em geral, podem localizar as presas através de suas fezes, por sinais visuais a pequenas distâncias ou por estímulos vibratórios, emitidos durante o processo de alimentação da lagarta na superfície foliar.

**Tabela 1:** Número médio de adultos de *Podisus nigrispinus*, atraídos, por lagartas de *Spodoptera frugiperda*, criadas em cultivares de algodoeiro. 27±2 °C, 70±10% de U.R. e fotofase de 12 horas. Jaboticabal/SP, 2008.

Cultivares	Número de adultos atraídos em minutos <sup>†</sup>			
	5	10	15	30
DeltaOpal	0,2±0,13	0,6±0,12	0,6±0,15	0,6±0,22
NuOpal	0,0±0,0	0,2±0,10	0,4±0,22	0,4±0,25
FMX 910	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
FMX 966	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,2±0,10
C.V (%)	3,45	22,23	16,67	15,78
F. (Trat.)	0,76 <sup>NS</sup>	1,23 <sup>NS</sup>	1,22 <sup>NS</sup>	1,12 <sup>NS</sup>
Cultivares	Número de adultos atraídos em horas <sup>†</sup>			
	1	2	6	24
DeltaOpal	1,2±0,22	1,4±0,22 a	1,6±0,25 a	2,0±0,40 a
NuOpal	1,0±0,21	0,6±0,30 ab	0,6±0,30 ab	1,0±0,25 ab
FMX 910	0,2±0,10	0,2±0,10 b	0,0±0,0 b	0,4±0,25 b
FMX 966	0,4±0,20	0,2±0,12 b	0,0±0,0 b	0,4±0,22 b
C.V (%)	19,98	21,12	38,86	39,92
F. (Trat.)	1,36 <sup>NS</sup>	3,12 <sup>*</sup>	3,16 <sup>*</sup>	3,28 <sup>*</sup>

<sup>†</sup>Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (Para análise os dados foram transformados em  $(x + 0,5)^{1/2}$ ). <sup>\*\*</sup>Significativo a 1% de probabilidade. <sup>\*</sup>Significativo a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo.

A duração dos estádios ninfais de *P. nigrispinus* foi influenciada pelas cultivares de algodoeiro, o qual alimentou a sua presa, somente para o terceiro instar do percevejo (Tabela 2).

**Tabela 2:** Duração (dias) média dos instar, longevidade de adultos (dias), ciclo total (dias), viabilidade total (%) e peso de adultos (g) de *Podisus nigrispinus*, alimentados por lagartas de *Spodoptera frugiperda*, criadas em cultivares de algodoeiro. 27±2 °C, 70±10% de U.R. e fotofase de 12 horas. Jaboticabal/SP, 2008.

Cultivares	Duração ±EP <sup>1</sup>			
	2º Instar	3º Instar	4º Instar	5º Instar
<b>DeltaOpal</b>	3,20±0,44	3,23±0,45 b	5,47±0,60	5,02±0,93
<b>NuOpal</b>	3,60±0,37	4,90±0,33 a	6,59±0,46	7,40±0,74
<b>FMX 993</b>	3,10±0,38	3,80±0,42 ab	4,94±0,36	7,10±1,00
<b>FMX 910</b>	3,20±0,41	4,52±0,42 ab	5,53±0,69	5,10±1,02
<b>FMX 966</b>	3,30±0,39	3,38±0,33 ab	5,70±0,59	6,70±0,72
<b>C.V (%)</b>	20,01	19,61	18,24	19,99
<b>F. (Trat.)</b>	0,98 <sup>NS</sup>	3,51 <sup>**</sup>	1,05 <sup>NS</sup>	1,08 <sup>NS</sup>
Cultivares	Parâmetros Biológicos <sup>1</sup>			
	Longevidade de adulto	Ciclo Total	Viabilidade Total	Massa de Adultos
<b>DeltaOpal</b>	9,04±1,21	25,96±1,11 b	40,00±10,94 ab	15,77±1,51
<b>NuOpal</b>	11,08±1,02	33,57±1,42 a	20,00±9,18 b	11,14±2,02
<b>FMX 993</b>	10,06±0,88	29,00±1,10 ab	30,00±10,51ab	13,23±1,79
<b>FMX 910</b>	12,01±0,85	30,36±1,74 ab	35,00±11,25ab	14,38±0,62
<b>FMX 966</b>	11,06±0,96	30,14±1,40 ab	60,00±11,24 a	10,83±1,76
<b>C.V (%)</b>	13,67	16,17	70,54	36,93
<b>F. (Trat.)</b>	0,58 <sup>NS</sup>	2,60 <sup>*</sup>	1,93 <sup>*</sup>	1,08 <sup>NS</sup>

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (Para análise os dados foram transformados em  $(x + 0,5)^{1/2}$ ). <sup>\*\*</sup>Significativo a 1% de probabilidade. <sup>\*</sup>Significativo a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo.

O segundo ínstar do predador apresentou intervalo de variação de 3,1 a 3,6 dias. Resultados similares foram obtidos por SANTOS et al. (1995) de 3,0 dias e MEDEIROS et al. (1998) de 3,7 dias, estudando o desenvolvimento ninfal dessa mesma espécie de percevejo alimentado com lagartas de *A. argillacea*. No entanto, OLIVEIRA (2000) verificou uma duração média de 4,0 dias e BOIÇA JUNIOR et al. (2002) de 3,0 dias, para esse ínstar quando ninfas de *P. nigrispinus* foram alimentadas com lagartas de *A. argillacea* criadas em folhas de algodoeiro da cultivar CNPA Precoce 1.

No terceiro ínstar as lagartas alimentadas nas cultivares influenciaram a duração desta fase do ciclo do predador, tendo o maior valor naqueles percevejos alimentados

em NuOpal (4,90 dias) que diferiram de DeltaOpal (3,23 dias) com o menor valor. Valores próximos a estes foram observados por SANTOS et al. (1995), MEDEIROS et al. (1998) e BOIÇA JUNIOR et al. (2002) para ninfas de *P. nigrispinus* alimentadas com lagartas de *A. argillacea*.

O quarto e quinto ínstaes de *P. nigrispinus* apresentaram intervalo de duração de 4,94 a 6,59 dias e 5,02 a 7,40 dias, respectivamente (Tabela 2). Valores inferiores foram observados por BOIÇA JUNIOR et al. (2002), porém valores próximos foram visualizados por OLIVEIRA (2000) para a mesma espécie de predador alimentado com lagartas de *A. argillacea* em diferentes genótipos de algodoeiro.

Em relação aos parâmetros biológicos avaliados (Tabela 2), as cultivares não influenciaram na longevidade de adulto de *P. nigrispinus* que apresentou intervalo de duração de 9,04 a 12,01 dias e massa de adultos com variação de 10,83 a 15,77 gramas.

Segundo O'NEIL & WIEDENMANN (1990), o peso do predador reflete seu regime alimentar, ou seja, indivíduos alimentados de forma adequada ganham mais massa do que aqueles que se alimentam menos. Sendo assim, pode-se mencionar que os insetos alimentados na cultivar DeltaOpal conferiram tendências de melhor performance ao predador *P. nigrispinus* ao proporcionar maior peso corporal.

Ainda na Tabela 2, observa-se que as cultivares influenciou no ciclo total com valores entre 25,96 a 33,57 dias e na viabilidade total com valores de 20,00 a 60,00 % de sobrevivência. Observando os valores das pesquisas de BOIÇA JUNIOR et al. (2002), nota-se valores superiores para a viabilidade total, porém próximos para o peso dos insetos.

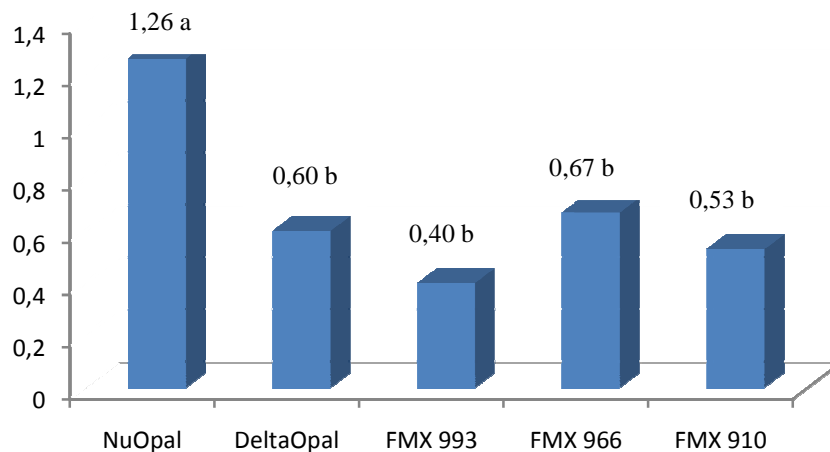
LOVEI & ARPAIA (2005) relatando sobre o impacto de plantas transgênicas sobre diferentes inimigos naturais, mostraram em condições de laboratório que plantas geneticamente modificadas propiciaram efeito negativo em diversas espécies de insetos benéficos e que os parâmetros biológicos: longevidade, reprodução e viabilidade são os mais afetados.

TORRES (2007) observou que alimentação ocasional direta sobre plantas exibida por percevejos predadores não foi suficiente para adquirir níveis detectáveis de

toxina. Os resultados negativos da presa alimentada na cultivar NuOpal e o efeito no predador *P. nigrispinus* pode estar relacionada ao custo adaptativo do inseto em metabolizar a toxina, perdendo a capacidade de defesa conseqüentemente reduzindo o tamanho das lagartas.

Pelos dados das Figuras de 1 a 5 nota-se pelo número médio de lagartas de *S. frugiperda* predadas por ninfas e adultos de *P. nigrispinus* que as cultivares de algodoeiro influenciaram no comportamento de predação do percevejo.

O número médio de lagartas de *S. frugiperda* predadas por ninfas de segundo ínstar de *P. nigrispinus* foi influenciado pelas cultivares de algodoeiro, nos quais foram criadas a sua presa (Figura 1). As ninfas que se alimentaram de lagartas criadas em folhas da cultivar NuOpal (1,26 lagartas) apresentaram maior capacidade predatória.

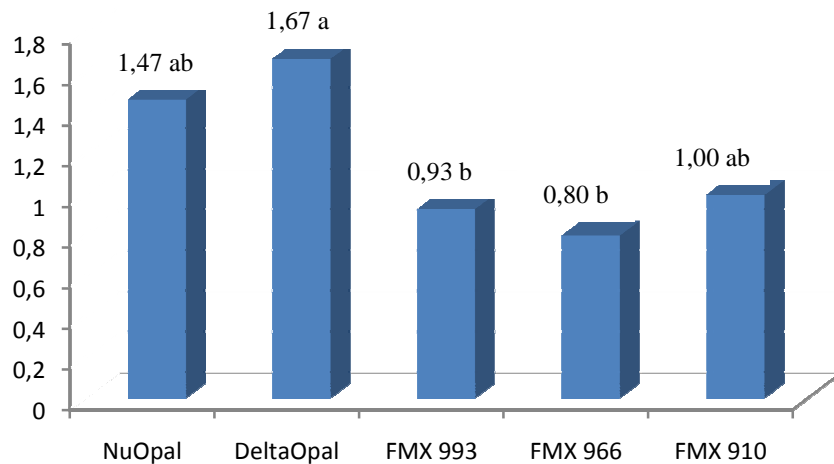


**Figura 1** - Número médio de lagartas de *Spodoptera frugiperda* predadas por *Podisus nigrispinus* durante 24 horas no estágio de 2º ínstar à  $27\pm 2$  °C,  $70\pm 10\%$  de U.R. e fotofase de 12 horas. As letras diferentes sobre as barras representam médias estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a ( $P > 0,01$ ), (F tratamentos = 6,03\* e C.V (%) = 23,15). Jaboticabal/SP, 2008.

BOIÇA JUNIOR et al. (2002), avaliando a capacidade predatória do mesmo predador sob a presa *A. argillacea* alimentada em genótipos de algodoeiro resistente devido a presença de gossipol, observaram maiores taxa de predação em lagartas

alimentadas nestes genótipos, devido esta substância promover a redução no desenvolvimento e tamanho larval de alguns lepidópteros.

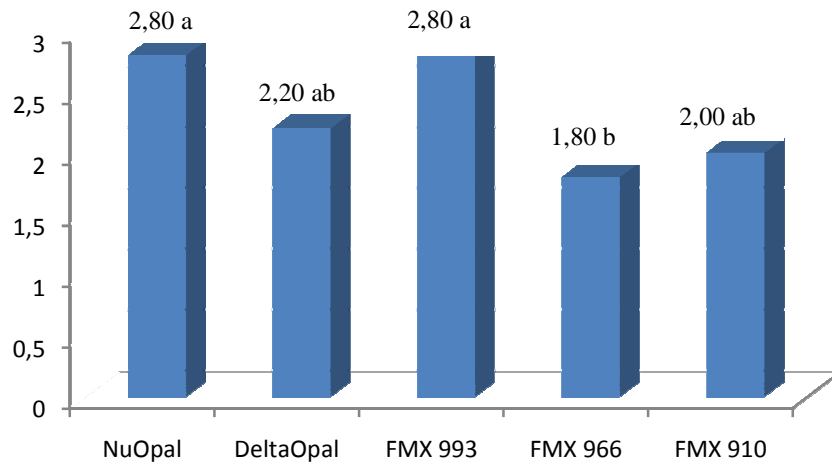
No terceiro instar (Figura 2), as ninfas que se alimentaram de lagartas criadas na cultivar DeltaOpal consumiram em média 1,67 lagartas durante este estágio, diferindo de FMX 993 (0,93 lagarta), FMX 966 (0,80 lagarta) e FMX 910 (1,00 lagarta).



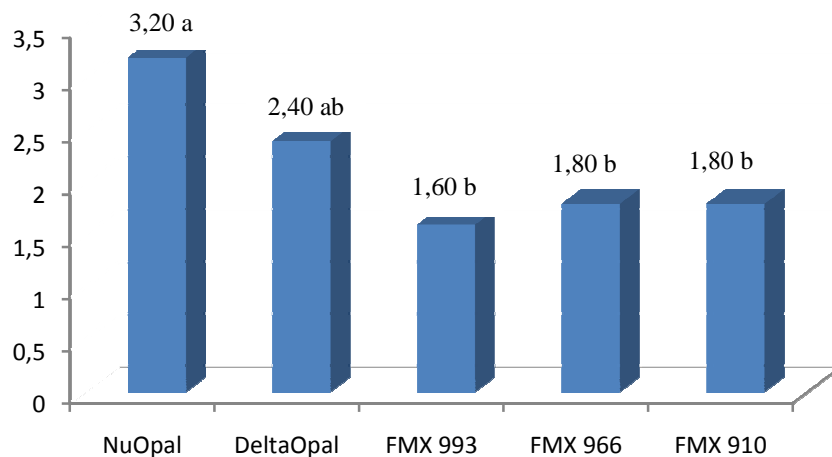
**Figura 2** - Número médio de lagartas de *Spodoptera frugiperda* predadas por *Podisus nigrispinus* durante 24 horas no estágio de 3º instar à  $27\pm 2$  °C,  $70\pm 10\%$  de U.R. e fotofase de 12 horas. As letras diferentes sobre as barras representam médias estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a ( $P > 0,01$ ), (F tratamentos =  $4,50^{**}$  e C.V (%) = 23,31). Jaboticabal/SP, 2008.

Quanto a capacidade predatória de ninfas de quarto instar de *P. nigrispinus* em relação a *S. frugiperda* (Figura 3), nota-se maiores valores para as lagartas alimentadas nas cultivares NuOpal (2,80 lagartas) e FMX 993 (2,80 lagartas), diferindo de FMX 996 (1,80 lagartas).

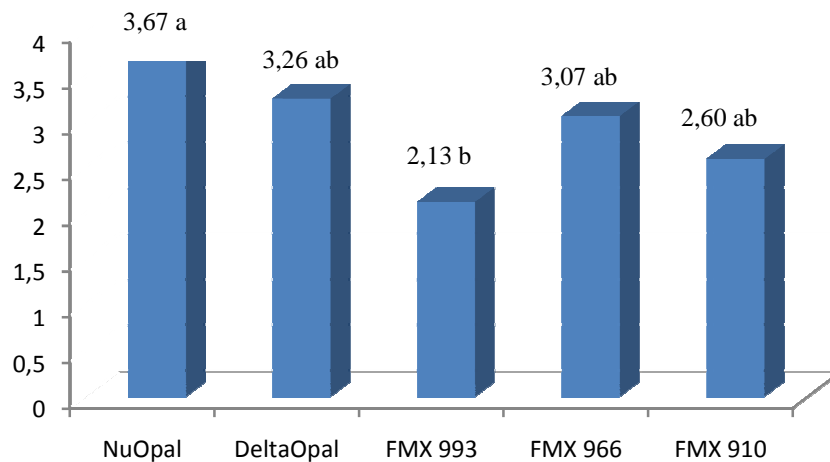
Novamente, no quinto instar (Figura 4), ninfas de *P. nigrispinnus* predaram maiores números de lagartas criadas na cultivar NuOpal (3,20 lagartas) e menor número de lagartas criadas em FMX 993 (1,80 lagartas), FMX 966 (1,60 lagartas) e FMX 910 (1,80 lagartas).



**Figura 3** - Número médio de lagartas de *Spodoptera frugiperda* predadas por *Podisus nigrispinus* durante 24 horas no estágio de 4º ínstar à  $27\pm 2$  °C,  $70\pm 10\%$  de U.R. e fotofase de 12 horas. As letras diferentes sobre as barras representam médias estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a ( $P>0,01$ ), (F tratamentos =  $3,79^{**}$  e C.V (%) = 17,47). Jaboticabal/SP, 2008.



**Figura 4** - Número médio de lagartas de *Spodoptera frugiperda* predadas por *Podisus nigrispinus* durante 24 horas no estágio de 5º ínstar à  $27\pm 2$  °C,  $70\pm 10\%$  de U.R. e fotofase de 12 horas. As letras diferentes sobre as barras representam médias estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a ( $P>0,01$ ), (F tratamentos =  $4,31^{**}$  e C.V (%) = 18,64). Jaboticabal/SP, 2008.



**Figura 5** - Número médio de lagartas de *Spodoptera frugiperda* predadas por *Podisus nigrispinus* durante 24 horas no estágio adulto à  $27\pm 2$  °C,  $70\pm 10\%$  de U.R. e fotofase de 12 horas. As letras diferentes sobre as barras representam médias estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a ( $P > 0,01$ ), (F tratamentos =  $7,10^{**}$  e C.V (%) = 20,16). Jaboticabal/SP, 2008.

Na fase adulta (Figura 5), ocorreram maiores predações em NuOpal (3,67 lagartas) e menores em FMX 993 (2,13 lagartas).

De uma maneira geral pelos dados da capacidade predatória de ninfas e adultos de *P. nigrispinnus* sobre a lagarta *S. frugiperda*, constataram-se maiores valores para lagartas alimentadas na cultivar NuOpal. As lagartas que se alimentaram dessa cultivar eram de tamanho reduzido, e assim com qualidade alimentar inferior, devido a inserção dos genes Cry 1 Ac, nptII, e aad no genoma desta cultivar, proveniente de *Bacillus thuringiensis*, capaz de formar cristais contendo endotoxinas com ação inseticida sobre lagartas de lepidóptera (CTNBIO, 2005).

O maior consumo de lagartas de *S. frugiperda* criadas com folhas de cultivares de algodoeiro resistente, pelo predador *P. nigrispinus*, indica compatibilidade entre a utilização de plantas resistentes e o controle biológico, pois ocorre um efeito indesejável a lagarta, porém incrementa-se na maior predação pelo *P. nigrispinus*.

Esses valores são próximos dos encontrados em estudos realizados com outros lepidópteros. SANTOS (2001) observou que o número médio de lagartas de *A. argillacea* predadas na fase adulta de *P. nigrispinus* diariamente em média foi de 2,43 a

3,51. No entanto, os resultados obtidos no presente trabalho são superiores aos encontrados por OLIVEIRA (2000) que observou número médio de lagartas de *A. argillacea* predadas por adultos de *P. nigrispinus* de 0,7 a 0,8 em condições de campo.

O fato de ocorrer em laboratório maiores taxas de predação pode estar relacionado às condições utilizadas, pois neste caso as presas ficam mais expostas ao predador (OLIVEIRA et al., 2001).

Os resultados encontrados nesse trabalho estão de acordo com aqueles observados por BOIÇA JÚNIOR et al. (2002), ao afirmar *P. nigrispinus* durante o terceiro, quarto e quinto ínstar predou de 2,0 a 2,5; 2,8 a 3,8 e de 6,9 a 8,0 lagartas de *A. argillacea*, respectivamente, alimentadas em diferentes genótipos de algodoeiro. SAAVEDRA et al. (1997) observaram que fêmeas de *P. nigrispinus* predam de 4 a 6 lagartas de terceiro instar de *Anticarsia gemmatalis* (Hubner, 1818)(Lepidoptera:Noctuidae) em placas de Petri, durante 30 min., porém em casa de vegetação predam no máximo 1,1 lagartas por dia.

#### 4. CONCLUSÕES

- As lagartas de *S. frugiperda* criadas nas cultivares de algodoeiro não afetaram a atração de *P. nigrispinus*;
- Lagartas de *S. frugiperda* criadas nas folhas da cultivar NuOpal, proporcionaram maior consumo pelas ninfas e adultos de *P. nigrispinus*; e,
- *P. nigrispinus* que se alimentaram de *S. frugiperda* provenientes da cultivar NuOpal tiveram um prolongamento em seu ciclo e menor viabilidade total.

## 5. REFERÊNCIAS

ANGELINI, M. R. **Efeito de genótipos de maracujazeiro sobre *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae) e associação ao predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae)**. 2007. 108p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SANTOS, T. M.; SOARES J. J. Influência de genótipos de algodoeiro sobre o desenvolvimento e capacidade predatória de ninfas de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851). **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, v. 69, p. 75-80, 2002.

CTNBIO. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Parecer técnico prévio conclusivo nº 513/2005. In: **Reunião ordinária da CTNBIO**. 86. 2005. 53p.

FARID, A.; JOHNSON, J. B.; QUISENBERRY, S. S. Compatibility of a coccinellid predator with a Russian wheat aphid resistant wheat. **Journal of the Kansas Entomological Society**, Lawrence, v.70, p. 114-119, 1997.

LOVEI, G. L.; ARPAIA, S. The impact of transgenic plants on natural enemies: a critical review of laboratory studies. **Entomologia Experimentalis et applicata**, Oxon, v.114, p.1-14, 2005.

MEDEIROS, R.S.; LEMOS, W.P.; RAMALHO, F.S. Efeitos da temperatura no desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera, Pentatomidae), predador do curuquerê-do-algodoeiro (Lepidoptera:Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**. São Paulo, v.42, p.121-130, 1998.

O'NEIL, R. J.; WEIDENMANN, R. N. Body weight of *Podisus maculiventris* under various feeding regimens. **Canadian Entomologist**. Ottawa, v. 122, p. 285-293, 1990.

OLIVEIRA, J. E. M. **Desenvolvimento e reprodução de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de algodão e de tomate e seu potencial para o controle de *Alabama argillacea* (Lepidoptera:Noctuidae).** 2000. 96f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) - Universidade Rural de Pernambuco. Recife, 2000.

OLIVEIRA, J. E. M.; TORRES, J. B.; CARRANO-MOREIRA, A. F.; ZANUNCIO, J. C. Efeito da densidade de presas e do acasalamento na taxa de predação de fêmeas de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em condições de laboratório e campo. **Neotropical Entomology**. Londrina, v. 30, n.4, p. 647-654, 2001.

ORR, D. B.; BOETHEL, D. J. Influence of plant antibiosis through four trophic levels. **Oecologia**. Berlin, v.70, p.242-249, 1986.

PFANNESTIEL, R. S.; HUNT, R. E.; YEARGAN, K. V. Orientation of a hemipteran predator to vibrations produced by feeding caterpillars. **Journal of Insect Behavior**. Springer, v. 8, p. 1-9. 1995.

SAAVEDRA, J. L. D.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; GUEDES, R. N. Prey capture ability of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera:Pentatomidae) reared for successive generations on a meridic diet. **Journal of Applied Entomology**. Berlin, v. 121, p. 327-330, 1997.

SANTOS, T. M. **Influência de genótipos de algodoeiro sobre *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera:Noctuidae) e seu predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera:Pentatomidae).** 2001. 111p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

SANTOS, T. M.; SILVA, E. N.; RAMALHO, F. S. Desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth (Hemiptera:Pentatomidae) alimentado com curuquerê-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.30, p.163-167, 1995.

SCHUSTER, M. F.; LUKEFAHR, M. J.; MAXWELL, F. G. Impact of nectariless cotton on plant bug and natural enemies. **Journal of Economic Entomology**. Lanhan, v. 69, p. 400-402, 1976.

TORRES, J. B. Avaliação de efeitos potenciais do algodão Bt sobre percevejos predadores In: X SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, **CD-ROOM**, Brasília, 2007.

TREACY, M. F.; ZUMMO, G. R.; BENEDICT, J. H. Interactions of host-plant resistance in cotton with predator and parasites. **Agriculture Ecosystems & Environment**. Amsterdam, v.13, p. 151-157, 1985.

VENDRAMIM, J. D. O controle biológico e a resistência de plantas. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 511-528.

ZANUNCIO, J. C.; NASCIMENTO, E. C.; SANTOS, G. P.; ARAÚJO, F. S. Aspectos biológicos do predador *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 20, p. 243-249, 1991.

## CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude da necessidade de controle das pragas na cotonicultura alguns produtores buscam técnicas alternativas. Assim, a resistência de plantas é uma tática de controle desejável e juntamente com o controle biológico podem atuar juntas no manejo integrado de pragas. Embora essas práticas sejam consideradas de grande importância, os estudos relacionando cultivares resistentes e controle biológico é escasso.

Com base nos resultados encontrados no presente trabalho para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), pode-se concluir que a variedade NuOpal apresenta resistência do tipo não-preferência para alimentação e/ou antibiose e a cultivar FMX 910 é suscetível a *S. frugiperda*.

Em relação a *Alabama argillacea* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), todas as cultivares foram igualmente ovipositadas. As cultivares NuOpal e FMT 701 apresentaram resistência do tipo não-preferência para alimentação. As cultivares NuOpal, FMT 701 e FMX 910 apresentaram resistência do tipo antibiose e as cultivares com alta suscetibilidade foram FMX 966 e DeltaOpal.

As cultivares de algodoeiro utilizados na alimentação de *S. frugiperda* influenciaram o a capacidade predatória, a atração e o desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae).

Durante a fase ninfal de *P. nigrispinus*, o consumo médio de lagartas de *S. frugiperda* foi maior quando as ninfas alimentaram-se com lagartas criadas em folhas da variedade NuOpal. *P. nigrispinus* que se alimentaram de *S. frugiperda* provenientes da variedade NuOpal tiveram um prolongamento em seu ciclo.

Os resultados obtidos nesse trabalho mostram a influência de cultivares de algodoeiro sobre o terceiro nível trófico. Dentre as cultivares estudadas DeltaOpal influenciou positivamente o predador, proporcionando uma diminuição da duração do ciclo total, o que conseqüentemente leva a um aumento do número de gerações do predador. Além disso, predadores que se alimentaram de lagartas criadas nesta

variedade obtiveram também maior massa corporal. *P. nigrispinus* alimentados com lagartas alimentadas com a variedade FMX 966 apresentaram maior viabilidade total.

A variedade NuOpal proporcionou as menores viabilidades de *P. nigrispinus*, porém maiores capacidades predatórias, mostrando-se a possibilidade de associação entre a resistência de plantas e o uso do controle biológico, já que nesta variedade *S. frugiperda* têm sua biologia afetada negativamente.