

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

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Spodoptera cosmioides*
WALKER, 1858 (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NAS
CULTIVARES DE ALGODOEIRO DeltaOPAL E NuOPAL
(BOLLGARD I).**

Carolina Rodrigues de Araújo
Bióloga

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Fevereiro de 2009

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

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Spodoptera cosmioides*
WALKER, 1858 (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NAS
CULTIVARES DE ALGODOEIRO DeltaOPAL E NuOPAL
(BOLLGARD I).**

Carolina Rodrigues de Araújo

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Busoli

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2009

A663a Araújo, Carolina Rodrigues de
Aspectos biológicos de *Spodoptera cosmioides* Walker, 1858
(Lepidoptera: Noctuidae) nas cultivares de algodoeiro DeltaOPAL e
NuOPAL (Bollgard I) / Carolina Rodrigues de Araújo. -- Jaboticabal,
2009
vi, 42 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009
Orientador: Antonio Carlos Busoli
Banca examinadora: Arlindo Leal Boiça Junior, Marcos Doniseti
Michelotto
Bibliografia

1. CrylAc. 2. *Gossypium hirsutum*. 3. Lepidoptera. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.78:633.51

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

CAROLINA RODRIGUES DE ARAÚJO – Filha de Armando Dias de Araújo (*in memoriam*) e Jucilene Rodrigues da Silva, natural de Piracicaba, SP, nascida no dia 16 de julho de 1982. Formada no curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos no ano de 2006. No ano de 2007 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Entomologia Agrícola, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) – UNESP – Campus de Jaboticabal, SP.

Dedico

Aos meus pais

Armando Dias de Araújo (*in memoriam*)

Jucilene Rodrigues da Silva

Ao meu esposo

Deivid Augusto Barretos

Às minhas irmãs

Isabela Rodrigues de Araújo

Joyce Rodrigues de Araújo

Este trabalho, além de dedicado a Armando Dias de Araújo, meu querido e saudoso pai, busca também homenageá-lo por sua contribuição para a Entomologia de nosso país, como professor e pesquisador, sempre incentivando e ressaltando a importância de estudos sobre os insetos.

“How I wish, how I wish you were here
We're just two lost souls
Swimming in a fish bowl,
Year after year,
Running over the same old ground.
What have we found?
The same old fears
Wish you were here”
(Pink Floyd)

AGRADECIMENTOS

- A Deus, por iluminar meu caminho e me dar forças para não desanimar nos momentos de dúvida e incerteza.
- À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, através do Departamento de Fitossanidade (Entomologia), pela oportunidade concedida para a realização do curso de pós-graduação.
- Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Busoli, do Departamento de Fitossanidade (Entomologia) da FCAV, Unesp, pelos ensinamentos, orientação e importante colaboração na condução, desenvolvimento e finalização deste trabalho.
- Aos docentes do curso de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, pelos conhecimentos transmitidos.
- À CAPES pela bolsa de estudos durante o curso de pós-graduação na UNESP.
- À Prof. Dr. Angélica Maria Penteado-Dias do Departamento de Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, pela orientação e incentivo ao estudo dos insetos em minha iniciação científica.
- Ao Técnico Agrícola Alex Ribeiro, pela amizade e auxílio na preparação e implantação deste experimento.
- Às colegas de laboratório Juliana Nais e Marina Funichello, pela amizade e constante apoio.
- Aos colegas de sala de aula do curso de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, especialmente Daniell Rodrigo Rodrigues Fernandes, Natália Furlan

Miranda, Ana Paula Machado Batista, Edileusa Araújo, Francisco Sosa Duque e Aniele Campos Pianoski, pelos bons momentos compartilhados.

- Aos funcionários e amigos do Departamento de Fitossanidade Márcia Regina Macri Ferreira, Lígia Dias Tostes Fiorezzi e Lúcia Helena P. Tarina, por toda atenção e colaboração.
- Aos meus pais e irmãos, que mesmos distantes sempre me incentivaram e apoiaram na continuidade dos meus estudos e nos momentos mais difíceis.
- Ao meu amado esposo Deividy Augusto Barretos, por todo carinho, companheirismo e constante incentivo.
- A todos que direta ou indiretamente colaboraram para que este trabalho fosse realizado.

SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
ÍNDICE DE TABELAS.....	iv
RESUMO.....	v
SUMMARY.....	vi
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. REVISÃO DE LITERATURA	
2.1. A cultura do algodoeiro.....	4
2.2. Biologia de <i>S. cosmioides</i>	5
2.3. Hospedeiros e importância econômica de <i>S. cosmioides</i>	7
2.4. Monitoramento e controle de <i>Spodoptera</i> spp. em algodoeiro.....	9
2.5. Cultivar DeltaOPAL	11
2.6. Algodão NuOPAL (Bollgard® I Evento 531).....	12
2.7. Plantas transgênicas e o Manejo Integrado de Pragas.....	14
III. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Criação de manutenção de <i>S. cosmioides</i>	18
3.2. Aspectos biológicos de <i>S. cosmioides</i> alimentada com folhas de	

algodoeiro convencional e transgênico.....	20
3.2.1. Fase larval e pupal.....	20
3.2.2. Fase adulta.....	21
3.2.3. Análise estatística.....	22
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
4.1. Fase larval.....	23
4.2. Período pré-pupal e fase pupal.....	24
4.3. Fase adulta.....	25
4.4. Considerações finais.....	27
V. CONCLUSÕES.....	28
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Estágios de <i>Spodoptera cosmioides</i> : A- postura em massa, B- lagarta (Foto: FONSECA 2006); C- fêmea adulta; D- macho adulto.....	7

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela	Página
1. Média da duração dos períodos de larva, pré-pupa, pupa, larva-adulto e peso de pupas (\pm EP) de <i>S. cosmioides</i> alimentadas com cultivares de algodão convencional e transgênica. Temperatura: $26 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12h. Jaboticabal-SP, 2008.....	29
2. Viabilidade dos períodos de larva, pré-pupa e pupa e razão sexual de <i>S. cosmioides</i> alimentadas com cultivares de algodão convencional e transgênica. Temperatura: $26 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12h. Jaboticabal-SP, 2008.....	29
3. Parâmetros biológicos da fase adulta de <i>S. cosmioides</i> alimentadas com variedades de algodão convencional e transgênica. Temperatura: $26 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12h. Jaboticabal-SP, 2008.....	30

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Spodoptera cosmioides* WALKER, 1858
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NAS CULTIVARES DE ALGODOEIRO DeltaOPAL E
NuOPAL (BOLLGARD I).**

RESUMO - *Spodoptera cosmioides* Walker, 1858 é uma espécie polífaga, resistente a inseticidas em várias regiões do país e, apesar de ocorrer em baixas densidades, é considerada uma praga potencial para as culturas de algodão, soja e feijão no cerrado. Neste trabalho, estudou-se a biologia comparada de *S. cosmioides* sobre a cultivar transgênica comercial NuOPAL (Bollgard I, Evento 531) e sobre a cultivar convencional DeltaOPAL, procurando-se detectar a influência da α -endotoxina CryIAc no desenvolvimento biológico dessa espécie. O experimento foi desenvolvido em condições de laboratório ($26 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12h), a partir de lagartas recém-eclodidas e individualizadas. Foram avaliadas a duração e a viabilidade das fases imaturas, duração do ciclo biológico, peso de pupas, razão sexual, porcentagem de deformação de adultos e de adultos não liberados dos invólucros pupais, longevidade dos adultos, fecundidade e viabilidade de ovos. Os parâmetros biológicos observados não diferiram significativamente em relação às duas variedades. Na cultivar NuOPAL verificou-se maior porcentagem de ovos inviáveis, de adultos deformados e de adultos não emergidos, o que indica que essa cultivar provavelmente afeta a fase adulta de *S. cosmioides*.

Palavras-chave: CryIAc, *Gossypium hirsutum*, Lepidoptera, planta transgênica

**BIOLOGICAL ASPECTS OF *Spodoptera cosmioides* WALKER, 1858
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) IN DeltaOPAL AND NuOPAL (BOLLGARD I)
COTTON CULTIVARS.**

SUMMARY - *Spodoptera cosmioides* Walker, 1858 is a polyphagous species, presents resistance to insecticides in various regions of Brazil, and although it occurs at low densities, it's considered a potencial pest in the crop of cotton, soybeans and beans in the Brazilian cerrado. In this work was studied the comparative biology of *S. cosmioides* on the comercial transgenic NuOPAL (Bollgard I, Evento 351) and the conventional cultivar DeltaOPAL to detect the influence of endotoxin- α CryIAc on the biological development of this species. The experiment was conducted under specific conditions in a laboratory ($26 \pm 1^\circ$ C; RH: $70 \pm 10\%$; photoperiod: 12h), from newly-hatched and individualized larvae. The duration and viability of immature phases and biological cycle, weight of pupae, sex ratio, percentage of deformed adults and adults not released the pupal beg, longevity of adults, fecundity and viability of eggs were evaluated. The biological parameters observed showed that there weren't significant difference between two varieties studied. In NuOPAL cultivar there was a greater percentage of eggs unviable, deformed adults and adults not emerged, which indicates that this cultivar probably affects the adult phase of *S. cosmioides*.

Keywords: CryIAc, *Gossypium hirsutum*, Lepidoptera, transgenic plants.

I. INTRODUÇÃO

A produção de algodão no Brasil vem aumentando consideravelmente nos últimos anos e o uso de novas tecnologias nos plantios vem sendo cada vez mais adotadas pelos cotonicultores visando a obtenção de melhores produtos e maior rentabilidade da produção. A partir de 2005, através da liberação comercial da cultivar Bollgard I Evento 531 da Monsanto, denominada NuOPAL (CTNBio 2005) muitas pesquisas estão voltadas para verificar o desempenho desta cultivar, que expressa proteínas tóxicas (α -endotoxinas) da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner subsp. *kurstaki*, altamente patogênicas para lagartas de lepidópteros, como *Alabama argillacea* (Hübner, 1818), *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1844) e *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) (CTNBio 2005).

Apesar de controlar efetivamente algumas das pragas-chave da cultura do algodoeiro, outras espécies de lepidópteros são afetados apenas subletalmente pelas toxinas CryIAC expressas por essas cultivares. Nesse contexto destacam-se espécies polípagas pertencentes ao gênero *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae).

Espécies de *Spodoptera*, como *S. cosmioides* (Walker, 1858), *S. eridania* (Cramer) e *S. frugiperda* (J. E. Smith, 1797), são consideradas pragas secundárias na cultura do algodoeiro, ocorrendo geralmente em baixas densidades. Dentre essas espécies, destaca-se a crescente ocorrência de *S. cosmioides* nas últimas safras (SANTOS et al. 2003; MIRANDA et al. 2007).

S. cosmioides, citada anteriormente como *S. latifascia* (Walker, 1856), é uma espécie altamente polífaga, que ocorre em baixas densidades em diversas culturas de importância econômica. Alguns surtos dessa espécie são relatados na literatura, associados a aplicações frequentes de inseticidas de largo espectro, que destroem a fauna de inimigos naturais relacionadas a essa espécie (HABIB et al. 1983).

Em sistemas agrícolas constituídos de soja, milho, feijoeiro e algodoeiro, ocorre uma oferta continuada de alimento a insetos polípagos, como é o caso de *S. cosmioides*. O plantio contínuo e em larga escala de variedades ou plantas hospedeiras

vem se tornando um problema já que dificulta o controle desses insetos e a previsão de surtos em áreas adjacentes. Além disso, a existência de culturas irrigadas, principalmente nas regiões de cerrado, prolonga no tempo a possibilidade de sobrevivência dos insetos, aumentando o número de gerações nos diferentes agroecossistemas. Nestas condições, as mariposas estabelecem um processo migratório entre lavouras formadas por espécies vegetais semelhantes, mas implantadas em épocas diferentes, como também entre espécies vegetais diferentes (SANTOS et al. 2003).

Espécies de insetos herbívoros presentes no campo podem potencialmente alcançar densidades que ocasionam danos, dependendo de um número de fatores que são fortemente influenciados pelas características das plantas que esse inseto explora. Mudanças em características da cultura buscando suprimir a ocorrência de pragas dominantes, como a expressão de toxinas em plantas transgênicas que conferem resistência à algumas pragas, podem causar rearranjo de guilda. Estas mudanças na estrutura da comunidade pode levar a inesperados surtos de algumas espécies de herbívoros não-alvo, causados por efeitos diretos no fitness e comportamento dessas espécies ou por efeitos indiretos como escape de competição intra-guilda, inseticidas ou predação (SUJI et al. 2004).

Segundo MIRANDA et al. (2007), a presença de ovos de *S. cosmioides* foi detectada na cultivar NuOPAL em maior frequência que na cultivar DeltaOPAL, ocorrendo nesta tardiamente. O uso de controle químico para o controle dessa espécie foi necessário apenas para o tratamento com a cultivar NuOPAL, tendo sido efetuado duas aplicações de inseticidas. Deve-se ressaltar que os autores citam a presença do inseto em alto nível populacional nas proximidades da área utilizada para o experimento, que continha plantas de sorgo, outro hospedeiro da espécie.

Nota-se assim provável ocupação do nicho deixado pelos insetos alvos do evento NuOPAL por *S. cosmioides*. Outros trabalhos têm mencionado que infestações de outras espécies de *Spodoptera* (ADAMCZYK et al. 1998), *Helicoverpa* sp. (OLSEN & DALY 2000) e percevejos provenientes da soja (WU 2004) têm ocorrido em lavouras Bt.

Pouco se sabe sobre a biologia de *S. cosmioides* em cultivares de algodoeiro. O único trabalho que aborda esse tema é o de HABIB et al. (1983), que estudaram a biologia dessa espécie (ainda identificada como *S. latifascia*) sobre variedade de algodoeiro IAC-20, soja e alface.

O conhecimento da biologia de um inseto é de fundamental importância para o desenvolvimento de estratégias de manejo eficientes, dentro do Manejo Integrado de Pragas (PARRA 2000). O presente trabalho teve como objetivo comparar aspectos biológicos de *S. cosmioides* na cultivar transgênica NuOPAL e na cultivar isolinha não transgênica DeltaOPAL, e assim verificar possíveis influências no desenvolvimento biológico e na fase adulta.

II. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do algodoeiro

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch) é uma planta eucotiledônea pertencente à família Malvaceae. É uma das culturas de maior importância econômica dentro do grupo das plantas produtoras de fibras, não só pelo volume e valor da produção, como também por ter uma grande importância social, devido ao número de empregos que gera direta e indiretamente (RICHETTI & MELO FILHO 2001).

Atualmente o Brasil se destaca como um dos maiores produtores de algodão do mundo, graças ao alto grau tecnológico das lavouras do Centro-Oeste, onde a cotonicultura está cada vez mais profissionalizada (AGRIANUAL 2009). Nos últimos anos, a área cultivada por algodoeiro vem aumentando consideravelmente no cerrado da região Centro-Oeste, principalmente nos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e sudoeste da Bahia (BUSOLI et al. 2006).

No entanto, a cotonicultura brasileira passa por um período crítico. A produção brasileira de algodão em pluma para a safra de 2007/2008 foi de 1,56 milhões de toneladas, o que representa um mínimo aumento em relação à safra anterior (com a produção de 1,52 milhões de toneladas). Além disso, houve encolhimento da área plantada, de 1,09 para 1,08 milhão de hectares. Isso ocorreu devido ao aumento de custos de produção e ao dólar fraco (AGRIANUAL 2009).

O algodoeiro atrai e hospeda um complexo significativo de insetos e ácaros, os quais atacam raízes, caules, folhas, botões florais, maçãs e capulhos. Os danos provocados pelas pragas podem reduzir a produtividade, como também afetar diretamente certas características importantes das sementes e fibras, depreciando-as consideravelmente para a utilização comercial (BELLIZZI et al. 2003). Dentre os artrópodes associados à cultura do algodoeiro no Brasil, destacam-se como causadores

de danos econômicos: o bicudo *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae); o curuquerê *Alabama argillacea* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae), a lagarta-das-maçãs *Heliothis virescens* Fabricius, 1781 (Lepidoptera: Noctuidae), as lagartas do gênero *Spodoptera* (*S. frugiperda*, *S. cosmioides* e *S. eridania*) (Lepidoptera: Noctuidae), a lagarta rosada *Pectinophora gossypiella* Saunders, 1844 (Lepidoptera: Gelechiidae); os pulgões *Aphis gossypii* Glover, 1877 e *Myzus persicae* Sulzer, 1776 (Hemiptera: Aphididae); os ácaros *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae) e *Polyphagotarsonemus latus* Banks. (Acari: Tarsonemidae); os percevejos *Horcias nobilellus* Bergman, 1883 (Hemiptera: Miridae) e *Dysdercus* spp. (Hemiptera: Pyrrhocoridae) e a mosca branca *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) (SOARES et al. 1997).

2.2. Biologia de *S. cosmioides*

S. cosmioides, espécie descrita por Walker em 1858 com holótipo coletado no Estado do Pará, Brasil, foi considerada sinonímia de *S. latifascia*, esta descrita por Walker em 1856 na Jamaica, até recentemente, quando SILVAIN & LALANNE-CASSOU (1997) descreveram as diferenças moleculares, morfológicas, fisiológicas e comportamentais que as separavam como espécies distintas. A validação da identificação específica de *S. cosmioides* foi obtida com estudos sobre a morfologia da genitália, feromônios e DNA mitocondrial de um complexo de espécies neotropicais de *Spodoptera* (SILVAIN & LALANNE-CASSOU 1997).

A partir do trabalho de SILVAIN & LALANNE-CASSOU (1997), a ocorrência de *S. cosmioides* restringe-se à América do Sul, com exceção do sul da Argentina, Chile e de regiões do Peru situadas a oeste dos Andes, enquanto que *S. latifascia* fica restrita ao sudoeste dos EUA, América Central, nas Pequenas e Grandes Antilhas e Ilha de Trinidad.

Considerando a revalidação de *S. cosmioides* como espécie distinta em 1997, até este ano muitos trabalhos e publicações sul-americanas que empregavam o nome *S. latifascia* na verdade referiam-se a *S. cosmioides*.

S. cosmioides são mariposas pequenas que medem aproximadamente 40 mm de envergadura, de coloração parda com desenhos brancos nas asas anteriores e asas posteriores brancas, nas fêmeas. Os machos apresentam as asas anteriores amareladas com desenhos escuros, caráter através do qual se permite a diferenciação sexual da espécie (Figura 1) (SANTOS et al., 2003).

Os ovos de *S. cosmioides* são colocados em ooplaca na parte inferior das folhas perto da nervura principal, são de coloração amarela e recobertos por escamas que a fêmea coloca para proteção dos mesmos (Figura 1). Assim como *S. latifascia*, as massas de ovos são irregulares, podendo conter entre 30 e 300 ovos (KING & SAUNDERS 1984).

Lagartas de *S. cosmioides* recém eclodidas possuem o corpo com coloração marrom-claro, possuindo cabeça preta. Nos primeiros estádios de crescimento, as lagartas apresentam tom pardo-negro-acinzentado, com 3 listras longitudinais alaranjadas, uma dorsal e duas laterais, com pontos brancos. Acima dos pontos brancos então presentes triângulos pretos apontando para o dorso do inseto. Lagartas desenvolvidas atingem 40-48 mm de comprimento, são pardas e apresentam uma faixa mais escura entre o 3º par de pernas torácicas e o 1º par de falsas-pernas abdominais e os outros dois na extremidade final do abdome (Figura 1) (SANTOS et al. 2003).

As pupas apresentam o padrão comum aos noctuídeos e são encontradas no solo, abrigadas dentro de um envoltório pouco elaborado, glabras, lustras, de coloração castanha, tendo cremaster pequeno, comprimento em torno de 15 a 30 mm e com largura variando de 4 a 5 mm (ANGULO & WEIGERT 1975).

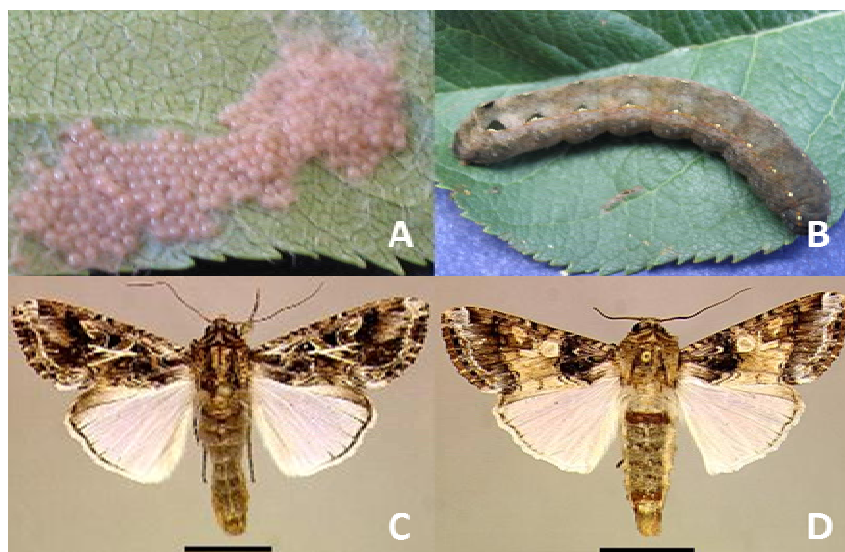


Figura 1. Estágios de *Spodoptera cosmioides*: A- postura em massa, B- lagarta (Foto: FONSECA 2006); C- fêmea adulta; D- macho adulto.

2.3. Hospedeiros e importância econômica de *S. cosmioides*

Spodoptera cosmioides é uma espécie polífaga que se alimenta de uma grande variedade de plantas cultivadas e daninhas. No Brasil, diversas culturas de interesse econômico são citadas como suas hospedeiras: amendoim, alfafa, algodão, arroz, aveia, aspargo, berinjela, beterraba, cafeeiro, cebola, soja, milho, eucalipto, macieira, feijão, sorgo, tomate, trigo, fumo, linho, girassol, couve-nabo, ervilha, gerânio, mamona, entre outras (BERTELS & BAUCKE 1966; SANTOS et al. 1980; HABIB et al. 1983; BAVARESCO et al. 2001, 2002, 2003, 2004; PASTRANA 2004; SPECH et al. 2004).

Apesar do grande número de hospedeiros relacionados, esta espécie é citada como praga em apenas algumas culturas, o que é geralmente associado a desequilíbrios provocados pelo uso excessivo de inseticidas de largo espectro e suas conseqüências, como, por exemplo, a supressão do controle biológico natural que

mantém essas populações abaixo do nível de dano econômico. Nos Estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, surtos deste inseto causaram danos severos em culturas de interesse econômico, como o algodoeiro e soja (HABIB et al. 1983).

Na cultura do algodoeiro, ocorrem a partir da fase inicial da emissão dos botões florais e durante o pleno florescimento. Suas lagartas são desfolhadoras, mas também perfuram botões florais e maçãs macias ao se alimentarem (SANTOS et al. 2003).

S. cosmioides (citada como *S. latifascia*) juntamente com *S. eridania*, formam o principal grupo de lagartas que atacam a cultura da soja, causando elevados prejuízos aos sojicultores da região dos cerrados. Além do hábito desfolhador, alimentam-se também de vagens (fase reprodutiva da cultura), danificando os grãos e permitindo a entrada de microorganismos às mesmas (GAZZONI & YORINORI 1995).

S. latifascia foi identificada como uma das espécies de um complexo de noctuídeos que causa severos danos em milho e sorgo em Honduras, durante o início do desenvolvimento da cultura (PITRE 1988). PORTILLO et al. (1991) verificaram que estas plantas não constituíam bons hospedeiros para essa espécie já que não permitia que esta completasse seu ciclo de vida. Esse inseto apresenta estreita relação com a vegetação não cultivada presente na área, sendo que se as práticas culturais não incluírem o controle químico de plantas daninhas, permitindo seu estabelecimento na lavoura, as lagartas não causarão maiores prejuízos às culturas citadas (PORTILLO et al. 1991; PORTILLO et al. 1996; PITRE et al. 1997).

LEITE et al. (2008) relatam forte surto desse inseto (citado como *S. latifascia*) para a cultura do girassol em Goiás na safra 2007, que causou a destruição de boa parte das lavouras do Estado, inclusive a destruição total de uma lavoura irrigada de 180 hectares no sul do Estado.

BAVARESCO et al. (2003) relatam que, no ano de 1999, *S. cosmioides* causou severos danos em áreas experimentais de cebola cultivada em casa de vegetação no Câmpus da Universidade Federal de Pelotas, Estado do Rio Grande do Sul.

São relatados surtos desse inseto com danos elevados nas culturas de macieira no Estado de Santa Catarina, chegando a porcentagem de 35,4% de frutos danificados (NORA et al. 1989).

Outras espécies de *Spodoptera*, como *S. exigua* Hubner, 1808 e *S. littoralis* Boisduval, 1833, são consideradas pragas-chave do algodoeiro nos EUA, na África e na Índia. Verifica-se que os insetos desse gênero ovipositam em diferentes espécies vegetais, podendo utilizar mais de 60 espécies de plantas hospedeiras, caracterizando seu hábito polífago (SOARES & VIEIRA 1998).

Nos agroecossistemas, diversas plantas invasoras são utilizadas por algumas pragas como hospedeiros secundários, de manutenção temporária, na ausência dos hospedeiros principais. Esse fato foi constatado por SAVOIE (1988), observando alta infestação de lagartas do gênero *Spodoptera* na planta daninha *Amaranthus spinosus*, sendo que na área em questão estava instalada a cultura do feijoeiro. Portanto, para algumas espécies polípagas, existe preferência alimentar por plantas invasoras, fato também constatado por PORTILLO et al. (1991) em relação a cultura do milho.

SILVIE (2005) realizou uma avaliação entomológica de vários sistemas de cultivo de algodoeiro, buscando avaliar a influência do sistema de plantio direto sobre pragas e seus inimigos naturais no Estado do Mato Grosso. Neste trabalho, observou que a ocorrência da espécie *S. cosmioides* foi variável dependendo da safra, sendo observada sobre *Amaranthus* sp. e *Crotalaria* sp. na safra de 2005. Este autor também menciona a dificuldade de observar diretamente as transferências físicas da fauna de um cultivo para outro e a importância de medir o impacto das coberturas sobre pragas polípagas tais como *Spodoptera* spp..

2.4. Monitoramento e controle de *Spodoptera* spp. em algodoeiro

O agroecossistema do algodoeiro possui uma grande diversidade de insetos pragas assim como de inimigos naturais, como parasitóides, predadores e agentes entomopatogênicos, que têm grande importância na regulação das populações de artrópodes pragas. Caracterizado como uma unidade ambiental dinâmica, este agroecossistema é composto por uma parte biótica, representada pelas plantas de

algodão, outras plantas (silvestres ou cultivadas), microrganismos, artrópodes e demais animais, e outra parte abiótica, representada pela temperatura, umidade e regime de precipitação, luz solar, práticas culturais empregadas na entressafra e safra, entre outros. Com isso, a dinâmica populacional das pragas do algodoeiro e do seu complexo de inimigos naturais relacionados é influenciada por muitas pressões do ambiente, além daquelas que resultam da aplicação de inseticidas (BUSOLI et al. 2008).

Como já mencionado anteriormente, *S. cosmioides* é uma espécie que geralmente ocorre em baixas densidades em culturas de interesse econômico como a do algodoeiro, mas surtos desse inseto são relacionados a desequilíbrios causados por aplicações inadequadas de inseticidas de largo espectro que afetam negativamente populações de seus inimigos naturais. Assim, para preservar população de inimigos naturais faz-se necessário o uso de inseticidas eficientes contra a espécie-praga, porém seletivos aos inimigos naturais. Outras medidas complementares a serem adotadas são o controle cultural e o plantio de cultivares resistentes.

Dentre os artrópodes inimigos naturais responsáveis pelo controle biológico natural das espécies de *Spodoptera* presentes na cultura do algodoeiro, destacam-se, como predadores, várias espécies de coccinelídeos, crisopídeos, tesourinhas, vespídeos e percevejos, e, como parasitóides, destacam-se *Campoletis sonorensis* (Cameron) e *Eiphosoma dentator* (Fabricius) (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Ceratosmicra immaculata* (Cresson) (Hymenoptera: Chalcididae), *Bracon* sp. (em lagartas / pupas de lepidópteros) (Hymenoptera: Braconidae), além dos parasitóides de ovos *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Telenomus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae) (EVANGELISTA JÚNIOR et al. 2006).

Na cultura do algodoeiro, a ocorrência de *S. frugiperda* tem seu período crítico entre os 50 e 110 dias após emergência das plantas. O controle químico só é realizado quando a praga atinge o nível de controle, nível este que é obtido através de monitoramento. O nível de ação para que medidas de controle sejam adotadas é de 15 lagartas médias / 100 plantas (amostragem de 100 plantas por hectare) por observação direta (BUSOLI et al. 1994). Para seu controle pode-se usar bioinseticidas à base de

Baculovirus spodoptera ou *Bacillus thuringiensis* ou a liberação de parasitóides como o *Trichogramma* spp. (BELTRÃO et al 2003).

O controle químico é feito geralmente com a utilização de produtos à base de piretróides, organofosforados, produtos fisiológicos, etc, embora já tenha se constatado resistência de lagartas de *Spodoptera* spp., especialmente *S. frugiperda*, a esses grupos de inseticidas em várias regiões do país (OMOTO 2001).

2.5. Cultivar DeltaOPAL

A cultivar DeltaOPAL é recomendado para o plantio em todas as regiões do Brasil uma vez que apresenta sementes de alta qualidade, possui resistência à doenças, principalmente em relação às transmitidas por pulgões, tem rusticidade, apresenta alta produtividade (370 @ / ha em condições de sequeiro e 440 @ / ha em áreas irrigadas) e alto rendimento de pluma (MONSANTO 2001).

Por ser resistente à bacteriose (mancha angular) e às doenças viróticas (mosaico das nervuras, doença azul, vermelhão e mosaico dourado) cujos vetores são pulgões, é menos exigente no controle destes insetos, o que pode reduzir em até 40 % o custo com aplicação de inseticidas para o controle do pulgão e 15 % no custo total da lavoura. Ao utilizar material sensível a doenças viróticas, o produtor pode realizar de 14 a 18 pulverizações, enquanto que com o DeltaOPAL o número de pulverizações é reduzido para 6 ou 7. No entanto, a cultivar também é sensível ao fungo *Ramularia* e ao nematóide de galha, quando em alta pressão de infestação (MONSANTO 2001).

Essa cultivar, de característica anual, possui porte médio a alto variando de 1,60 m a 1,80 m, arquitetura com ramos oblíquos voltados para cima, o que favorece a colheita mecanizada. Apresenta grande volume de folhas pequenas, por isso produz em grande quantidade estruturas reprodutivas durante o ciclo, que pode favorecer a alta produtividade. Pode desenvolver de 16 a 20 ramos frutíferos. Apresenta de duas a

cinco maçãs por ramo frutífero, que são pequenas, arredondadas e com a casca fina, além de brácteas pequenas envolvendo as maçãs com quatro ou cinco lojas. As sementes são pequenas, em número de oito ou nove, revestidas de línter. A pluma pode ser colhida mecanicamente ou de forma manual. O ciclo de florescimento é de 55 dias da germinação até a colheita, de 140 a 160 dias (MONSANTO 2001).

2.6. Algodão NuOPAL (Bollgard® I Evento 531)

Os avanços nas pesquisas em biotecnologia levaram à obtenção de plantas geneticamente modificadas que expressam a proteína tóxica da bactéria *Bacillus thuringiensis*. Esta é uma bactéria oriunda de solos que produz cristais protéicos inseticidas, também chamados α -endotoxinas, produzidos das células durante a esporulação (SCHULLER et al. 1999). Esporos e cristais protéicos dessa bactéria têm sido utilizadas como inseticidas microbianos desde 1950, segundo CROOK & JARRETT (1991). As α -endotoxinas (proteínas) são produzidas pela bactéria *B. thuringiensis*, as quais são solubilizadas e ativadas por proteinases presentes no intestino médio das lagartas, processo dependente de alto pH intestinal.

O algodão Bollgard® Evento 531 foi lançado inicialmente Estado Unidos, em 1986, para o controle de *Heliothis virescens*, *Helicoverpa zea* e *Pectinophora gossypiella*. Os resultados foram bastante animadores, pois o uso desta tecnologia resultou na redução do uso de 1 milhão de litros de inseticidas ao meio-ambiente (FERNANDES 2002).

Bollgard® foi geneticamente modificado a partir da transformação da variedade comercial Coker 312 com o vetor PV-GHBK04, por meio do sistema mediado por *Agrobacterium tumefaciens*. A transformação inseriu os genes Cry1Ac, NPTII e AAD no genoma dessa variedade de algodão (CTNBio 2005).

A proteína Cry1Ac é proveniente de *Bacillus thuringiensis*, uma bactéria de solo, gram-positiva, capaz de formar cristais contendo endotoxinas, proteínas com ação

inseticida que atuam antes e durante a fase de esporulação do seu ciclo de vida. Possui ação bastante específica e atua apenas por ingestão em algumas espécies de Lepidoptera, como *Alabama argillacea*, *Pectinophora gossypiella* e *Heliothis virescens*. A proteína NPTII é produzida por vários microrganismos procarióticos encontrados de forma ubíqua no meio ambiente, tanto em habitats aquáticos e terrestres, como na microflora intestinal humana e animal. A proteína AAD não é expressa nos tecidos do algodão Bollgard® I Evento 531 (CTNBio 2005).

Os genes Bt são responsáveis pela expressão destas proteínas tóxicas nas folhas, botões e maçãs do algodoeiro (PERLAK et al. 1990). Quando as pragas alimentam-se destas partes das plantas, uma dose letal de proteínas é consumida e o inseto morre antes de causar danos significativos (MEYERS et al. 1997).

Nos países nos quais estas plantas foram liberadas para produção comercial, várias pesquisas têm comprovado a eficiência de controle para lagartas pragas chaves do algodoeiro (BACHELER & MOTT 1996; LAYTON 1996; VIDELA et al. 1999; MANN & MULLINS 1999; SPENCER et al. 1999). A variedade de algodão Bollgard® é utilizada em países como Estados Unidos, China, Índia, Austrália, Argentina, Paraguai e Canadá. No Brasil, foi liberada para plantio comercial em 2005 através de aprovação da CTNBio (CTNBio 2005).

Em relação às suas características agronômicas, avaliações de campo com o Algodão Bollgard® evento 531 realizadas nas regiões produtoras de algodão no Brasil, demonstraram que não há diferenças significativas nas características morfológicas e no desempenho agronômico em relação à linhagem parental não transformada Coker 312 (CTNBio 2005). Foram avaliados os seguintes parâmetros: eficácia no controle de insetos-alvo ao longo da safra; características morfológicas de crescimento e desenvolvimento da planta como germinação, vigor da planta, florescimento, número e tamanho de capulhos; susceptibilidade a pragas e doenças; rendimento; qualidade da fibra como comprimento, micronaire (finura e teceabilidade da fibra), resistência e alongamento do fio; e composição dos grãos, em que foram avaliados proteínas, gorduras, fibras, carboidratos, aminoácidos, resíduos minerais, teor calórico, lipídios, ácidos graxos, tocoferol, gossipol e aflatoxinas (CTNBio 2005).

Embora vários lepidópteros praga do algodoeiro sejam muito suscetíveis à variedade transgênica Bt, alguns noctuídeos como *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea* e *Pseudoplusia includens* são afetados apenas sub-letalmente pela α -endotoxina Cry 1A(c) (MACINTOSH et al. 1990; WILSON et al. 1992; HALCOMB et al. 1996; ADAMCZYK et al. 1998b; SUMERFORD & SOLOMON 2000), o que justifica o uso de inseticidas foliares em casos de surtos que causem danos econômicos (SMITH 1997).

No Brasil, JESUS et al. (2008) verificaram o comportamento alimentar de *S. frugiperda* por genótipos de algodoeiro comercial e transgênico. A cultivar NuOPAL apresentou características de resistência por não-preferência à alimentação em testes com e sem chance de escolha.

Por controlar um número limitado de pragas, juntamente com preocupações sobre o manejo da resistência, cientistas da Monsanto foram levados a desenvolverem outro algodão geneticamente modificado, contendo dois tipos de proteínas Cry (GREENPLATE et al. 2000a), denominado Algodão Bollgard[®] II. Esta variedade foi desenvolvida através da incorporação da proteína CryIIAb de *Bacillus thuringiensis* na variedade comercial Bollgard (CryIAc) (GREENPLATE et al. 2000a).

2.7. Plantas transgênicas e o Manejo Integrado de Pragas

Segundo seu conceito, o Manejo Integrado de Pragas consiste no planejamento do uso de táticas e estratégias para o controle, induzido e natural, de populações de artrópodes-praga em níveis que não causem danos econômicos à produtividade das culturas e a qualidade do que é produzido. As táticas (métodos de controle) sempre devem ser usados em estratégias que permitam que sejam integradas entre si, ou que tenham compatibilidades, levando em consideração princípios econômicos, ecológicos e toxicológicos (BUSOLI et al. 2008).

Os investimentos realizados para controle de pragas na cultura do algodoeiro correspondem a proporções entre 25 a 30% do total do custo de produção, fato que

confere ao Manejo Integrado de Pragas um componente significativo na rentabilidade da cultura e fator preponderante para a obtenção de lucros na atividade (FREIRE et al. 1999).

Com o advento de novas tecnologias em melhoramento de plantas vindas de conhecimentos em engenharia genética, foram produzidas as plantas transgênicas com características de resistência a insetos. A produção dessas cultivares teve como objetivo trazer economia de inseticidas, menor custo de produção e menor impacto ambiental.

Por controlar muitas das pragas mais danosas e comuns do algodoeiro, o uso dessa variedade visa reduzir a aplicação de inseticidas sintéticos, o que gera benefícios como a redução da poluição por resíduos tóxicos no ambiente, segurança do trabalhador e conservação ou incremento dos agentes de controle biológico natural (CAPALBO & FONTES 2004). Por outro lado, impactos potenciais negativos podem ocorrer devido ao plantio em larga escala desse tipo de planta, como a redução de inimigos naturais e outras espécies benéficas, aumento de pragas não-alvo, evolução da resistência da praga em relação ao produto do transgene e fluxo do transgene de cultivos transgênicos para plantas geneticamente relacionadas (BUSOLI 2000; FERRY et al. 2006).

ROUSH (1997) e GOULD (1998) comentam que as plantas geneticamente modificadas, enquanto tática de controle de pragas não seriam simplesmente uma substituição aos inseticidas. Os autores relatam que esta nova tática de controle de pragas oferece uma nova abordagem para o desenvolvimento de sistemas de Manejo Integrado de Pragas, inicialmente por eliminar ou reduzir drasticamente o uso de inseticidas não seletivos para pragas chaves de culturas, bem como reduzindo os riscos de resistência de insetos aos produtos químicos (FERNANDES 2002).

Segundo autores como BROBOWSKI et al. (2003) e HUESING & ENGLISH (2004), a transgenia deve ser encarada com cautela, devendo ser considerada uma nova ferramenta a ser adicionada às demais já existentes e não substituta delas. Além disso, como já relatado no item 2.6, a resistência é limitada a certas espécies e o

controle adequado das pragas não-alvo não pode deixar de ser realizado, sob pena de se ter perdas ao invés de ganhos com o uso de plantas transgênicas (CEPEA 2002).

Além disso, não se pode esquecer que a tecnologia tem preço. Os proprietários dos transgenes cobram uma taxa tecnológica para que os agricultores usem legalmente cultivares geneticamente modificadas. Este valor varia de acordo com o tipo de algodoeiro transgênico e com o país. A Monsanto e a ABRAPA acordaram que a taxa tecnológica do algodoeiro Bollgard, único aprovado para uso comercial no Brasil, será US\$37,00 por hectare na safra 2006/2007. Este valor é cobrado de todos os agricultores que usarem algodoeiros Bollgard[®], independente da cultivar em que o transgene está inserido e da importância relativa das lagartas na região. Também não se deve esquecer que o transgene interfere apenas na característica para a qual foi desenvolvido, não alterando o comportamento das demais características. Muitas vezes, a presença do transgene permitirá que uma cultivar expresse melhor seu potencial produtivo (BARROSO 2007).

Ainda segundo BARROSO (2007), os cultivares transgênicos provavelmente trarão benefícios para grande parte dos cotonicultores, mas deve-se optar pelo transgênico apenas se os benefícios econômicos ou as facilidades de manejo sob suas condições compensarem o investimento na taxa tecnológica, o que nem sempre ocorrerá. Conclui que o ideal é considerar os algodoeiros transgênicos como um insumo e realizar uma análise que permita definir sua real necessidade, principalmente porque no agroecossistema algodoeiro ocorrem pragas como o bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*), percevejos, e mesmo lagartas do gênero *Spodoptera*, que não são controladas eficientemente com a tecnologia Bollgard I. Para resolver esse problema, a Monsanto está a desenvolver variedades que expressam mais de um tipo de proteína tóxica Cry. Segundo GREENPLATE et al. (2000), nos EUA já se cultiva o algodão Bollgard II. A segunda proteína Cry expressa nessa variedade aumenta a atividade inseticida do algodão Bollgard contra pragas-alvo e amplia o espectro total de pragas controladas como, por exemplo, lagartas do gênero *Spodoptera*.

Com respeito a citações sobre *S. cosmioides*, poucas informações são encontradas na literatura mundial, já que essa espécie é de ocorrência sul-americana e

por se tratar de uma espécie que antigamente era referida como praga secundária no Brasil. Atualmente, com o produção de novas cultivares de algodoeiro, inclusive as com tecnologia Bollgard[®], pesquisas são necessárias para se verificar a bioecologia dessa espécie nessas cultivares.

III. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Controle Biológico de Pragas do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, UNESP, SP, utilizando em todos os testes de laboratório câmaras climatizadas (B.O.D) mantidas à temperatura de 25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase.

As cultivares comerciais utilizadas neste trabalho foram a DeltaOPAL e a NuOPAL (Bollgard® I Evento 531), procedentes da Empresa Monsanto, Rio Verde, GO. Com relação à cultivar comercial transgênica, no ano de 2005 a CTNBio emitiu Parecer Técnico pela liberação comercial no Brasil da cultivar Bollgard® Evento 531 da Monsanto do Brasil, que a denominou de NuOPAL.

As folhas utilizadas na alimentação das lagartas durante os experimentos em laboratório foram obtidas das variedades cultivadas no campo, semeadas em 20 de novembro de 2007, com os tratamentos culturais normalmente recomendados para a cultura (preparo de solo, adubação, capinas) e sem utilização de inseticidas.

3.1. Criação de manutenção de *S. cosmioides*

Em condições de semi-campo foram realizadas várias semeaduras sucessivas da variedade DeltaPine Acala 90 em vasos plásticos de 5 L de capacidade, com mistura de terra peneirada, vermiculita e substrato Plantmax®, na proporção 1:1:1, deixando-se 3 a 4 plantas por vaso.

Lagartas de vários tamanhos de *S. cosmioides* foram coletadas na cultura de algodoeiro estabelecida em área pertencente ao Câmpus da UNESP / Jaboticabal, SP. Estas ficaram acondicionadas em recipientes plásticos (12 cm de diâmetro x 9 cm de altura), sendo a extremidade inferior revestida com papel filtro e a superior fechada com

tampa provida de *voil*, para prover aeração e evitar a proliferação de fungos. Para a alimentação das lagartas foram fornecidas folhas de algodoeiro da variedade DeltaPine Acala 90, coletadas do terço superior das plantas, lavadas em solução de hipoclorito de sódio a 1,5% e enxaguadas com água abundante. A escolha desta variedade teve como objetivo evitar possível condicionamento pré-imaginal nos testes posteriores com as outras duas variedades, segundo LARA (1991). As folhas foram trocadas de acordo com o consumo das lagartas, de modo a não haver falta de alimento. Devido ao tamanho das lagartas de último ínstar (em torno de 48 mm) e a sua voracidade, estas foram individualizadas em potes plásticos menores (7,5 de diâmetro x 5 cm de altura), com atenção especial à sua alimentação e remoção de fezes.

Pupas foram separadas por sexo, segundo BUTT & CANTU (1962), sendo 10 fêmeas e 10 machos acondicionados em gaiolas cilíndricas de PVC de 20 cm de altura e 19,5 cm de diâmetro, sendo a extremidade inferior vedada com discos de polietileno de 21,5 cm de diâmetro e a superior coberta com *voil* fixo por elásticos, para a emergência e reprodução dos adultos. Estas gaiolas foram revestidas internamente com papel sulfite branco, para obtenção de posturas.

Os adultos foram alimentados com solução de mel 10% embebida em chumaço de algodão hidrófilo acondicionado em tampa plástica de 4,5 cm de diâmetro.

Diariamente foram retiradas as folhas de papéis com posturas das gaiolas, sendo estas recortadas de modo a separar as massas de ovos em pedaços menores de papel, os quais foram colocados em recipiente plástico recoberto com *voil*. Após a eclosão das lagartas, foram fornecidas folhas de algodoeiro da variedade DeltaPine Acala 90, como já mencionado anteriormente.

3.2. Aspectos biológicos de *S. cosmioides* alimentada com folhas de algodoeiro convencional e transgênico.

Foram avaliadas a duração e a viabilidade das fases imaturas, duração do ciclo biológico, o peso de pupas, razão sexual, porcentagem de deformação de adultos e de adultos não liberados dos invólucros pupais (termo utilizado em trabalhos sobre esta espécie para designar adultos não emergidos totalmente), longevidade dos adultos, fecundidade e viabilidade de ovos.

Para este estudo, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 2 tratamentos constituídos pelos genótipos de algodoeiro DeltaOPAL e NuOPAL, cada um com 40 repetições (lagartas) para a avaliação da duração dos estágios e 10 repetições para os parâmetros referentes à fase adulta (10 casais). Para a determinação da viabilidade dos estágios imaturos, porcentagem de adultos deformados e porcentagem de adultos não emergidos foram também utilizados 40 indivíduos, distribuídos em 10 unidades experimentais constituídas de 4 indivíduos.

3.2.1. Fase larval e pupal

Para a avaliação dos parâmetros biológicos referentes à fase larval, utilizaram-se insetos provenientes da geração F2 procedentes da criação de manutenção. Logo após a eclosão, as lagartas foram individualizadas em placas de Petri (8,5 cm de diâmetro) forradas com papel filtro, mantendo-se sempre folhas de algodoeiro das variedades de acordo com o consumo das mesmas. Diariamente foi realizada a limpeza de fezes e troca do papel filtro, para evitar a proliferação de fungos e bactérias, com atenção especial ao último ínstar larval e ao período inicial de pré-pupa.

As pupas foram pesadas e separadas por sexo, baseado em BUTT & CANTU (1962), 24 horas depois da pupação, sendo transferidas para potes plásticos (7,5 de

diâmetro x 5 cm de altura) onde permaneceram até a emergência dos adultos. A razão sexual foi obtida através da fórmula $rs = n^{\circ} \text{ de fêmeas} / n^{\circ} \text{ de fêmeas} + n^{\circ} \text{ de machos}$.

Para as fases de larva e pupa, avaliou-se:

- Duração e viabilidade da fase larval;
- Duração e viabilidade da pré-pupa;
- Duração e viabilidade das pupas;
- Peso das pupas;
- Duração do período de larva a adulto.

3.2.2. Fase adulta

Quanto aos parâmetros biológicos referentes à fase adulta, cada parcela foi constituída por um casal em uma gaiola cilíndrica de PVC de 20 cm de altura x 19,5 de diâmetro, forrada com papel sulfite branco (obtenção das posturas), com extremidade inferior vedada com disco de polietileno de 21,5 cm de diâmetro forrado com papel filtro e a superior coberta com *voil* fixo por elásticos.

As seguintes variáveis foram avaliadas:

- Porcentagem de adultos não liberados dos invólucros pupais;
- Porcentagem de deformação de adultos;
- Período de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição;
- Número de ovos por fêmea;
- Viabilidade de ovos;
- Longevidade dos adultos (machos e fêmeas).

3.2.3. Análise estatística

Os dados obtidos para os diferentes parâmetros biológicos foram analisados pelo Teste F (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Fase larval

A duração média da fase larval foi de 25,1 dias nas duas variedades (Tabela 1), com viabilidade de 100% para lagartas criadas na cultivar NuOPAL e 90% para aquelas criadas na DeltaOPAL (Tabela 2), resultados estes não diferentes entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade, não observando-se influência negativa da cultivar NuOPAL sobre a fase larval. Este resultado se aproxima ao obtido por SARRO (2006) estudando a biologia de *S. frugiperda* em cultivares de algodoeiro e milho, com fase larval média de 22,21 dias para a cultivar DeltaOPAL, com viabilidade de 100%.

Estudando a biologia de *S. latifascia* (*S. cosmioides*) na cultivar de algodoeiro IAC-20, HABIB et al. (1983) observaram uma menor duração da fase larval, obtendo 13,8 dias para completar a fase na faixa de temperatura de 22,3 a 30,4° C, com viabilidade de 95%. BAVARESCO et al. (2003) observaram diferença significativa entre a duração da fase larval de *S. cosmioides* em diferentes espécies hospedeiras, obtendo 20,2 dias para a mamona, 22,3 dias para a cebola e 28 dias para a soja, com viabilidades de 77,3, 74,0 e 45,3%, respectivamente.

Os resultados obtidos e os encontrados na literatura demonstram que lagartas do gênero *Spodoptera*, especialmente *S. cosmioides*, se desenvolvem melhor alimentando-se de folhas de algodoeiro do que em folhas de soja, por exemplo, cultura na qual essa espécie é freqüentemente citada. Além disso, a disponibilidade seqüencial de hospedeiros e, portanto, a contínua oferta de alimento, pode favorecer a dinâmica populacional dessa espécie, já que determinados hospedeiros podem afetar positiva ou negativamente seu potencial biótico e sua viabilidade.

Por exemplo, em um período de alta umidade relativa do ar, decorrente de prolongado e contínuo período de chuvas, pode haver maior incidência de doenças fúngicas foliares, que podem alterar a qualidade das folhas para a alimentação de

lagartas recém eclodidas. Nesse experimento, a cultivar DeltaOPAL foi mais suscetível a doença fúngica mancha-de-ramulária (*Ramularia* sp.) e mesmo as folhas novas oferecidas às lagartas, depois de lavadas e desinfetadas com hipoclorito de sódio a 1,5 %, podem já ter algumas alterações morfológicas superficiais, o que provavelmente causou a diferença na viabilidade larval, embora não significativa estatisticamente.

4.2. Período pré-pupal e fase pupal

O período de pré-pupa teve duração de aproximadamente 2 dias para ambas as cultivares (Tabela 1), com viabilidade de 100% (Tabela 2), sendo que estes resultados diferiram entre si significativamente. Este valor é superior ao encontrado para *S. latifascia* (*S. cosmioides*) na cultivar IAC-20, com 1,3 a 1,4 dias para machos e fêmeas, respectivamente (HABIB et al. 1983). Trabalhando com *S. frugiperda*, SARRO et al. (2006) verificaram resultado similar, em média 2,3 dias para a fase de pré-pupa na cultivar DeltaOPAL, com viabilidade de 100%.

A fase pupal foi de 13,6 dias para a cultivar DeltaOPAL e 13,2 dias para a cultivar NuOPAL, resultados estes não diferentes estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 1), com viabilidade de 69,4% para a cultivar DeltaOPAL e 77,5% para NuOPAL (Tabela 2). HABIB et al. (1983) observaram menor duração (9,5 dias) para a cultivar IAC-20, enquanto SARRO (2006) obteve 10 dias para a duração do período pupal de *S. frugiperda* na cultivar DeltaOPAL, com viabilidade de 92%.

A razão sexual observada foi de 0,40 para a cultivar DeltaOPAL e de 0,45 para NuOPAL, não afetando a proporção entre os sexos, que foi em torno de 1:1 nas cultivares estudadas (Tabela 2).

A duração do período larva-adulto de *S. cosmioides* foi de aproximadamente 40 dias para as duas cultivares (Tabela 1).

O peso médio das pupas nas duas cultivares foram de aproximadamente 450 mg (Tabela 1). Este resultado se diferencia do encontrado por HABIB et al. (1983), que

observaram peso médio de 249 mg na cultivar IAC-20, valor muito inferior ao encontrado neste trabalho. SARRO (2006) cita peso ainda menor, em torno de 184 mg para *S. frugiperda* na cultivar DeltaOPAL (espécie esta com lagartas bem menores que as lagartas de *S. cosmioides* usadas no ensaio). Comparando-se esses resultados, constatou-se que as duas cultivares usadas nesse experimento proporcionaram maior assimilação do alimento (relativa ao maior peso de pupas), o que, por sua vez, está ligada ao alto consumo foliar observado.

SAYYED et al. (2003) hipotetizaram que a toxina inseticida de *Bacillus thuringiensis* (Bt) produzida por culturas transgênicas poderia ter efeitos nutricionais favoráveis, que aumentariam a capacidade de consumo dessas culturas por insetos resistentes. Essa idéia foi baseada no aumento do peso pupal de larvas resistentes de *Plutella xylostella* (L.) alimentadas com discos de folhas tratadas externamente com a toxina Bt. No entanto, outros estudos indicam que as culturas Bt tiveram efeitos adversos sobre insetos resistentes (TABASHNIK & CARRIÈRE 2004).

A voracidade dos indivíduos de *S. cosmioides* nas cultivares NuOPAL e DeltaOPAL, principalmente nos últimos instares, se destacou neste trabalho, o que sugere que essa espécie tem forte potencial como causadora de prejuízos em áreas de plantio dessas cultivares.

4.3. Fase adulta

Quanto à longevidade dos adultos, verificou-se que as fêmeas foram mais longevas do que os machos, apresentando aproximadamente 8,5 dias, em média 2 dias a mais do que os machos (Tabela 3). HABIB et al. (1983) observaram uma longevidade média de 13,2 dias quando as lagartas foram alimentadas com a cultivar IAC-20.

Verificou-se ainda que para as lagartas que consumiram a cultivar NuOPAL ocorreram as maiores porcentagem de adultos com deformações (29%) e de adultos que não conseguiram liberar-se dos invólucros pupais (13%), apesar desses resultados

não diferirem estatisticamente. A deformação desses adultos foi caracterizada pelo enrolamento parcial de asas. Quanto aos adultos que não conseguiram liberar-se dos invólucros pupais, estes ficaram com corpo parcialmente ou totalmente retidos nesses invólucros, o que ocasionou mortalidade prematura desses indivíduos na transição de pupa para a fase adulta. Isso demonstra que, apesar das lagartas se alimentarem intensamente nessa cultivar, este consumo provavelmente tenha gerado deficiências nutricionais ou compostos prejudiciais ao desenvolvimento de *S. cosmioides*.

Os resultados obtidos para os períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo também não diferiram estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 3). No entanto, os resultados indicam que indivíduos criados na cultivar NuOPAL tiveram maior período pré-reprodutivo e menor período reprodutivo (um dia a mais, em média, em relação àqueles criados na cultivar DeltaOPAL).

A duração média de uma geração (da eclosão dos ovos até a morte dos adultos) foi de 47 dias para as duas cultivares estudadas (Tabela 3).

A fecundidade total variou de 1541,1 ovos para a cultivar DeltaOPAL e de 1910,7 para NuOPAL (Tabela 3). Nota-se pelos dados que as fêmeas cujas lagartas se desenvolveram na cultivar transgênica NuOPAL ovipositaram menor porcentagem de ovos viáveis (54,4 %), enquanto a cultivar DeltaOPAL apresentou a maior porcentagem, com 72,9 % de ovos viáveis (Tabela 3). HABIB et al. (1983) relatam em seu trabalho que a capacidade reprodutiva total de *S. cosmioides* foi de 1309 ovos por fêmea na cultivar de algodoeiro IAC-20. Segundo JOHANSSON (1964), diferentes variedades dentro da mesma espécie de planta podem influenciar a produção de ovos. Ainda, segundo esse autor, a variação na quantidade de alimento ingerido ou mesmo diferenças físicas ou químicas do alimento ingerido na fase larval são responsáveis por esses efeitos na reprodução das fêmeas.

Através dos dados obtidos sobre a porcentagem de adultos deformados, de adultos que não foram liberados dos invólucros pupais e por apresentar menor viabilidade de ovos (Tabela 3), verifica-se que a alimentação com a cultivar NuOPAL proporciona efeitos negativos na fase adulta de *S. cosmioides*, o que provavelmente

pode estar relacionado a não adequação nutricional dessa cultivar ou ao acúmulo de substâncias nocivas nos tecidos dos órgãos reprodutivos do inseto.

A exposição de *S. littoralis* à doses sub-letais de toxinas CryIAc de *B. thuringiensis subsp. aizawai* e *entomocidus* também afetaram grandemente a atividade biológica e reprodutiva desse inseto (MOHAMED et al. 1999). Estes autores concluíram que as δ -endotoxinas de *B. thuringiensis* causaram o destacamento do epitélio folicular nos oócitos das fêmeas de *S. littoralis*, e relacionaram este efeito histopatológico a uma interferência direta dessas toxinas no sistema hormonal dos insetos.

Resultados semelhantes foram obtidos por STORCH et al. (2002), que relataram que formulações comerciais de *Bacillus thuringiensis* afetaram o desenvolvimento da progênie, promoveu deformações em asas e reduziu a fecundidade de adultos, assim como reduziu a viabilidade de ovos de *S. frugiperda*.

Alguns isolados de *B. thuringiensis* afetaram a fisiologia de adultos de *S. frugiperda*, o que se refletiu na qualidade e quantidade de ovos (POLANCZYK & ALVES 2005). Resultados similares também foram encontrados para *Heliothis virescens* (ABDUL-SATTAR & WATSON 1982) e para outras espécies de insetos (PEDERSEN et al. 1997).

4.4. Considerações finais

Apesar de se constatar tendência à alguns efeitos negativos referentes à fase adulta, a alimentação com a cultivar NuOPAL proporcionou alta viabilidade e duração dos estágios semelhantes (Tabela 1). Além disso, a fase larval apresentou alto consumo de folhas dessa cultivar. Por ser esse o estágio em que essa espécie causa danos à cultura do algodoeiro, isso justificaria o uso de inseticidas foliares no caso de surtos desse inseto, o que não seria desejável do ponto de vista econômico. Além disso, a ineficiência na endotoxina Cry 1Ac no controle da fase larval de *S. cosmioides* pode estar selecionando essa espécie, que a longo prazo pode ter maior ocorrência nas

lavouras, já que são insetos que possuem vários hospedeiros amplamente cultivados em todas as épocas do ano e que podem migrar entre esses hospedeiros.

V. CONCLUSÕES

No geral, considerando-se os resultados obtidos para os parâmetros biológicos estudados, conclui-se que:

- a cultivar transgênica NuOPAL não influencia negativamente a duração e a viabilidade dos estágios imaturos de *S. cosmioides*;
- o peso das pupas, longevidade de adultos, e razão sexual não foram afetados pela cultivar transgênica;
- a cultivar NuOPAL, apesar de não diferir significativamente da DeltaOPAL nos parâmetros avaliados, mostrou tendência a influir negativamente no parâmetro capacidade reprodutiva das fêmeas, assim como na emergência e qualidade de adultos.

Tabela 1. Média da duração dos períodos de larva, pré-pupa, pupa, larva-adulto e peso de pupas (\pm EP) de *S. cosmioides* alimentadas com cultivares de algodão convencional e transgênica. Temperatura: $26 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12h. Jaboticabal-SP, 2008.

Cultivares	Duração dos estágios (dias)				Peso de pupas (mg)
	Larva	Pré-pupa	Pupa	Larva-adulto	
DeltaOPAL	25,1 \pm 0,50a (21-31) [36]	2,1 \pm 0,10a (1-3) [36]	13,6 \pm 0,24a (11-15) [25]	40,6 \pm 0,56a (37-47) [25]	453,8 \pm 0,01a (201-563) [36]
NuOPAL	25,1 \pm 0,38a (20-32) [40]	2,3 \pm 0,19a (1-8) [40]	13,1 \pm 0,26a (9-15) [31]	40,2 \pm 0,52a (35-48) [31]	448,8 \pm 0,01a (273-574) [40]

- médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade;

- valores entre parênteses correspondem ao intervalo de variação e os que estão entre colchetes ao número de observações [n].

Tabela 2. Viabilidade dos períodos de larva, pré-pupa e pupa e razão sexual de *S. cosmioides* alimentadas com cultivares de algodão convencional e transgênica. Temperatura: $26 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12h. Jaboticabal-SP, 2008.

Cultivares	Viabilidade dos estágios (%)			Razão sexual
	Larva	Pré-pupa	Pupa	
DeltaOPAL	90,0a	100a	69,4a	0,40
NuOPAL	100a	100a	77,5a	0,45

- médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

Tabela 3. Parâmetros biológicos da fase adulta de *S. cosmioides* alimentadas com variedades de algodão convencional e transgênica. Temperatura: $26 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12h. Jaboticabal-SP, 2008.

Parâmetros biológicos	Cultivares	
	DeltaOPAL	NuOPAL
Longevidade de machos (dias)	6,1 \pm 0,56a (4-10) [10]	5,6 \pm 0,65a (3-10) [10]
Longevidade de fêmeas (dias)	8,8 \pm 0,51a (7-11) [10]	8,3 \pm 0,97a (4-13) [10]
Período Pré-reprodutivo (dias)	3,0 \pm 0,25a (2-4) [10]	3,7 \pm 0,33a (2-6) [10]
Período Reprodutivo (dias)	4,7 \pm 0,51a (3-8) [10]	3,7 \pm 0,47a (1-7) [10]
Período Pós-Reprodutivo (dias)	1,1 \pm 0,27a (0-2) [10]	1,2 \pm 0,46a (0-4) [10]
Fecundidade total (número de ovos por fêmea)	1541,1 \pm 213,96a (423-2560) [10]	1910,7 \pm 318,28a (248-3509) [10]
Proporção de ovos viáveis (%)	72,9 \pm 5,16a	54,4 \pm 9,21a
Duração média de uma geração (dias)	47,1 \pm 0,72a (43-54) [25]	46,9 \pm 0,60a (42-54) [31]
Deformação de adultos (%)	16,0a	29,0a
Adultos não liberados (%)	8,0a	12,9a

- médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade;

- valores entre parênteses correspondem ao intervalo de variação e os que estão entre colchetes ao número de observações [n].

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDUL-SATTAR, A. A.; WATSON, T. F. Effects of *Bacillus thuringiensis* var *kurstaki* on tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) adult and egg stage. **Journal of Economic Entomology**, v. 75, p. 596-598, 1982.

ADAMCZYK JR, J. J.; HOLLOWAY, J. W.; CHURCH, G. E.; LEONARD, B. R.; GRAVES, D. J. B. Larval survival and development of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on normal and transgenic cotton expressing the *Bacillus thuringiensis* CryIA(c) δ -endotoxin. **Journal of Economic Entomology**, v. 91, p. 539-545, 1998.

AGRIANUAL 2009: anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativo, 2008. 491 p.

ANGULO, A. O.; WEIGERT, G. T. **Estados inmaduros de lepidopteros noctuidos de importancia económica en Chile y claves para su determinación (Lepidoptera: Noctuidae)**. Publicación Especial No. 2, Sociedad de Biología de Concepción. Chile. 1975.

BACHELER, J. S.; MOTT, D. W. Potential utility and susceptibility of transgenic B.t. cotton against bollworms, european corn borers and stink bugs. **Proceedings of the Beltwide Cotton Conference**, v. 2, p. 927-931, 1996.

BARROSO, P. A. V. Transgênicos: Polêmicas e mitos. **Cotton Business**, n. 2, p.18-20, 2007.

BAVARESCO, A.; GARCIA, M. S.; GRÜTZMACHER, A. D.; RINGENBERG, R.; FORESTI, J. Adequação de uma dieta artificial para a criação de *Spodoptera*

cosmioides (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 2, p. 155-161, 2004.

BAVARESCO, A.; GARCIA, M. S.; GRÜTZMACHER, A. D.; FORESTI, J.; RINGENBERG, R. Biologia comparada de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em cebola, mamão, soja e feijão. **Ciência Rural**, v. 6, n. 33, p. 993-998, 2003.

BAVARESCO, A.; GARCIA, M. S.; GRÜTZMACHER, A. D.; FORESTI, J.; RINGENBERG, R. Biologia e Exigências Térmicas de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 1, p. 49-54, 2002.

BAVARESCO, A.; GARCIA, M. S.; GRÜTZMACHER, A. D.; FORETSI, J.; RINGENBERG, R. Efeito de fontes de carboidratos sobre o desempenho reprodutivo de *Spodoptera cosmioides* (Walk., 1858) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 3, n. 7, p.177-180, 2001.

BELLIZZI, N. C.; VIEIRA, G. H. C.; ÁVILA, C. J.; VELOSO, E. S.; GONZAGA, R. L.; MARTINS, G. L. M.; TOSTA, F. S.; BUZZOLLO, M. . Levantamento de insetos em plantas daninhas na entressafra de algodão em Cassilândia e Chapadão do Sul. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 4., 2003, Goiânia. **Anais....** p. 105-105.

BELTRÃO, N. E. M.; MELO, F. B.; CARDOSO, G. D.; SEVERINO, L. S. **Mamona: árvore do conhecimento e sistema de produção para o semi-árido brasileiro**. Campina Grande-PB: Embrapa Algodão, 2003. 19p. (Circular técnica 70).

BERTELS, A.; BAUCKE, O. Segunda relação das pragas das plantas cultivadas no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 1, p. 17-46, 1966.

BROBOWSKI, V. L.; FIUZA, L. M.; PASQUALI, G.; BODANESE-ZANETTINI, M. H. *Bacillus thuringiensis* genes: an approach to confer insect resistance to plants. **Ciência Rural**, v. 33, n. 1, p. 843-850, 2003.

BUSOLI, A. C.; NAIS, J. ; ARAÚJO, C. R.; SILVA, E. A.; FUNICHELLO, M.; MICHELOTTO, M. D.; GUERREIRO, J. C. Atualidades sobre táticas e estratégias em MIP-algodoeiro. In: ARAUJO, E. S.; VACARI, A. M.; CARVALHO, J. S.; GOULART, R. M.; CAMPOS, A. P.; VOLPE, H. X. L. (Ed.) **Tópicos em Entomologia Agrícola**, v.1, Ribeirão Preto: Maxicolor Gráfica e Editora, 2008, cap. 3, p. 39-54.

BUSOLI, A. C.; MICHELOTTO, M. D.; ROCHA, K. C. G. Controle biológico de pragas no MIP- algodoeiro no cerrado brasileiro. In: DE BORTOLI, S. A.; BOIÇA-JR, A. L. & OLIVEIRA, J. E. M. **Agentes de Controle Biológico: Metodologias de Criação, Multiplicação e Uso**. 1 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006, p. 331-353.

BUSOLI, A.C. Impacto ambiental de plantas transgênicas no controle biológico de pragas em ecossistemas agrícolas (mesa redonda). In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIRO: CONSERVAÇÃO, V., 2000. Vitória, ES. **Anais...** Vitória: UFES, 2000.

BUSOLI, A. C.; SOARES, J. J.; LARA, F. M. **O bicudo do algodoeiro e seu manejo**. Jaboticabal-SP: CEMIP/FUNEP, 1994, 32p.

BUTT, B. A.; CANTU, E. Sex determination of lepidopterous pupae. Washington : United States Department of Agriculture (USDA), **Agricultural Research Service**, 7p. (ARS 33-75), 1962.

CAPALBO, D. M. F.; FONTES, E. M. G. **GMO Guidelines Project (algodão Bt)**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004, 56p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 38).

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Retorno econômico do algodoeiro transgênico no Brasil. São Paulo: CEPEA/USP. 5p. 2002. Disponível em <http://cepea.esalq.usp.br/comunicacao/cepa_algodao.pdf> Acesso em 18/05/2008.

CROOK, N. E.; JARRETT, P. J. Viral and bacterial pathogens of insects. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 70, p. 91-96, 1991.

CTNBio 2005. Liberação comercial de algodão geneticamente modificado resistente às principais pragas da Ordem Lepidoptera. In: **Parecer Técnico Prévio Conclusivo Nº 513/2005**. Disponível em <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/12526.html>> Acesso em 16/01/2009.

EVANGELISTA JÚNIOR, W. S.; ZANUNCIO-JÚNIOR, J. S.; ZANUNCIO, J. C. Controle biológico de artrópodes pragas do algodoeiro. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 10, p. 1147-1165, 2006.

FERNANDES, O. D. 2002 . Potencial de cultivares geneticamente modificados no Brasil: "Potencial e Riscos dos Cultivares Transgênicas para o Manejo de Pragas nas Regiões Tropicais" (mesa redonda). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19., 2002, Manaus-AM. Disponível em:

<www.monsanto.com.br/biotecnologia/estudos/estudos/pdf/19congresso/13.PotencialCultivaresOGM-mesa%20redonda.pdf> Acesso em 20 de janeiro de 2009.

FERRY, N.; MULLIGAN, E. A.; STEWART, C. N.; TABASHNIK, B. E.; PORT, G. R.; GATEHOUSE, A. M. R. Prey-mediated effects of canola on a beneficial, non-target, carabidae beetle. **Trangenic Research**, v. 15, p. 501-514, 2006.

FONSECA, F. L. **Ocorrência, monitoramento, caracterização de danos e parasitismo de Noctuidae e Geometridae em pomares comerciais de macieira em Vacaria, Rio Grande do Sul, Brasil**. 2006. 97f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

FREIRE, E. C.; FARIAS, F. J. C.; AGUIAR, P.; ARAUJO, A. E. Comportamento de novas cultivares e linhagens com relação a doenças no Centro-Oeste-safra 1998/99. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2., 1999, Ribeirão Preto. **Anais...** p. 454-457.

GAZZONI, D. L.; YORINORI, J. T. **Manual de identificação de pragas e doenças da soja**: Manuais de Identificação de Pragas e Doenças, 1. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1995. 128p.

GOULD, F. Sustainability of transgenic insecticidal cultivars: integrating pest genetics and ecology. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 701-726, 1998.

GREENPLATE, J. T.; PENN, S. R.; MULLINS, J.W.; OPPENHUIZEN, M. Seasonal CryIAc levels in DP50B: The “Bollgard® basis” for Bollgard II. In: DUGGER P, RICHTER D. **Beltwide Cotton Conference Proceedings**, pp. 1039–1040, 2000.

HABIB, M. E. M.; PALEARI, L. M.; AMARAL, M. E. C. Effect of three larval diets on the development of the armyworm, *Spodoptera latifascia* Walker, 1856 (Noctuidae, Lepidoptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 1, p.177-182, 1983.

HALCOMB, J. L.; BENEDICT, J. H.; COOK, B.; RING, D. R. Survival and growth of bollworm and tobacco budworm on nontransgenic and transgenic cotton expressing a CryI insecticidal protein (Lepidoptera: Noctuidae). **Environmental Entomology**, v. 25, p. 250-255, 1996.

HUESING, J; ENGLISH, L. The impact of Bt crops on the developing world. **AgBioForum**, v.7, p. 84-95, 2004.

JESUS, F. G.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; BUSOLI, A. C.; JANINI, J. C.; GONÇALVES, A. S. Comparação da biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de algodoeiro normal e transgênico. Congresso Brasileiro de Entomologia, 22., 2008, Uberlândia-MG [Cd-Rom]. **Anais...** 2008

JOHANSSON, A. S. Feeding and nutrition in reproductive processes in insects. **Symposia of the Royal Entomological Society of London**, v. 2, p. 43-55, 1964.

KING, A. B. S.; SAUNDERS, J. L. **The invertebrate pest of annual food crops in Central America**. London: Overseas Development Administration, 1984,166 p.

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

LAYTON, B. Anticipated changes in mid-south insect management resulting from adoption of B.t.- transgenic cotton. **Proceedings of the Beltwide Cotton Conference**, v. 1, p. 160-161, 1996.

LEITE, R. M. V. B. C.; CASTRO, C. de; ZITO, R. K. (Ed.) **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 71p. (Embrapa Soja. Documentos, 298).

MACINTOSH, S. C.; STONE, T. B.; SIMS, S. R.; HUNST, P. L.; GREENPLATE, J. T.; MARRONE, P. G.; PERLAK, F. J.; FISCHHOFF, D. F.; FUCHS, R. L. Specificity and efficacy of purified *Bacillus thuringiensis* proteins against agronomically important insects. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 56, p. 258-266, 1990.

MANN, J. E.; MULLINS, J.W. Effect of supplemental insecticides against boll worm and beet armyworm on Bollgard: enhanced efficacy. **Proceedings of the Beltwide Cotton Conference**, v. 2, p. 1068, 1999.

MEYERS, H. B.; JOHNSON, D. R.; SINGER, T. L.; PAGE, L. M. Survival of *Helicoverpa zea* Boddie on bollgard cotton. **Proceedings of the Beltwide Cotton Conference**, v.2, p.1269-1271, 1997.

MIRANDA, J. E., BARBOSA, K. A.; COUTO, A. F.; FERNANDES, J. I. Flutuação populacional e necessidade de controle químico de pragas em algodoeiro transgênico BT1. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 6., 2007, Uberlândia. **Anais....**, p. 177-179.

MOHAMED, A. M.; SALAMA, M. S.; EL-YASSAKI, W. M.; HAMED, M. S. The impact of entomopathogenic isolates of *Bacillus thuringiensis* on fertility and reproductive system of the female moth of Cotton Leaf moth, *Spodoptera littoralis* (Boisd). **A'in Shams Science Bulletin**, v.36, 1999.

MONSANTO (MAEDA DELTAPINE MONSANTO ALGODÃO) **Guia técnico DeltaOPAL**. Uberlândia: MDM, 2001. 10p.

NORA, I.; REIS FILHO, W.; STUKER, H. Danos de larvas em frutos e folhas de macieira: mudanças no agroecossistema ocasionam o surgimento de insetos indesejados nos pomares. **Agropecuária Catarinense**, v. 2, p. 54-55, 1989.

OLSEN, K. M.; DALY, J. C. Plant-toxin interactions in transgenic Bt cotton and their effect on mortality of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 93, n. 4, p.1293- 1299, 2000.

OMOTO, C. **Manejo da resistência de *Spodoptera frugiperda* a inseticidas na cultura do milho**. Mogi Mirim: IRAC, 2001. 8p.

PARRA, J. R. P. A biologia de insetos e o manejo de pragas: Da criação em laboratório à aplicação em campo. In: GUEDES, J. V. C., COSTA, I. D. DA & CASTIGLIONI, E. **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, 2000, cap. 1, p.1-29.

PASTRANA, J. A. **Los lepidópteros argentinos: sus plantas hospedadoras y otros sustratos alimenticios**. Buenos Aires: Sociedad Entomológica Argentina, 2004, 350p.

PEDERSEN, A.; DEDES, J.; GAUTHIER, D.; van FRANKENHUYZEN, K. Sublethal effects of *Bacillus thuringiensis* on the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 83, p.253-262, 1997.

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

PITRE, H. N. A complex of lepidopterous defoliators on sorghum and maize in southern Honduras. **Ceiba**, v. 29, n. 2, p.353-361, 1988.

PITRE, H. N.; PORTILLO, H. E.; MECKENSTOCK, D. H. A complex of lepidopterous defoliators on sorghum and maize in Honduras: some management tactics. **Ceiba**, v. 38, n. 2, p.109-119, 1997.

POLANCZYK, R. A.; ALVES, S. B. Biological parameters of *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae) assayed with *Bacillus thuringiensis* Berliner. **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v. 62, n.5, p.464-468, 2005.

PORTILLO, H. E.; PITRE, H. N.; MECKENSTOCK, D. H.; ANDREWS, K. L. Oviposition preference of *Spodoptera latifascia* (Lepidoptera: Noctuidae) for sorghum, maize and non-crop vegetation. **Florida Entomologist**, v. 79, p. 552- 562, 1996.

PORTILLO, H. E.; PITRE, H. N.; MECKENSTOCK, D.; ANDREWS, K. L. Langosta: a lepidopterous pest complex (Lepidoptera: Noctuidae) on sorghum and maize in Honduras. **Florida Entomologist**, v. 74, p. 287-296, 1991.

RICHETTI, A.; MELO FILHO, G. A. Aspectos socioeconômicos do algodoeiro. In: **FONTOURA, J. U. G. et al. Algodão – Tecnologia de produção**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, p. 13-34, 2001.

ROUSH, R. T. Bt-transgenic crops: just another pretty insecticide or a chance for a new start in resistance management? **Pestic Science**, v. 51, p. 328-334, 1997.

SANTOS, G. P.; COSENZA, G. W.; ALBINO, J. C. Biologia de *Spodoptera latifascia* (Walker, 1856) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre folhas de eucalipto. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 24, p.153-155, 1980.

SANTOS, W. J.; SANTOS, K. B.; SANTOS, R. B. Ocorrência, descrição e hábitos de *Spodoptera* spp. em algodoeiro no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 4, 2003, Goiânia [Cd-Rom]. **Anais...** 2003.

SARRO, F. B. **Biologia comparada de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho e em cultivares de algodoeiro.** 2006. 109f. Tese de Doutorado em Agronomia (Proteção de Plantas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu-SP, 2006.

SAVOIE, K. L. Alimentación selectiva por especies de *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) en un campo de frijol con labranza mínima. **Turrialba**, v. 38, p. 67-70, 1988.

SAYYED, A. H.; CERDA, H.; WRIGHT, D. J. Could Bt transgenic crops have nutritionally favourable effects on resistant insects? **Ecology Letters**, v. 6, p. 167-169, 2003.

SCHULLER, T. H.; POPPY, G. M.; KERRY, B. R.; DENHOLM, I. Potential side effects of insect-resistant transgenic plants on arthropod natural enemies. **Trends in Biotechnology**, v. 17, p. 210-215, 1999.

SILVAIN, J. F.; LALANNE-CASSOU, B. Distinction entre *Spodoptera latifascia* (Walter) et *Spodoptera cosmioides* (Walker), bona species (Lepidoptera: Noctuidae). **Revue Française d'Entomologie** (Nouvelle Série), v. 19, n. 3-4, p. 95-97, 1997.

SILVIE, P. Avaliação entomológica dos sistemas de cultivo de algodoeiro. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador-BA [Cd-Rom]. **Anais ... 2005.**

SMITH, R. H. An extension entomologist's 1996 observations of Bollgard (Bt) technology. **Proceedings of Beltwide Cotton Conference**, v. 1, p. 856-857, 1997.

SOARES, J. J.; ALMEIDA, R. P. **Manejo integrado de pragas do algodoeiro, com ênfase aos efeitos colaterais dos pesticidas e o uso de controle biológico.** Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1998. 46p. (Embrapa-CNPA. Documentos, 62)

SOARES, J. J.; VIEIRA, R. M. ***Spodoptera frugiperda* ameaça a cotonicultura brasileira**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1998. 5p. (Embrapa-CNPA. Comunicado Técnico, nº 96).

SOARES, J. J.; SILVA, O. R. R. F. da; FREIRE, E. C.; CARVALHO, O. S.; VASCONCELOS, O. L. **Mosca branca *Bemisia* sp. Uma nova praga do algodoeiro no sudoeste baiano**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1997. 7p. (Embrapa-CNPA. Comunicado Técnico, 55).

SPECHT, A.; SILVA, E.; LINK, D. Noctuídeos (Lepidoptera, Noctuidae) do Museu Entomológico Ceslau Biezanko, Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrociências**, v. 4, n. 10, p. 389-409, 2004.

SPENCER, J.; FORER, G.; NIV, A. Deltapine bollgard variety response to the Israeli pest complex. **Proceedings of the Beltwide Cotton Conference**, v. 2, p.1000-1002, 1999.

STORCH, G.; LOECK, A. E.; COSTA, M. A. G. Efeito de dois inseticidas sobre o desenvolvimento e progênie de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) sobreviventes a aplicação em lavoura comercial de milho. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 1., JORNADA DE PÓS GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO, 1., 2002, Bagé, **Anais...** Bagé: URCAMP, 2002. p. 217.

SUJI, E. R.; LÖVEI, G. L.; SÉTAMOU, M.; SILVIE, P.; FERNANDES, M. G.; DUBOIS, G. S. J.; ALMEIDA, R. P. Non-target and biodiversity impacts on non-target herbivorous pests. In: HILBECK, A.; ANDOW, D. A.; FONTES, E. M. G. (Ed.) **Environmental risk assessment of genetically modified organisms, v. 2: Methodologies for assessing Bt cotton in Brazil**. CABI Publishing, 2004, 374p.

SUMERFORD, D. V.; SOLOMON, W. L. Growth of wild *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae collected from Bt and Non-Bt cotton. **Florida Entomologist**, v. 83, p. 354-357, 2000a.

VIDELA, G. W.; LORENS, E.; DEATON, R. E.; MONDO, L.; TORCASSO, F. Efficacy of biogodon (Bollgard) to control target cotton Lepidoptera pests in Argentina. **Proceedings of the Betwide Cotton Conference**, v. 2, p.1246, 1999.

TABASHNIK, B. E.; CARRIÈRE, Y. Bt transgenic crops do not have favorable effects on resistant insects. **Journal of Insect Science**, v. 4, n. 4, 3pp, 2004.

WILSON, F. D.; FLINT, H. M.; DEATON, W. R.; FISCHHOFF, D. A.; PERLAK, F. J.; ARMSTRONG, T. A.; FUCHS, R. L.; BERBERICH, S. A.; PARKS, N. J.; STAPP, B. R. Resistance of cotton lines containing a *Bacillus thuringiensis* toxin to pink bollworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. **Journal of Economic Entomology**, v.76, p. 219-222, 1992.

WU, K. Integration of Bt cotton in IPM systems: a Chinese perspective. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21, 2004, Brisbane, Australia. Disponível em <wkm@caascope.net.cn> Acesso em 15/04/2008.