

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Cycloneda sanguinea* (L.)
(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) E DE *Aphis gossypii*
GLOVER (HEMIPTERA: APHIDIDAE), CRIADOS NAS
CULTIVARES DELTAOPAL E NUOPAL (BOLLGARD I).**

Marina Funichello

Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

Fevereiro de 2010

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Cycloneda sanguinea* (L.)
(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) E DE *Aphis gossypii*
GLOVER (HEMIPTERA: APHIDIDAE), CRIADOS NAS
CULTIVARES DELTAOPAL E NUOPAL (BOLLGARD I).**

Marina Funichello

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Busoli

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrária 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 2010

Funichello, Marina

F979a Aspectos biológicos de *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) e de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), criados nas cultivares DeltaOPAL e NuOPAL (Bollgard I) / Marina Funichello. -- Jaboticabal, 2010
iv, 55 f. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010

Orientador: Antonio Carlos Busoli

Banca examinadora: Arlindo Leal Boiça Junior, Marcos Doniseti Michelotto

Bibliografia

1. Afídeos - Controle Biológico. 2. *Gossypium hirsutum*. 3. DeltaOPAL. 4. NuOPAL. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.752



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL



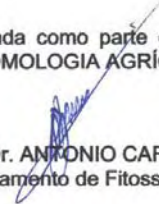
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Cycloneda sanguinea* (L.) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) E DE *Aphis gossypii* GLOVER (HEMIPTERA: APHIDIDAE), CRIADOS NAS CULTIVARES DELTAOPAL E NUOPAL (BOLLGARD I).

AUTORA: MARINA FUNICHELLO

ORIENTADOR: Prof. Dr. ANTONIO CARLOS BUSOLI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA (ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ANTONIO CARLOS BUSOLI

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. ARLINDO LEAL BOICA JUNIOR

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. MARCOS DONISETI MICHELOTTO

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) \ Pindorama/SP

Data da realização: 22 de fevereiro de 2010.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

MARINA FUNICHELLO – Filha de João Alberto Funichello (*in memoriam*) e Ana Lúcia Sampaio Funichello, natural de Jaboticabal, SP, nascida no dia 30 de maio de 1981. Formada no curso de Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) – UNESP – Câmpus de Jaboticabal, SP no ano de 2006. No ano de 2008 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Entomologia Agrícola, também pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) – UNESP – Câmpus de Jaboticabal, SP.

Dedico

Aos meus pais João Alberto Funichello (*in memoriam*), e Ana Lúcia Sampaio Funichello pelo incentivo, carinho e amor incondicional.

Homenageio

À minha avó paterna Genoveva Volpe Funichello, por todo amor, incentivo e confiança dispensados durante todo o tempo.

Ofereço

As minhas irmãs Camila Funichello, Natalia Sampaio Franco, a todos meus familiares e aos meus amigos

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela proteção e por iluminar meu caminho para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Busoli pela orientação, pelos conhecimentos fornecidos e importante colaboração na condução, desenvolvimento e finalização deste trabalho dispensados durante todo o tempo.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, através do Departamento de Fitossanidade (Entomologia), pela oportunidade concedida para a realização do curso de mestrado.

Aos professores do curso de Pós-graduação em Entomologia Agrícola, pelos conhecimentos transmitidos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao técnico Agrícola Alex Ribeiro, pela amizade e auxílio na preparação e implantação deste experimento.

Aos funcionários e amigo do Departamento de Fitossanidade Lígia Dias Tostes Fiorezzi, Lúcia Helena P. Tarina e Zulene Ribeiro.

Aos queridos amigos Almir Roman, Juliana Pires Brito, Roseli Pessoa, Hamilton César Charlo, pela amizade e incentivo.

Aos primos Mara Cristina Esteves, Mario César Moreira, Karina Moreira, Paula Funichello e Catharina Funichello.

Aos amigos do curso de Pós-graduação (Entomologia Agrícola), Júlio César Janini, Juliana Nais, Aniele Pianoscki, Anderson da Silva, pela amizade e companheirismo.

À bibliotecária Tiêko Sugahara, da FCAV/UNESP – Jaboticabal, pelo auxílio na correção das referências bibliográficas.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
SUMÁRIO	i
RESUMO	iii
SUMMARY	iv
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	
1. Introdução.....	01
2. Revisão de literatura.....	03
2.1 Aspectos biológicos de <i>Aphis gossypii</i>	03
2.2 Fase ninfal.....	03
2.3 Fase adulta.....	05
2.4 Aspectos biológicos de <i>Cycloneda sanguinea</i>	06
2.5 Efeito indireto de plantas transgênicas em organismos não-alvo.....	07
3. Referências.....	12
CAPÍTULO 2 – ASPECTOS BIOLÓGICOS E TABELA DE FERTILIDADE DO PULGÃO-DO-ALGODOEIRO NAS CULTIVARES DELTAOPAL E NUOPAL (BOLLGARD I)	
Resumo.....	20
Summary.....	21
1. Introdução.....	22
2. Material e Métodos.....	23
3. Resultados e Discussão.....	26
4. Conclusão.....	31
5. Referências.....	32
CAPÍTULO 3 – ASPECTOS BIOLÓGICOS DE <i>Cycloneda sanguinea</i> (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) TENDO COMO PRESA PULGÕES CRIADOS NAS CULTIVARES DELTAOPAL E NUOPAL (BOLLGARD I)	
Resumo.....	36
Summary.....	37
1. Introdução.....	38
2. Material e Métodos.....	39
3. Resultados e Discussão.....	43

1. Conclusão.....	48
2. Referências.....	49
CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES GERAIS (IMPLICAÇÕES).....	53
Referências.....	55

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Cycloneda sanguinea* (L.) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) E DE *Aphis gossypii* GLOVER (HEMIPTERA: APHIDIDAE), CRIADOS NAS CULTIVARES DELTAOPAL E NUOPAL (BOLLGARD I)

RESUMO – Este trabalho teve como objetivos estudar os parâmetros biológicos de *Aphis gossypii* nas cultivares comerciais NuOPAL (Bollgard I) e DeltaOPAL, assim como do predador *Cycloneda sanguinea*, tendo como presa pulgões criados na cultivar transgênica NuOPAL e na sua isolinha DeltaOPAL. Os experimentos foram realizados em laboratório sob condições controladas de temperatura ($25 \pm 1^\circ \text{C}$), umidade relativa ($70 \pm 10\%$) e fotofase (12 horas), e em casa de vegetação da FCAV/UNESP, em Jaboticabal, SP. No experimento da biologia do pulgão a duração dos estádios ninfais e fase ninfal, duração do período reprodutivo, pós-reprodutivo, longevidade das fêmeas e número total de ninfas por fêmea, não apresentaram diferenças significativas, assim como os parâmetros de fertilidade. A cultivar transgênica NuOPAL não afetou a biologia de *A. gossypii* em relação a sua isolinha não-Bt. No experimento da biologia de *C. sanguinea* alimentadas com *A. gossypii*, a duração da fase larval foi menor quando alimentadas com pulgões criados na cultivar NuOPAL, enquanto a longevidade dos adultos e o período reprodutivo foram maiores. A fertilidade das fêmeas e viabilidade de ovos também foram menores.

Palavras-chave: afídeos, controle biológico, Cry1Ac, *Gossypium hirsutum*, joaninha

BIOLOGICAL ASPECTS OF *Cycloneda sanguinea* (L.) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) AND *Aphis gossypii* GLOVER (HEMIPTERA: APHIDIDAE) REARED IN COTTON CULTIVARS DELTAOPAL AND NUOPAL (BOLLGARD I)

SUMMARY – The objective of this work was to study the biological parameters of *Aphis gossypii* in NuOPAL cultivars (Bollgard I) and DeltaOPAL, as well as the predator *Cycloneda sanguinea* with the aphid prey reared on transgenic cultivar NuOPAL and its isoline DeltaOPAL. The experiments were performed in the laboratory under controlled temperature (25 ± 1 ° C), humidity ($70 \pm 10\%$) and photophase (12 hours) and a greenhouse of FCAV / UNESP, Jaboticabal, SP. In the experiment of the biology of aphids the duration of nymphal phases, duration of reproductive period, post-reproductive longevity of females and total number of nymphs per female, showed no significant differences, as well as the parameters of fertility. The cultivar NuOPAL transgenic cultivar not affect the biology of *A. gossypii* in relation to its non-Bt isoline. In the experiment of the biology of *C. sanguinea* fed aphids *A. gossypii* the larval period was shorter when fed aphids reared on the cultivar NuOPAL, while the longevity of adults and the reproductive period were higher. The female fertility and egg viability were also lower.

KEY WORDS : aphids, biological control, Cry1Ac, *Gossypium hirsutum*, ladyb

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A melhoria obtida na qualidade da pluma na última década promoveu um crescimento na cotonicultura brasileira, e a produtividade também aumentou. Estima-se que este aumento, seja superior em 5,3% ao da safra passada, que foi de 3.876 Kg/ha de algodão em caroço, favorecido principalmente pela boa situação climática. Além disso, a estimativa de produção é de 1.238,2 mil toneladas, estabelecendo incrementos de 2% em plumas, em relação a safra de 2008/2009, contrariando as estimativas iniciais de redução da oferta da fibra (CONAB, 2010).

No entanto algumas espécies de insetos que ocorrem na cultura do algodoeiro podem ocasionar prejuízos econômicos se não forem adotadas algumas medidas de controle. Dentre os insetos-pragas que podem causar dano econômico, pode-se mencionar as brocas [*Eutinobothrus brasiliensis* (Hambledon, 1937) e *Conotrachelus denieri* Hustache, 1939], os pulgões [*Aphis gossypii* Glover, 1877 e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776)], o tripses (*Frankliniella* spp.), o curuquerê [*Alabama argillacea* (Hubner, 1818)], o bicudo (*Anthonomus grandis* Boheman, 1843), a lagarta-das-maçãs [*Heliothis virescens* (Fabricius, 1781)], as lagartas do gênero *Spodoptera* [*S. frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e *S. cosmioides* Walker, 1858], a lagarta rosada [*Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1843)], os ácaros [*Tetranychus urticae* (Koch, 1836) e *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904)], os percevejos [*Horcias nobilellus* (Bergman, 1833) e *Dysdercus* spp.] e a mosca-branca [*Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889)] (JACOME et al., 2003).

Além disso, visando maior produtividade e maior rendimento no descaroçamento, maior finura, resistência da fibra do algodão, setores do agronegócio algodoeiro importaram vários genótipos de outros países, no entanto a maioria destes genótipos são altamente suscetível a doença azul ou VMNA (vírus do mosaico das nervuras), que tem como principal vetor o pulgão *A. gossypii*. As perdas de produtividade com a

doença em cultivares altamente suscetíveis, como DeltaPine Acala90, chegaram a 1500 Kg/ha (MICHELOTTO & BUSOLI, 2006).

Na cultura do algodoeiro há uma grande diversidade de artrópodes, entre os quais, os fitófagos e outros, como os inimigos naturais (RAMIRO & FARIA, 2006). Dentre esse grupo de insetos benéficos, pode-se citar as espécies pertencentes à família Coccinellidae, principalmente *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) e *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville, 1842 (GUERREIRO et al., 2002), sendo estas espécies consideradas principais agentes de controle biológico do pulgão do algodoeiro.

Pesquisas em biotecnologia levaram a obtenção de plantas geneticamente modificadas que expressam proteínas tóxicas, entre as quais, a Cry1Ac, oriunda da bactéria de solo *Bacillus thuringiensis* (BRITO, 2000; BOBROWSKI et al., 2003). Através desta tecnologia, foi obtido o algodão geneticamente modificado, denominado Bollgard I, cujas plantas produzem a α -endotoxina de *B. thuringiensis* var. kurstaki, que é altamente patogênica para a maioria das lagartas de lepidópteros (RAMIRO & FARIA, 2006).

Apesar de cultivares de algodão transgênico, ter sua eficiência comprovada no controle de insetos-praga, principalmente da ordem Lepidoptera, se faz necessários estudos do impacto sobre organismos não-alvo.

O estudo da ação positiva ou negativa da cultivar de algodoeiro sobre os agentes de controle biológico é de extrema importância quando se deseja sucesso no manejo integrado. Por exemplo, a qualidade e a quantidade de pulgões consumidos pelos seus predadores podem influenciar o período de pré-oviposição e a fecundidade destes, podendo também causar diferentes taxas de mortalidade, como observado por ALVARENGA et al. (1995) e FIGUEIRA et al. (2002).

Devido à importância da espécie *C. sanguinea* como agente de controle biológico natural do pulgão do algodoeiro, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros biológicos de *A. gossypii* nas cultivares comerciais NuOPAL (Bollgard I) e DeltaOPAL, assim como avaliar possíveis efeitos biológicos indiretos no seu predador

C. sanguinea, tendo como presa pulgões criados nestas cultivares transgênicas NuOPAL e na sua isolinha convencional DeltaOPAL.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos biológicos de *Aphis gossypii*

Os pulgões apresentam desenvolvimento hemimetabólico, sendo que ninfas e adultos possuem o mesmo hábito alimentar e causam danos semelhantes às plantas de algodoeiro (PENA-MARTÍNEZ, 1992).

Nas regiões tropicais e sub-tropicais, a reprodução de *A. gossypii* é predominantemente assexuada (partenogênese telítoca) através de fêmeas aladas e ápteras. Em regiões quentes, este pulgão apresenta ciclo de vida anhocíclico, ou seja, multiplicação exclusivamente por partenogênese durante todo o ano, quando em áreas de clima frio, o pulgão apresenta ciclo de vida holocíclico heteroécio ou autoécio (SLOSSER et al., 1989; PENA-MARTINEZ, 1992). O ciclo heteroécio envolve a migração de um hospedeiro primário para um hospedeiro secundário na primavera e, um retorno para o hospedeiro primário no outono para oviposição (PENA-MARTINEZ, 1992; EBERT & CARTWRIGHT, 1997).

O ciclo de desenvolvimento e o desempenho reprodutivo dos pulgões podem variar com a planta hospedeira ou até mesmo com genótipos específicos dentro de cada espécie (SOGLIA et al., 2002).

2.2 Fase ninfal

Em algodoeiro e a temperatura de 27,5°C, a espécie *A. gossypii* apresentou duração de 1,07; 1,01; 1,08 e 1,29 dias para o 1^o 2^o 3^o e 4^o estádios, respectivamente; a fase ninfal foi de 4,46 dias (KHALIFA & EL-DIN, 1964).

VENDRAMIM & NAKANO (1981) trabalhando com a mesma espécie na cultivar de algodão IAC-17, observaram a duração de 1,60 e 1,56 dias para o 1^o estágio de coloração amarelo e verde, respectivamente. No 2^o estágio os resultados foram 1,35 e 1,38 dia; no 3^o estágio 1,33 e 1,32 dia; e no 4^o estágio 1,58 e 1,65 dia, respectivamente. A duração média do período ninfal foi de 5,58 e 5,91 dias para ninfas de coloração amarelo e verde, respectivamente.

MICHELOTTO & BUSOLI (2003) estudaram a biologia de *A. gossypii* em três cultivares de algodoeiro (Coodetec 402, CNPA ITA 90 e DeltaOPAL) e observaram, respectivamente, duração média de 4,47, 4,39 e 4,45 dias para o período ninfal.

Avaliando o efeito de diferentes temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo sobre o desenvolvimento de *A. gossypii*, SOGLIA et al. (2002) verificaram que o incremento da temperatura de 15°C para 30°C, reduziu significativamente a duração dos ínstars, sendo o 1^o ínstar o mais afetado e que as ninfas mantidas na cultivar Yellow Snowdon obtiveram maior sobrevivência, 88,5 e 96,6% para o 1^o e o 2^o ínstars, respectivamente.

KOCOUREK et al. (1994) estudando a biologia dessa mesma espécie criada em algodoeiro, obtiveram uma duração de 5,0 dias para a fase ninfal, enquanto ALDYHIM & KHALIL (1993), em estudos sobre o desenvolvimento desse inseto em *Curcubita pepo* L., encontraram uma duração de 5,6 dias.

PESSOA et al. (2004) avaliaram alguns aspectos biológicos de *A. gossypii* alimentado em quatro cultivares de algodoeiro, e observaram que a fase ninfal foi de 4,94, 4,92, 4,93 e 5,23 dias, para as cultivares Auburn SM 310, JPM 781-88-3, Allen e IPEACO-SL 22-61131, respectivamente, sendo que a cultivar IPEACO-SL 22-61131, afetou de forma negativa a biologia desse afídeo.

JAWAL et al. (1988) estudando a biologia de *A. gossypii* sobre pimenta, observaram duração média de 2,33; 2,29; 2,36 e 2,38 dias para o 1^o 2^o 3^o e 4^o estádios, respectivamente.

2.3 Fase adulta

VENDRAMIM & NAKANO (1981) observaram para *A. gossypii* de coloração verde e amarela, respectivamente, apresentaram duração média do período reprodutivo de 23,20 e 20,7 dias, com temperatura variando entre 20,1 e 28,4° C. Os autores constataram ainda uma fecundidade diária de 2,18 e 2,29 ninfas/dia em fêmeas de coloração amarelo e verde de *A. gossypii*, respectivamente. Já, a produção total por fêmea foi de 46,50 e 47,90 ninfas para adultos de coloração verde e amarela, respectivamente.

MICHELOTTO & BUSOLI (2003) estudando a biologia de *A. gossypii* em três cultivares de algodoeiro, Coodetec 402, CNPA ITA 90 e DeltaOPAL, verificaram duração média do período reprodutivo de 13,95; 13,51 e 15,52 dias, respectivamente. A produção total de ninfas por fêmea foi de 71,96; 58,83 e 84,50, para as cultivares Coodetec 402, CNPA ITA 90 e DeltaOPAL, respectivamente.

PESSOA et al. (2004) estudaram alguns aspectos biológicos de *Aphis gossypii* nas cultivares de algodoeiro Allen, IPEACO-SL 21-61131, JPM 781-88-3 e Auburn SM 310, e observaram período reprodutivo de 15,98; 17,48; 18,22 e 20,84 dias, respectivamente. A produção total de ninfas por fêmea foi de 62,03; 69,16; 60,51; 54,89, para Allen, IPEACO-SL 21-61131, JPM 781-88-3 e Auburn SM 310, respectivamente.

SUJII et al. (2008) observaram para *A. gossypii* criados em algodoeiro Bt (DP 404 BG) e sua isolinha (DP 4049) em casa de vegetação, períodos reprodutivos médios de 16,35 e 16,18 dias, respectivamente. A produção total média de ninfas por fêmea foi de 47,26 para a cultivar Bt, enquanto que para não-Bt, foi de 46,98 ninfas/fêmea. Estes resultados encontrados não diferiram significativamente entre si.

EKUKOLE (1990) estudando o efeito de algumas plantas hospedeiras na fecundidade de *A. gossypii*, observou que as maiores médias de ninfas/fêmea/dia, foram observadas sobre quiabo e algodoeiro, com 5,16 e 4,76 ninfas/fêmea/dia, respectivamente.

KERSTING et al. (1999) constataram que a longevidade de adultos de *A. gossypii* sobre algodoeiro foi em média 39,7; 19,5; 23,1 e 16,8 dias a, 15°, 20°, 25° e 30°C, respectivamente.

2.4 Aspectos biológicos de *Cycloneda sanguinea*

São conhecidas aproximadamente 5000 espécies de coccinelídeos em todo mundo, apresentando distribuição cosmopolita. A família Coccinellidae é composta por insetos predadores de pulgões, cochonilhas, mosca-branca, ácaros, que são considerados pragas primárias e secundárias em ambientes agrícolas. Em épocas de diminuição ou falta das principais presas, os coccinelídeos podem se alimentar de néctar, pólen, “honeydew”, ou a combinação de vários alimentos como estes, que podem propiciar a permanência destes insetos nestes ambientes, mesmo em épocas de entressafra (GUERREIRO et al., 2002).

A qualidade e quantidade de afídeos consumidos pelos coccinelídeos pode influenciar o período de pré-oviposição e a fecundidade destes (HAGEN & VAN DEN BOSCH, 1968). De acordo com CANARD & PRINCIPI (1984), a qualidade e a quantidade da presa oferecida, é fundamental no desenvolvimento dos predadores, podendo induzir a diferentes taxas de mortalidade. Assim sendo, apesar dos predadores serem generalistas, apresentam preferência alimentar por presas que facilitem o seu desenvolvimento, ou que lhes permita completarem o ciclo de vida (OLIVEIRA, et al., 2004).

Entre esse grupo de predadores, a espécie *C. sanguinea* (Linnaeus, 1763) é comumente observada em várias culturas. Os aspectos relacionados à biologia desse predador foram estudados por SANTOS & PINTO (1981), verificando um período médio para a fase larval de 9,3 dias, 3,4 dias para pupa e a longevidade média de aproximadamente 63 dias .

As plantas podem influenciar direta ou indiretamente a eficiência de predação dos coccinelídeos, alterando a qualidade da presa ou as chances de encontro desta pelo predador (RICE & WILDE, 1989).

SANTOS et al. (2003) estudaram o efeito da alimentação com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) em genótipos de sorgo, GR11111, TX430Xgr111, GB 3B e BR 007B, no desenvolvimento de *C. sanguinea* e verificaram duração da fase larval de 8,6; 8,0; 8,1 e; 8,1 dias respectivamente. O número total médio de ovos produzidos por fêmea variou de 187,2 a 199,8.

Avaliando os aspectos biológicos de larvas de *C. sanguinea* alimentadas com *S. graminum*, SANTA-CECÍLIA et al. (2001) verificaram duração do período larval de 8,2 dias para machos, e 8,5 dias para fêmeas. O período de pré-pupa foi de 1,0 dia e pupa de 3,0 dias, com duração média do período de larva a adulto de 15,2 dias para machos e 15,5 dias para fêmeas.

BOIÇA JUNIOR et al. (2004) avaliaram o desenvolvimento de *C. sanguinea* alimentadas com o pulgão *A. gossypii* em plantas de algodoeiro em casa de vegetação, e observaram duração média da fase larval de 7,8; 7,9; e 7,9 dias para as cultivares Antares, CNPA 7H e DeltaOPAL, respectivamente.

Por outro lado, *C. sanguinea* alimentada com ninfas do pulgão-do-pinus *Cinara atlântica* Wilson, 1919 a duração média da fase larval foi de 9,04 dias, 6,08 para a fase de pupa e, 125 dias para a fase adulta, com ciclo total (larva + pupa + adulto) de 140,82 dias. O número de ovos por postura foi em média de 21,8 ovos/fêmea (OLIVEIRA et al., 2004).

Estudando o efeito da alimentação de *C. sanguinea* com quatro espécies de presas, *A. gossypii*, *Aphis fabae* Scopoli, 1763, *M. persicae* e *Megoura viciae* Buckton, 1876, ISIKBER & COPLAND (2002) verificaram para o período larval, duração média de 8,2; 8,3; 8,1 e 11,2 dias, respectivamente, e concluíram que a espécie *M. viciae* não é adequada para o desenvolvimento larval da joaninha, *C. sanguinea*.

2.5 Efeito indireto de plantas transgênicas em organismos não-alvo

Segundo SCHULLER et al. (1999), *B. thuringiensis* é uma bactéria oriunda de solos, organismo unicelular que produz cristais protéicos inseticidas (também chamadas α -endotoxina), pelas células durante a esporulação. Existe uma gama variável de

diferentes α -endotoxinas com distinto espectro inseticida. Por exemplo, as proteínas Cry1A e Cry1C são específicas para larvas de lepidópteros, enquanto a proteína Cry3A é tóxica para larvas de coleópteros (PEFEROEM, 1991). Portanto, os esporos e cristais protéicos dessa bactéria têm sido utilizados como inseticidas microbianos desde 1950 (CROOK & JARRETT, 1991).

Pesquisas em biotecnologia levaram a obtenção de plantas geneticamente modificadas que expressam proteínas tóxicas, entre elas a, Cry1A, oriunda da bactéria de solo *B. thuringiensis* (BRITO, 2000; BOBROWSKI et al., 2003). Estas plantas modificadas geneticamente podem controlar algumas das pragas mais severas de várias culturas e reduzir a aplicação de inseticidas sintéticos. Através desta tecnologia, foi obtido o algodão geneticamente modificado, denominado Bollgard I, que tem em suas células a α -endotoxina de *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, que é altamente patogênica para algumas lagartas de lepidópteros (RAMIRO & FARIA, 2006).

As pesquisas com algodão transgênico iniciaram-se em 1986 nos Estados Unidos, sendo que as primeiras plantas geneticamente modificadas foram obtidas em 1989. Naquele país, a liberação para comercialização da primeira cultivar transgênica só ocorreu em 1996. No Brasil, a liberação comercial da cultivar Bollgard I da Monsanto Brasil Ltda., denominada de NuOPAL, só ocorreu em março de 2005 de acordo com o Parecer Técnico Conclusivo, CTNBIO N^o 513/2005 (BARROSO et al., 2005),

Plantas geneticamente modificadas desenvolvidas para resistir a insetos-praga podem potencialmente produzir impactos positivos ao ambiente devido à redução de uso de inseticidas químicos na cultura com os conseqüentes benefícios associados. Esses benefícios incluem, entre outros, a redução de poluição por resíduos tóxicos no ambiente (solo, água e alimentos ou matéria prima), segurança do trabalhador e possível aumento no controle biológico natural (CAPALBO & FONTES, 2004). Por outro lado, impactos negativos podem ocorrer devido ao plantio em larga escala desse tipo de plantas, 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 (toxinas ou inibidores de enzimas) e fluxo do transgene de cultivos transgênicos para plantas próximas (geneticamente relacionadas) (FERRY et al., 2006).

Este fato tem levado vários países à preocupação de se acompanhar o impacto de cultivares Bt transgênicas sobre a entomofauna do algodoeiro (REED et al., 2000; GOODELL et al., 2001; RAMIRO & FARIA, 2006).

A alteração química ou genética de plantas, pode influenciar profundamente o comportamento de insetos herbívoros. Se o inseto é um vetor, modificações no hospedeiro podem influenciar o número e duração de contatos que afetam a transmissão de doenças. Vários estudos têm sugerido que o comportamento de afídeos podem ser modificados quando se alimentam de plantas hospedeiras resistentes (KENNEDY et al., 1978; KENNEDY et al., 1978) ou tratadas com pesticidas (BOITHEAU et al., 1985; HUREJ & PETERS, 1988; LOWERY & BOITHEAU, 1988).

SHIEH et al. (1994) avaliaram o comportamento de alimentação do pulgão *M. persicae*, monitorado eletronicamente em folhas de batatas transgênicas com o gene produtor da delta-endotoxina de *B. thuringiensis* spp. *tenebrionis*, em plantas de batatas convencionais infectadas e não infectadas por vírus. Os autores observaram que durante 2 horas de acesso à planta, não houve diferença significativa em relação ao tempo de se iniciar a primeira picada na folha da batata, e o número de picadas (ou inserção do estilete) antes da ingestão do floema, quando o pulgão se alimentava das variedades convencionais infectadas por vírus e de variedades transgênicas infectadas ou não por vírus. As variedades transgênicas de batatas, não influenciaram o comportamento de alimentação do pulgão *M. persicae*, sugerindo que a transmissão de viroses por afídeos poderia não ser afetada.

Avaliando o impacto do algodoeiro Bt na bionomia e na escolha de plantas para colonização pelo pulgão-do-algodoeiro *A. gossypii* no Brasil, SUJII et al. (2008) observaram que o algodoeiro Bt não afeta a dinâmica populacional do pulgão e não aumenta seu potencial de risco como praga. Entretanto, na China, DENG et al. (2003) relataram que em avaliações de pulgões em parcelas de algodão Bt e não-Bt, mostraram maior abundância de pulgões em parcelas de algodão transgênico. Adicionalmente, estudos em laboratório mostraram que pulgões alimentados por três gerações em algodoeiro transgênico que expressa a proteína Cry1Ac e CpTI

apresentaram maior capacidade reprodutiva e maiores taxas de sobrevivência em comparação com indivíduos alimentados em algodoeiro não-Bt (LIU et al., 2005).

Plantas transgênicas resistentes às pragas são produzidas para matar os insetos ou influir negativamente na sua biologia, por exemplo, interferindo na capacidade para vôos, cópula, fecundidade. Com isso podem também afetar indiretamente predadores e parasitóides, principalmente estes últimos na fase larval, que, no interior do corpo do hospedeiro, podem ficar expostos diretamente às proteínas tóxicas quando o hospedeiro consome seiva ou tecidos vegetais (WRIGHT & VERKERK, 1995). A morte prematura ou desenvolvimento anormal das lagartas hospedeiras podem tornar os parasitóides incapazes de completar o seu ciclo biológico. Além disso, doses sub-letais de toxinas Bt, geralmente atrasam o desenvolvimento dos hospedeiros, reduzem o consumo foliar e o respectivo ganho de peso. Os insetos-pragas que sobrevivem ao consumo dessas toxinas são geralmente menores e podem ter desenvolvimento e fecundidade reduzidas (DOWN et al., 1996). Essa redução na qualidade do hospedeiro pode resultar negativamente na sobrevivência larval, fecundidade e tamanho dos parasitóides (HERZOG & FUNDERBURK, 1985; van EMDEN, 1990; van EMDEN, 1995). Efeitos colaterais sobre predadores e parasitóides podem também ocorrer em cultivares de plantas convencionais, obtidas de cruzamentos induzidos (HERZOG & FUNDERBURK, 1985).

Os coleópteros das famílias Coccinellidae e Carabidae, tanto adultos como larvas, são predadores, e são expostos às proteínas Bt, específicas para coleópteros, expressas em algumas plantas transgênicas. Em outros grupos de predadores, entre os quais os Syrphidae e os Chrysopidae, somente as larvas são predadores carnívoros, enquanto os adultos alimentam-se de pólen floral e néctar, portanto os efeitos colaterais das plantas transgênicas sobre estes insetos podem ser diferentes (STUBBS & FALK, 1993).

HILBECK et al. (1998a) observaram que o predador *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) quando alimentado com a lagarta *Ostrinia nubilalis* (Hubner, 1796) e a lagarta *Spodoptera littoralis* Boisduval, 1833 criadas sobre milho transgênico, tiveram a mortalidade larval aumentada de 37 para 62%. Além do aumento da mortalidade larval,

o crisopídeo teve seu tempo de desenvolvimento larval prolongado quando foi alimentado com *O. nubilalis* alimentadas com plantas Bt, mas foi indiferente com a *S. littoralis*. Alta mortalidade também foi observada quando os estágios imaturos desse predador se alimentaram diretamente de uma dieta líquida contendo a proteína Cry1Ab (HILBECK et al., 1998b). Contudo, SIMS (1995) verificou que a proteína Cry1Ab, na concentração de 20 µg/ml, não afetou os predadores *C. carnea* e *H. convergens*.

Resultados semelhantes foram encontrados por ASHOURI et al. (1998), para a fecundidade dos adultos do predador *Perillus bioculatus* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Pentatomidae), que foi reduzida em 50%, quando alimentados com larvas da praga *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) injetadas com a toxina transgênica OC-I, uma inibidora da cisteína-proteinase que tem sido expressada em geral nas plantas transgênicas.

A joaninha *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), alimentada com pólen de milho transgênico, não apresentou alterações nas taxas de desenvolvimento, peso e atividade metabólica (ZHANG et al., 2005). Nenhum efeito foi observado para o coleóptero predador *Pterostichus madidus* (Fabricius, 1775), alimentado com larvas que se desenvolveram em canola transgênica (FERRY et al., 2006).

No entanto, ZHANG et al. (2006) observaram que a duração do ciclo de vida da joaninha *Propylaea japonica* (Thunberg) foi menor quando alimentados com pulgões criados em cultivar de algodoeiro transgênico do que aquelas alimentadas com pulgões criados em cultivar de algodoeiro não-Bt.

Avaliando o efeito do algodoeiro transgênico no uso de inseticidas e na abundância de *C. carnea* e *Orius tristicolor* (White, 1879), SISTERTSON, et al. (2007) observaram que o uso de inseticidas foi maior no algodoeiro não-Bt e a abundância de predadores foi maior no algodoeiro transgênico, portanto o algodoeiro Bt pode afetar a utilização de inseticidas, que por sua vez pode afetar a abundância de predadores na cultura.

3. REFERÊNCIAS

CONAB, 2010: companhia nacional de abastecimento. Brasília, 2010. 47p.

ALDYHIM, Y. N.; KHALIL, A. F. Influence of temperature and daylength on population development of *Aphis gossypii* on *Curcubita pepo*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.67, n.2, p.167-172, 1993.

ALVARENGA, C. D.; VENDRAMIM, J. D.; CRUZ, I. Biologia e predação de *Doru luteipes* (Scud.) sobre *Schizaphis graminum* (Rond.) criado em diferentes genótipos de sorgo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v. 24, n. 3, p. 523-531, 1995.

ASHOURI, A.; OVERNE, S.; MICHAUD, D.; COUTIER, C. **Archives Insect Biochemistry and Physiology**, West Sussex, v.38, p. 74-83, 1998.

BARROSO, P. A. V.; FREIRE, E. C.; AMARAL, J. A. B.; SILVA, M. T. **Zonas de exclusão de algodoeiros transgênicos para preservação de espécies de *Gossypium* nativas ou naturalizadas**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. Comunicado Técnico.

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

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SANTOS, T. M.; KURANISHI, A. K. Desenvolvimento larval e capacidade predatória de *Cycloneda sanguinea* (L.) e *Hippodamia convergens* Guérin-Men. alimentadas com *Aphis gossypii* Glover sobre cultivares de algodoeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.26, n.2, p.239-244, 2004.

BOITHEAU, G.; KING, R. R.; LEVESQUE, D. Lethal and sublethal effects of aldicarb on two potato aphids (Homoptera: Aphididae): *Myzus persicae* (Sulzer) and *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.78, p.41-44, 1985.

BRITO, L. O. **Adaptação de *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) a inibidores de proteinases de plantas transgênicas de fumo.** 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

CANARD, M.; PRINCIPI, M. M. Development of Chrysopidae. P.57-75. In: CANARD, M.; SEMERIA, Y.; NEW, T.R. (Ed). **Biology of Chrysopidae.** The Hague, W. Junk Publishers, 1984. 249 p.

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

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

DENG, S. D.; XU, J.; ZHANG, Q. W.; ZHOU, S. W.; XU, G. J. Effect of transgenic *Bacillus thuringiensis* cotton on population dynamics of non-target pests and natural enemies. **Acta Entomologica Sinica**, Beijing, v.46, p.1-5, 2003.

DOWN, R. E.; GATEHOUSE, A. M. R.; HAMILTON, W. D. O.; GATEHOUSE, J. A. Snowdrop lectin inhibits development and decreases fecundity of the glasshouse potato aphid (*Aulacorthum solani*) when administered in vitro and via transgenic plants both in laboratory and glasshouse trials. **Journal Insect Physiology**, Oxford, v. 42, p.1035-1045, 1996.

EBERT, T. A.; CARTWRIGHT, B. Biology and ecology of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). **Southwestern Entomologist**, Dallas, v. 22, n. 1, p. 116-153, 1997.

EKUKOLE, G. Effects of some selected plants on the fecundity of *Aphis gossypii* Glover under laboratory conditions. **Cotton et Fibres Tropicales**, Paris, v.45, n.3, p.263-266, 1990.

FIGUEIRA, L.K.; LARA, F.M.; CRUZ, I. Efeito de genótipos de sorgo sobre o predador *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentado com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 133-139, 2002.

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**, Netherland, v. 15, p.501-514, 2006.

GOODELL, P. B.; GARCIA, C. M.; KEILLOR, K. D.; HAAS, C.; GODFREY, L. D.; MUNK, D. Influence of cotton varieties on arthropod fauna. **Proceedings of the Beltwide Cotton Conference**, Memphis, v.2, p.1019-1021, 2001.

GUERREIRO, J. C.; SILVA, R. A.; BUSOLI, A. C.; BERTI FILHO, E. Coccinelídeos predadores que ocorrem no estágio inicial da cultura do algodoeiro em Jaboticabal, SP, Brasil. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 77, n. 1, p.161-168, 2002.

HAGEN, K. S.; VAN DEN BOSCH. 1968. Impact of pathogens, parasites and predators on aphids. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.13, p.325-384.

HERZOG, D. C.; FUNDERBURK, J. E. In: HOY, M. A.; HERZOG, D. C. **Biological control in agricultura IPM systems**. New York: Academic Press, 1985. p. 67-88.

HILBECK, A.; BAUMGARTNER, M.; FRIED, P. M.; BIGLER, F. Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on mortality and development time of immature *Crysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) **Environmentae Entomology**, Lanham, v.27, n.2, p.480-487, 1998a.

HILBECK, A.; BAUMGARTNER, M.; FRIED, P. M.; BIGLER, F. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab toxin to the predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Environmentae Entomology**, Lanham, v.27, n.5, p.1255-1263, 1998b.

HUREJ, M.; PETERS, D. Sublethal effects of aldicarb on the behavior of *Aphis fabae* and two clones of *Myzus persicae* and on the transmission of beet mosaic virus by these aphids. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.50, p.81-86, 1988.

ISIKBER, A. A.; COPLAND, M. J. W. Effects of various aphid foods on *Cycloneda sanguinea*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.102, p.93-97, 2002.

JACOME, A. G.; SOARES, J.J.; OLIVEIRA,R.H.; CAMPOS, K.M.F.; MACEDO, E.S.; GONÇALVES, A.C.A. Importância das folhas da haste principal, das folhas do ramo no crescimento e produtividade do algodoeiro herbáceo CNPA 7H. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.25, n.1, p209-213, 2003.

JAWAL, R.; KANORIA, J. L.; SINGH, G. Biology of *Aphis gossypii* Glover on chilli in the Punjab. **Journal Insect Science**, Ludhiana, v.1, n.1, p.65-68, 1988. CAB Abstracts 1987-1989.

KENNEDY, J. S.; McLEAN, D. L.; KINSEY, M. J. Probing behavior of *Aphis gossypii* on resistant and susceptible muskmelon. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.71, p.13-16, 1978.

KERSTING, U.; SATAR, S.; UYGUN, N. Effect of temperature on development rate and fecundity of apterous *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) reared on *Gossypium hirsutum* L. **Journal of Applied Entomology**, Berlim, v.123, p.23-27, 1999.

KHALIFA, A.; EL-DIN, S. Biological and ecological study on *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). **Bulletin Entomological Society Egypte**, Cairo, v.48, p.131-153, 1964.

KHAN, Z. R.; SAXENA, R. C. Mode of feeding and growth of *Nephotettix virescens* (Homoptera: Cicadellidae) on selected resistant and susceptible rice varieties. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.78, p.583-587, 1985.

KOCOUREK, F.; HARELKA, J.; BERÁNKOVA, J.; JAROSIK, V. Effects of temperature on development rate and intrinsic rate of increase of *Aphis gossypii* reared on greenhouse cucumbers. **Entomologia Experimental et Applicata**, Dordrecht, v.71, p.59- 64, 1994.

LIU, X. D.; ZHAI, B. P.; ZHANG, X. X.; ZONG, J. M. Impact of transgenic cotton plants on a non-targed pest, *Aphis gossypii* Glover. **Ecological Entomology**, Oxford, v. 30, p. 307-315, 2005.

LOWERY, D. T.; BOITEAU, G. Effects of five insecticides on the probing walking, and settling behavior of the green peach aphid and the buckthorn aphid (Homoptera: Aphididae) on potato. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.81, p.214-218, 1988.

MICHELOTTO, M. D.; BUSOLI, A. C. Aspectos biológicos de *Aphis gossypii* Glover 1877 (Homoptera: Aphididae) em três cultivares de algodoeiro e em três espécies de plantas daninhas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, p. 99-104, 2003.

MICHELOTTO, M. D.; BUSOLI, A. C. Efeito da época de inoculação do vírus do mosaico das nervuras por *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) no desenvolvimento e produção de algodoeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.35, n.2, p.251-256, 2006.

OLIVEIRA, N. C.; WILCKEN, C. F.; MATOS, C. A. O. Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinelídeos (Coleoptera: Coccinellidae) sobre o pulgão-do-pinus *Cinara atlântica* (Wilson) (Homoptera: Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v.48, n.4, p.529-533, 2004.

PEFEROEN, M. **Plant Genetic Manipulation for Crops Protection**. In: GATEHOUSE, A.M.R; HILDER, V.A; BOULTER, D. (Ed.). New York: CAB International, 1991. p.135-153.

PENA-MARTINEZ, R. Identificación de afidos de importância agrícola. In: URIAS-M, C.; RODRIGUES-M, R.; ALEJANDRE-A, T. **Afidos como vectores de vírus en México**. México, Montecillo: Centro de Fitopatología, Montecillo, 1992. v.2, 135p.

PESSOA, L. G. A.; SOUZA, B.; CARVALHO, C. F.; SILVA, M. G. Aspectos da biologia de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em quatro cultivares de algodoeiro, em laboratório. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v.28, n.6, p.1235-1239, 2004.

RAMIRO, Z. A.; FARIA, A. M. Levantamento de insetos predadores nos cultivares de algodão Bollgard DP 90 e convencional DeltaPine Acala 90. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.73, p.119-121, 2006.

REED, J. T.; STEWART, S.; LAUGHLIN, D. BT and conventional cotton in the hills and delta of Mississippi: 5 years of comparison. In: Betwide Cotton Conference, 6, 2^o, 2000, Chesterfield. **Procedings**...p.1027-1070.

RICE, M. E.; WILDE, G. E. Antibiosis effect of sorghum on the convergent lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) a third-trophic level predator of greenbug (Homoptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.82, n.2, p. 570-573, 1989.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; GONÇALVES-GERVÁSIO, R. C. R.; TÔRRES, R. M. S.; NASCIMENTO, F. R. Aspectos biológicos e consumo alimentar de larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.6, p. 1273-1278, 2001.

SANTOS, G. P.; PINTO, A. C. Q. Biologia de *Cycloneda sanguinea* e sua associação com pulgão em mudas de mangueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, n4, p. 473-476. 1981.

SANTOS, T. M.; FIGUEIRA, L. K.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; LARA, F. M.; CRUZ, I. Efeito da alimentação de *Schizaphis graminum* com genótipos de sorgo no desenvolvimento

do predador *Cycloneda sanguinea*. **Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v.38, n.5, p.555-560, 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 Biotechnology**, Hertfordshire, v.17, p.210-215, 1999.

SHIEH, J. N.; BERRY, R. E.; REED, G. L.; ROSSIGNOL, P. A. Feeding activity of green peach aphid (Homoptera: Aphididae) on transgenic potato expressing a *Bacillus thuringiensis* ssp. *Tenebrionis* δ -endotoxin gene. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.87, n.3, p.618-622, 1994.

SIMS, S. R. *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* [CryIA(c)] protein expressed in transgenic cotton: effects on beneficial and other non-targeted insects. **Southwestern Entomologist**, Dallas, v.20, n.4, p.493-500, 1995.

SISTERSON, M. S.; BIGGS, R. W.; MANHARDT, N. M.; CARRIERE, Y.; DENNEHY, T. J.; TABASHNIK, B. E. Effects of transgenic Bt cotton insecticide use and abundance of two generalist predators. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.124, p.305-311, 2007.

SLOSSER, J. E.; PINCHAK, W. E.; RUMMEL, D. R. A review of know and potential factors affecting the population dynamics of the cotton aphid. **Southwestern Entomologist**, Dallas, v.14, n.3, p.302-313, 1989.

SOGLIA, M. C. M.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Desenvolvimento e sobrevivência de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Homoptera: Aphididae) em diferentes temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, p.211-216, 2002.

STUBBS, A. E.; FALK, S. J. **British Hoverflies**. London: The British Entomological and Natural History Society, 1983.

SUJII, E. R.; TOGNI, P. H. B.; NAKASU, E. Y. T.; PIRES, C. S. S.; PAULA, D. P. ; FONTES, E. M. G. Impacto de algodoeiro Bt na dinâmica populacional do pulgão-do-

algodoeiro em casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, p.1251-1256, 2008.

van EMDEM, H. F. **Crop protection, pests and diseases**. In: Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases. British Crop Protection Council, Brighton, UK, 1990. p.939-948.

van EMDEM, H. F. Host Plant-Aphidophaga Interactions. **Agriculture Ecosystems Environment**, Amsterdam, v. 52, p. 3-11, 1995.

VENDRAMIM, J. D.; NAKANO, O. Aspectos biológicos de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Homoptera: Aphididae) em algodoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v.10, p.163-173, 1981.

WRIGHT, D. J; VERKERK, R. H. J. Integration of chemical and biological control systems for arthropods: Evaluation in a multitrophic context. **Pesticide Science**, Oxford, v.44, p.207-218, 1995.

ZHANG, G. F.; WAN, F. H.; LOVEI, G. L.; LIU, W. X.; GUO, J. Y. Effects of transgenic Bt-Cry1Ab corn pollen on the growth and development and the activity of three metabolic enzymes in *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). **Acta Entomologica Sinica**, Beijing, v.48, n.6, p.898-902, 2005.

ZHANG, G. F.; WAN, F. H.; LOVEI, G. L.; LIU, W. X.; GUO, J. Y. Transmission of Bt toxin to the predator *Propylaea japonica* (Coleoptera: Coccinellidae) through its aphid prey feeding on transgenic Bt cotton. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 35. n.1, p.143-150, 2006.

CAPÍTULO 2 - ASPECTOS BIOLÓGICOS E TABELAS DE VIDA DE FERTILIDADE DE *Aphis gossypii* GLOVER, 1877 (HEMIPTERA: APHIDIDAE) NAS CULTIVARES DELTAOPAL E NUOPAL (BOLLGARD I)

RESUMO - Cultivares modificadas geneticamente, podem afetar a biologia de organismos não-alvos e, com isto, modificar as relações tritróficas nos agroecossistemas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a biologia de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) na cultivar de algodão transgênico NuOPAL (Bollgard I) e na sua isolinha convencional DeltaOPAL. O experimento foi realizado em laboratório sob condições controladas de temperatura ($25 \pm 1^\circ \text{C}$), umidade relativa ($70 \pm 10\%$) e fotofase (12 horas). O delineamento experimental foi Inteiramente Casualizado, sendo tratamentos as cultivares com 40 repetições cada, constituídas de placas de Petri com tampas vazadas e cobertas com “voil”, contendo solução de ágar-água a 1% solidificado, sobre a qual, foi disposto um disco foliar de 6 cm de diâmetro, onde ninfas de um dia, foram individualizadas. As avaliações foram feitas duas vezes ao dia e os parâmetros biológicos avaliados foram: duração dos estádios ninfais e fase ninfal, duração dos períodos reprodutivo, pós-reprodutivo, número total de ninfas/fêmea, e longevidade. Com os dados obtidos também foram obtidas tabelas de vida de fertilidade do pulgão em cada cultivar. A duração dos estádios ninfais e fase ninfal, duração do período reprodutivo, pós-reprodutivo, longevidade das fêmeas e número total de ninfas por fêmea, não apresentaram diferenças significativas, assim como os parâmetros de fertilidade. A cultivar transgênica NuOPAL não afetou a biologia de *A. gossypii* em relação a sua isolinha não-Bt.

Palavras-chave: afídeo, *Aphis gossypii*, biologia, Cry1Ac, *Gossypium hirsutum*

BIOLOGICAL ASPECTS AND LIFE TABLE FERTILITY OF COTTON APHID IN COTTON CULTIVARS DELTAOPAL AND NUOPAL (BOLLGARD I)

SUMMARY - Genetically modified plants, can affect the biology of non-targed organism, and with this change the tritrophic relations in the agroecosistem. The objective of this study was to assess the biology of *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) in genetically modified cotton NuOPAL (Bollgard I) and DeltaOPAL cultivars. The experiment was carried out under controlled conditions, with a temperature of $25 \pm 1^{\circ} \text{C}$, relative humidity of $70 \pm 10\%$, and in a 12-hour photophase. The experimental was installed in a completely randomized design, with DeltaOPAL and NuOPAL (Bollgard I) cultivars considered treatments, with 40 repetitions, comprised Petri dishes containing 1% solidified agar-water, upon which was deposited a circle of leaf 6 cm in diameter, where the nymphs of up to one-day-old were placed individually. The evaluations were carried out on a daily basis, and the biological parameters evaluated were: duration of each nymph stage and total phase, duration of reproductive and post-reproductive periods, total nymphs / females, and longevity. Besides, they were also appraised the parameters of the life table of fertility. The duration of nymph states and nymph phases, duration of reproductive and post-reproductive periods, longevity and total number of nymphs per female did not present any significant differences. Also like the parameters of fertility. The genetically modified NuOPAL does not affect the biology of the cotton aphid *A. gossypii*.

Key words: aphid, *Aphis gossypii*, biology, Cry1Ac, *Gossypium hirsutum*,

1. INTRODUÇÃO

O agroecossistema algodoeiro possui uma grande diversidade de artrópodes-pragas, assim como de inimigos naturais, que têm grande importância na regulação das populações, tornando seu cultivo sustentável (BUSOLI et al., 2008).

Dentre os insetos-pragas que podem causar dano econômico à cultura, pode-se mencionar *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), uma das primeiras pragas que surgem logo após a emergência das plantas, provocando danos diretos pela contínua sucção de seiva, afetando o crescimento das plantas e, danos indiretos, pela transmissão do vírus do vermelhão e do mosaico das nervuras (MICHELOTTO & BUSOLI, 2003a; MICHELOTTO et al., 2003).

A. gossypii é uma espécie cosmopolita (PENA-MARTINEZ, 1992), que se encontra associada às culturas de grande importância, capaz de transmitir mais de 50 vírus (SOGLIA et al., 2002). Coloniza o algodoeiro desde a fase de plântula e se reproduz de forma rápida e abundante e, seu desenvolvimento, sobrevivência e fecundidade, são afetados por fatores externos, como temperatura e alimentação (XIA et al., 1999; LIU et al., 2005).

Vários autores (KHALIFA & EL-DIN, 1964; VENDRAMIM & NAKANO, 1981; KOCOUREK et al. 1994; STEENIS & EL-KHAWASS, 1995; KERSTING et al., 1999; SOGLIA et al., 2002; MICHELOTTO & BUSOLI, 2003b) já estudaram a biologia de *A. gossypii* em diversos países e hospedeiros como, abóbora, quiabo, *Urena* sp., *Sida* sp., pepino, melão, crisântemo e algodoeiro. SANTOS et al. (2003) também estudaram a relação tritrófica entre variedades de algodoeiro glabras e hirsutas, sobre populações de pulgões e seu predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861), e verificaram que não houve influência negativa sobre a dinâmica populacional do pulgão ou sua presa.

Entretanto, pesquisas em biotecnologia levaram a obtenção de plantas geneticamente modificadas que expressam a proteína tóxica Cry1Ac (BRITO 2000; BOBROWSKI et al., 2003). Estas plantas podem controlar algumas pragas e reduzir a aplicação de inseticidas. Através desta tecnologia, foi obtido o algodão denominado

Bollgard I, que produz em suas células a α -endotoxina de *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, que é altamente patogênica para lagartas (RAMIRO & FARIA, 2006).

Pesquisas realizadas na China por DENG et al. (2003) verificaram maiores populações de *A. gossypii* em áreas de algodão Bt, do que em áreas convencionais. Entretanto, em outro local da China, WU & GUO (2003) não encontraram diferença entre as populações do pulgão.

Em estudos realizados no Brasil com a cultivar DP 404 BG e sua isolinha convencional DP 4049, SUJII et al. (2008) não verificaram alterações no ciclo de vida de *A. gossypii*. Relataram que plantas Bt expressam proteínas tóxicas para uma praga-alvo, porém, podem afetar a bionomia e a dinâmica das interações ecológicas no agroecossistema, ou devido a efeitos pleiotrópicos causados pela transgenia, tornando uma praga não-alvo, ainda mais importante.

Na China, LIU et al. (2005) verificaram que *A. gossypii* alimentado por três gerações em algodão Bt, apresentaram maior capacidade reprodutiva e, maiores taxas de sobrevivência, em comparação com pulgões alimentados com algodão não-Bt, com possível impacto sobre a dinâmica populacional da espécie. Além do mais, *A. gossypii* pode ser utilizado em criação massal de predadores, portanto se faz necessário estudar o efeito dessa proteína sobre a sua bionomia.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros biológicos de *A. gossypii* nas cultivares DeltaOPAL e NuOPAL (Bollgard I), obter tabelas de vida de fertilidade, bem como avaliar possíveis efeitos da cultivar transgênica sobre a biologia do inseto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em condições de casa-de-vegetação e de laboratório em câmaras climatizadas.

As cultivares de algodão DeltaOpal e NuOpal foram semeadas em vasos plásticos de 5 litros, contendo terra, areia e esterco na proporção 2:1:1, mantidos em

casa de vegetação revestidos com tela anti-afídeo na parte superior. As cultivares foram infestadas com pulgões *A. gossypii* obtidos no campo experimental em plantas da cultivar FMT 701, mantendo-se as populações individualizadas em cada planta/vaso.

Os pulgões foram manipulados de planta para planta ou de planta para placas de Petri sempre com o auxílio de um pincel.

Para a obtenção de pulgões na fase reprodutiva, foram coletadas folhas de cada cultivar contendo pulgões, provenientes das plantas e respectivos vasos, e levados até o laboratório. Foram preparados dois recipientes para cada cultivar, destinados à manutenção dos adultos, que consistiram de placas de Petri (6 cm de diâmetro) contendo 15 mL de solução solidificada de ágar-água a 1% e um disco foliar de 6 cm de diâmetro de cada cultivar disposto no centro da placa, segundo metodologia de MICHELOTTO & BUSOLI (2003b).

Para a obtenção de ninfas de mesma idade, foram colocadas, com o auxílio de um pincel, quinze adultos ápteros de *A. gossypii*, em cada recipiente. A tampa dessas placas continha uma abertura de 3 cm de diâmetro, coberta com uma tela anti-afídeo para permitir a aeração e evitar a fuga dos insetos. As placas foram identificadas e mantidas em câmara climatizada, sob temperatura de $25 \pm 1^\circ \text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

As placas contendo os adultos eram vistoriadas três vezes ao dia para a obtenção de ninfas, as quais foram utilizadas para o estudo da biologia nas duas cultivares de algodão.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo tratamentos as duas cultivares e, repetições 40 placas de Petri, contendo discos foliares sobre a solução solidificada de ágar-água (1%) para o confinamento individual das ninfas de 1^o instar, conforme relatado anteriormente.

Para a obtenção dos discos foliares utilizados nos testes, plantas não infestadas foram mantidas em casa de vegetação. Antes de se obter os discos, as folhas foram lavadas em água corrente e posteriormente secas com papel absorvente, utilizando-se um vazador.

Para cada disco foliar foi transferida uma ninfa de até um dia, com o auxílio de um pincel. Posteriormente as placas foram tampadas e identificadas. As avaliações foram realizadas duas vezes ao dia e, quando necessário ou entre 3 a 4 dias, realizou-se a transferência do pulgão para uma nova placa contendo solução ágar-água e novo disco foliar.

Na fase de ninfa foram avaliadas as durações dos estádios e duração da fase ninfal. Na fase adulta foram avaliadas as durações dos períodos, reprodutivo e pós-reprodutivo; longevidade; produção média diária e total de ninfas produzidas por fêmea.

Com os dados obtidos para as duas cultivares, foram determinados os parâmetros biológicos necessários para a comparação entre as cultivares, e para a construção da Tabela de Vida de Fertilidade, segundo SILVEIRA NETO et al. (1976) e GODOY & CIVIDANES (2002). Através dos valores de intervalos de idade (x), fertilidade específica (m_x), probabilidade de sobrevivência (l_x) das Tabelas de Vida de Fertilidade, foi calculada a taxa líquida de reprodução (R_o), intervalo de tempo entre cada geração (T), capacidade inata de aumentar em número (r_m), razão finita de aumento (λ), definida como o número de vezes que a população multiplica em uma unidade de tempo e o tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (TD), onde:

$$R_o = \sum (m_x.l_x)$$

$$T = (\sum m_x.l_x.x) / (\sum m_x.l_x)$$

$$r_m = \log R_o / T. 0,4343$$

$$\lambda = \text{anti log } (r_m. 0,4343)$$

$$TD = \text{Ln}(2)/r_m$$

Os dados obtidos foram submetidos a Análise de Variância (Teste F) a 5% de probabilidade sendo as diferenças entre as médias aritméticas dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram executadas pelo programa Stat/UNESP, do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP/Campus de Jaboticabal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultivar NuOPAL, não afetou a duração dos estádios ninfais de *A. gossypii* em relação à cultivar DeltaOPAL. Os resultados de duração dos 4 estádios ninfais, assim como a duração total média da fase ninfal, não apresentou diferença significativa entre as cultivares (Tabela 1). Resultados semelhantes destas durações em dias, foram encontrados por VENDRAMIM & NAKANO (1981), quando estudaram a biologia comparada das formas verdes e amarelas dessa espécie, porém na variedade IAC- 17.

A fase ninfal total teve duração de $5,16 \pm 0,21$ dias para a cultivar DeltaOPAL e $5,06 \pm 0,12$ dias para a NuOPAL, não diferindo significativamente entre si (Tabela 1), confirmando o trabalho realizado por SUJII et al. (2008) com algodão Bt em casa de vegetação, onde o desenvolvimento das ninfas não foi afetado pela presença da proteína Cry 1Ac. Resultado inferior para a duração da fase ninfal foi obtido por MICHELOTTO & BUSOLI (2003b), que obtiveram duração de $4,45 \pm 0,75$ dias para a fase ninfal, na cultivar DeltaOPAL em câmara climatizada.

Tabela 1. Duração média (\pm EP), em dias dos estádios e da fase ninfal de *A. gossypii* mantidos sobre as cultivares NuOPAL e DeltaOPAL, $25 \pm 1^{\circ}$ C, UR de $70 \pm 10\%$, fotofase de 12 h. Jaboticabal, SP. 2009.

Cultivar	Estádios ninfais				Fase ninfal
	1 ^o estágio	2 ^o estágio	3 ^o estágio	4 ^o estágio	
DeltaOPAL	$1,66 \pm 0,12$ a (n=30)	$1,18 \pm 0,10$ a (n=30)	$1,20 \pm 0,09$ a (n=30)	$1,11 \pm 0,07$ a (n=30)	$5,16 \pm 0,21$ a (n=30)
NuOPAL	$1,55 \pm 0,15$ a (n=30)	$1,25 \pm 0,11$ a (n=30)	$1,21 \pm 0,11$ a (n=30)	$1,10 \pm 0,08$ a (n=30)	$5,06 \pm 0,12$ a (n=30)
Teste F	0,33 ^{NS}	0,18 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,02 ^{NS}	0,16 ^{NS}
CV (%)	49,22	49,59	47,54	39,37	18,69

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de F ($p \leq 0,05$). EP= erro padrão da média. n= número de indivíduos avaliados.

Os adultos de *A. gossypii* não apresentaram diferença significativa entre as cultivares para as durações dos períodos: reprodutivo, pós-reprodutivo e longevidade (Tabela 2), demonstrando que a presença da proteína Cry1Ac na planta em que o pulgão se alimentava, parece não influenciar também a biologia da fase adulta. O

período reprodutivo apresentou valores entre $15,53 \pm 0,91$ dias para DeltaOPAL e, $13,46 \pm 0,65$ dias para NuOPAL. SUJII et al. (2008) similarmente, não observaram nenhum efeito negativo na biologia da fase adulta do pulgão, em casa de vegetação, porém encontrou valores superiores do período reprodutivo, $16,35 \pm 5,91$ e $16,18 \pm 6,66$ para as cultivares DP 404 BG (Bollgard I) e sua isolinha DP 4049, respectivamente. Valores semelhantes de período reprodutivo, pós-reprodutivo e longevidade ($15,52 \pm 0,93$, $8,61 \pm 1,36$ e $24,33 \pm 1,59$), respectivamente, foram observados por MICHELOTTO & BUSOLI (2003b) para os adultos de *A. gossypii* na cultivar DeltaOPAL.

A fecundidade média diária de fêmeas, foi maior na cultivar transgênica NuOPAL, com $5,03 \pm 0,31$ dias, enquanto na cultivar DeltaOPAL, apresentou valor de $4,09 \pm 0,21$ dias (Tabela 2). Entretanto, o número médio total de ninfas de $63,56 \pm 2,79$ na cultivar NuOPAL, não diferiu significativamente com a cultivar DeltaOPAL, embora o período reprodutivo foi dois dias a menos na cultivar Bt. Estes resultados obtidos nas duas cultivares, são semelhantes aos obtidos por MICHELOTTO & BUSOLI (2003b) na cultivar DeltaOPAL e, ligeiramente maiores que os resultados de LIU et al. (2005) e SUJII et al. (2008), que obtiveram menor fecundidade média total, em torno de 47 ninfas por fêmea, para um período reprodutivo semelhante de $16,35 \pm 5,91$ dias, em casa de vegetação, porém, ambos ensaios com outras cultivares de algodão.

Tabela 2. Duração média (\pm EP), em dias, dos períodos reprodutivo e pós-reprodutivo, longevidade, fecundidade diária e total de *A. gossypii* mantidos sobre as cultivares NuOPAL e DeltaOPAL, a $25 \pm 1^\circ$ C, UR de $70 \pm 10\%$, fotofase de 12 h. Jaboticabal, SP. 2009.

Cultivar	Períodos		
	Reprodutivo	Pós-reprodutivo	Longevidade
DeltaOPAL (n=30)	15,53 \pm 0,91 a (n=30)	8,43 \pm 0,97 a (n=30)	24,40 \pm 0,95 a (n=30)
NuOPAL (n=30)	13,46 \pm 0,65 a (n=30)	8,36 \pm 0,97 a (n=30)	21,83 \pm 1,11 a (n=30)
Teste F	3,35 ^{NS}	0,00 ^{NS}	3,04 ^{NS}
CV(%)	30,16	63,85	24,65
Cultivar	Fecundidade (Número de ninfas/fêmea)		Diária
	Total		
DeltaOPAL	59,56 \pm 2,80 a		4,09 \pm 0,21 b
NuOPAL	63,56 \pm 2,79 a		5,03 \pm 0,31 a
Teste F	1,15 ^{NS}		6,10*
CV(%)	23,48		32,24

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). EP= erro padrão da média. n= número de indivíduos avaliados.

Em relação a tabela vida de fertilidade (Tabela 3), os parâmetros de fertilidade mostraram-se semelhantes para as duas cultivares. O intervalo de tempo para cada geração (T), foi de 11,31 dias/geração para a cultivar NuOPAL e 11,50 dias/geração para a DeltaOPAL. A taxa líquida de reprodução foi ligeiramente maior na cultivar transgênica (50,51 fêmeas) e, na cultivar não-Bt foi de 42,14 fêmeas, confirmando que a proteína Cry1Ac não influencia a reprodução do pulgão. Da mesma forma a capacidade inata de aumentar em número foi de $r_m=0,3480$, para a cultivar geneticamente modificada, semelhante àquela observada para a sua isolinha, $r_m= 0,3262$ (Tabela 3). SUJII et al. (2008) verificaram resultado similar em casa de vegetação, onde adultos de *A. gossypii* mantidos em algodão Bt, apresentaram o valor de $r_m= 0,3711$, enquanto em plantas não-Bt, o valor foi $r_m= 0,3841$.

Tabela 3. Tabela de vida fertilidade para *A. gossypii* mantidos sobre as cultivares NuOPAL e DeltaOPAL. Jaboticabal, 2009.

Cultivares	T (dias)	R_o	r_m	λ (ninfas/fêmea/ dia)	TD (dias)
DeltaOPAL	11,50	42,14	0,3262	1,39	2,16
NuOPAL	11,31	50,51	0,3480	1,42	1,99

T= duração média de uma geração; R_o = taxa líquida de reprodução; r_m = capacidade inata de aumentar em número; λ = razão finita de aumento; TD= tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos.

A mesma tendência foi observada para a razão finita de aumento (λ) com valores respectivos de 1,39 e 1,42, para DeltaOPAL e NuOPAL, semelhante ao resultado observado por MICHELOTTO et al. (2003b) para o pulgão na cultivar DeltaOPAL. O tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (TD) foi de 2,16 dias e 1,99 dias, para DeltaOPAL e NuOPAL, respectivamente.

O período de maior fertilidade específica (m_x) para fêmeas mantidas na cultivar DeltaOPAL ocorreu entre o 6^o e 16^o dia, e com pico de fertilidade entre o 8^o e 9^o dia, com 6,50 ninfas por fêmea (Figura 1a). Na cultivar NuOPAL, o período de maior fertilidade específica (m_x), iniciou-se também no 6^o dia de idade, durando até os 16 dias com pico entre 8^o e 9^o dias com 8,2 ninfas por fêmea (Figura 1b).

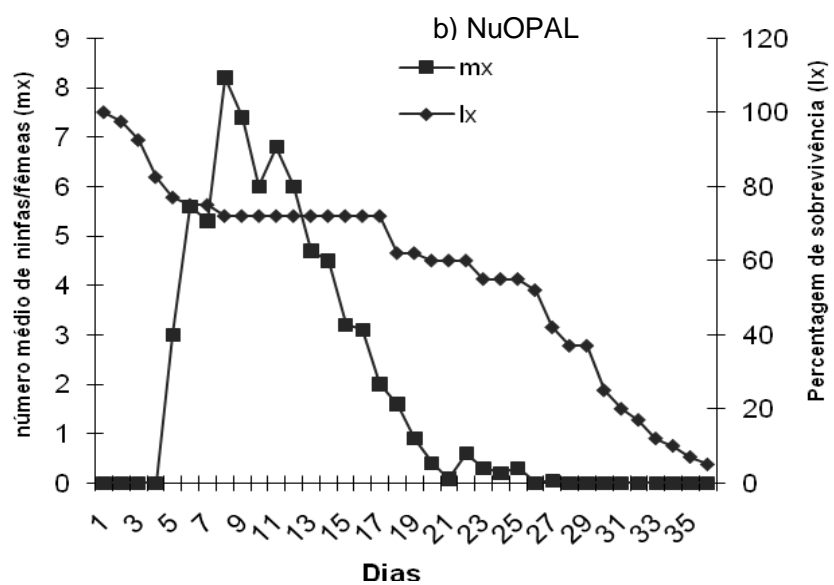
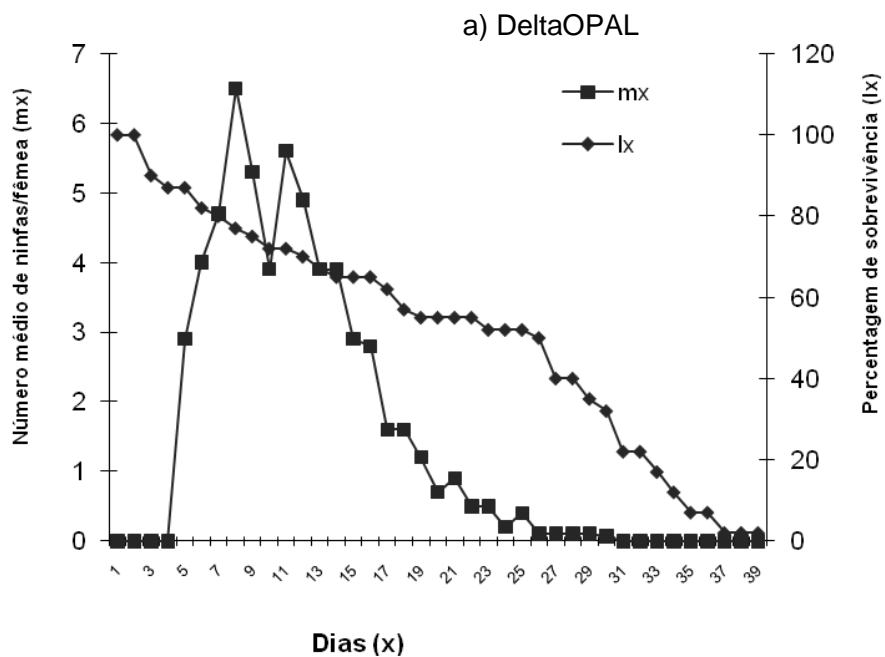


Figura 1. Número médio de ninfas/fêmea (m_x) e percentagem de sobrevivência (l_x) de *Aphis gossypii* mantidos sobre as cultivares. Jaboticabal, SP.

Portanto, este trabalho demonstra pelos parâmetros biológicos obtidos nas duas cultivares, que a cultivar transgênica NuOPAL, não afetou significativamente a biologia da espécie não-alvo *A. gossypii*, a exemplo de outros trabalhos (SUJII et al., 2008) com outras cultivares transgênicas de algodoeiro no Brasil.

No entanto estudos devem ser realizados sobre o efeito da toxina para outras pragas não-alvo, assim como para os inimigos naturais, como predadores e parasitóides.

4. CONCLUSÃO

- A duração da fase ninfal e a longevidade de *Aphis gossypii*, não são afetadas pela cultivar transgênica NuOPAL;

- NuOPAL não afeta a fecundidade total e nem os períodos reprodutivo e pós-reprodutivo do pulgão.

5. REFERÊNCIAS

BRITO, L.O. **Adaptação de *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) a inibidores de proteinases de plantas transgênicas de fumo.** 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

BOBROWSKI, V.L.; FIUZA, L.M.; PASQUALI, G.; ZANETTINI, M.H.B. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.843-850, 2003.

BUSOLI, A.C.; NAIS, J.; ARAUJO, 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. et al. (Ed.). **Tópicos em entomologia agrícola.** Ribeirão Preto: Maxicolor Gráfica e Editora, 2008. p. 39-54.

DENG, S.D.; XU, J.; ZHANG, Q.W.; ZHOU, S.W.; XU, G.J. Effect of transgenic *Bacillus thuringiensis* cotton on population dynamics of non-target pests and natural enemies. **Acta Entomologica Sinica**, Beijing, v.46, p.1-5, 2003.

GODOY, K.B.; CIVIDANES, F.J. Tabelas de esperança de vida e fertilidade para *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Homoptera: Aphididae) em condições de laboratório e campo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n.1, p. 41-48, 2002.

KERSTING, U.; SATAR, S.; UYGUN, N. Effect of temperature on development rate and fecundity of apterous *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) reared on *Gossypium hirsutum* L. **Journal of Applied Entomology**, Berlim, v.123, p.23-27, 1999.

KHALIFA, A.; EL-DIN, S. Biological and ecological study on *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Bulletin Entomological Society Egypte**, Cairo, v.48, p.131-153, 1964.

KOCOUREK, F.; HARELKA, J.; BERÁNKOVA, J.; JAROSIK, V. Effects of temperature on development rate and intrinsic rate of increase of *Aphis gossypii* reared on greenhouse cucumbers. **Entomologia Experimental et Applicata**, Oxford, v.71, n.1, p.59- 64, 1994.

LIU, X.D.; ZHAI, B.P.; ZHANG, X.X.; ZONG, J.M. Impact of transgenic cotton plants on a non-targed pest, *Aphis gossypii* Glover. **Ecological Entomology**, Oxford, v. 30, p. 307-315, 2005.

MICHELOTTO, M.; BUSOLI, A.C. Eficiência de ninfas e adultos de *Aphis gossypii* Glov. na transmissão do vírus do mosaico das nervuras do algodoeiro. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p. 255-259, 2003a.

MICHELOTTO, M.D.; BUSOLI, A.C. Aspectos biológicos de *Aphis gossypii* Glover 1877 (Hemiptera: Aphididae) em três cultivares de algodoeiro e em três espécies de plantas daninhas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.6, p. 99-104, 2003b.

MICHELOTTO, M. D.; DA SILVA, R. A.; BUSOLI, A. C. Tabelas de esperança de vida e de fertilidade para *Aphis gossypii* Glover, 1887 (Hemiptera: Aphididae) em três cultivares de algodoeiro. **Boletín de Sanidad Vegetal**, Madri, v. 29, p. 331-337, 2003.

PEÑA-MARTINEZ, R. Identificación de afidos de importância agrícola. In: URIAS-M, C; RODRÍGUES-M, R.; ALEJANDRE-A, T. (Ed.). **Áfidos como vectores de virus em México**. 2. ed. México : Centro de Fitopatologia, 1992. p.1-135.

RAMIRO, Z.A.; FARIA, A.M. Levantamento de insetos predadores nos cultivares de algodão Bollgard DP 90 e convencional DeltaPine Acala 90. **Arquivos do Instituto Biológico**, Campinas, v.73, n.1, p.119-121, 2006.

SANTOS, T.M.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; SOARES, J.J. Influência de tricomas do algodoeiro sobre os aspectos biológicos e capacidade predatória de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentada com *Aphis gossypii* Glover. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n.2, p. 243-254, 2003.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BALDIN, D.; VILLANOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419p.

SOGLIA, M. C. M.; BUENO, V.H.P.; SAMPAIO, M.V. Desenvolvimento e sobrevivência de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, n.2, p.211-216, 2002.

SUJII, E. R.; TOGNI, P.H.B.; NAKASU, E.Y.T.; PIRES, C.S.S.; PAULA, D.P. ; FONTES, E.M.G. Impacto de algodoeiro Bt na dinâmica populacional do pulgão-do-algodoeiro em casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.10, p.1251-1256, 2008.

STEENIS, M. J. van; EL-KHAWASS, K.A.M.H. Life history of *Aphis gossypii* on cucumber: influence of temperature, host plant and parasitism. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Oxford, v.76, p.121-131, 1995.

VENDRAMIM, J.D.; NAKANO, O. Aspectos biológicos de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Homoptera: Aphididae) em algodoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v.10, n.2, p.163-173, 1981.

WU, K.; GUO, Y. Influences of *Bacillus thuringiensis* Berliner cotton planting on population dynamics of cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover, in Northern China. **Environmental Entomology**, Lanham, v.32, p.312-318, 2003.

XIA, J.Y.; VAN DER WERF, W.; RABBINGE, R. Influence of temperature on bionomics of cotton aphid *Aphis gossypii* on cotton. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Oxford, v. 90, p. 25-35, 1999.

CAPÍTULO 3 – ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) TENDO COMO PRESA PULGÕES CRIADOS NAS CULTIVARES DELTAOPAL E NUOPAL (BOLLGARD I)

RESUMO – *Cycloneda sanguinea* é um importante agente de controle biológico do pulgão-do-algodoeiro. O objetivo deste trabalho foi avaliar os aspectos biológicos de *C. sanguinea* alimentadas com o pulgão *Aphis gossypii* criados nas cultivares DeltaOPAL e NuOPAL (Bollgard I). O experimento foi realizado em laboratório sob condições controladas de temperatura ($25 \pm 1^\circ \text{C}$), umidade relativa ($70 \pm 10\%$) e fotofase (12 horas). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo tratamentos os pulgões alimentados com as duas cultivares, e repetições 40 indivíduos. Cada larva foi individualizada até emergência dos adultos do predador em placas de Petri de 9 cm de diâmetro, com papel filtro umedecido. Para avaliação dos adultos foram individualizados cinco casais recém-emergidos em potes plásticos de 12 cm de diâmetro e 9 cm de altura, com papel filtro para oviposição. Os parâmetros biológicos avaliados foram: duração e viabilidade da fase larval, duração e viabilidade pupal, longevidade de adultos, período reprodutivo, pós- reprodutivo e número total de ovos/fêmea. A duração da fase larval de *C. sanguinea* foi menor quando alimentadas com pulgões criados na cultivar NuOPAL, enquanto a longevidade dos adultos e o período reprodutivo foram maiores. A fertilidade das fêmeas e viabilidade de ovos também foram menores.

Palavras-chave: controle biológico, joaninha, planta transgênica, predadores

BIOLOGICAL ASPECTS OF *Cycloneda sanguinea* (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) AS HAVING PREY APHIDS REARED IN COTTON CULTIVARS DELTAOPAL AND NUOPAL

SUMMARY - *Cycloneda sanguinea* is an important biological control agent of aphid cotton. The objective of this study was to evaluate the biological aspects of *C. sanguinea* fed with the aphid *Aphis gossypii* reared in DeltaOPAL and NuOPAL cultivars (Bollgard I). The experiment was conducted in the laboratory under controlled temperature (25 ± 1 ° C), humidity ($70 \pm 10\%$) and photophase (12 hours). The experimental design was completely randomized, and treatments aphids fed on the two cultivars, and replicates 40 individuals. Each larva was individually until adult emergence of the predator in Petri dishes of 9 cm in diameter with moistened filter paper. For evaluation of individual adults were five couples newly emerged in plastic pots 12 cm in diameter and 9 cm tall, with filter paper for oviposition. The parameters evaluated were: duration and viability of the larval stage, pupal stage duration and survival, adult longevity, reproductive period, post-reproductive and total number of eggs per female. The duration of the larval stage of *C. sanguinea* was lower when fed aphids reared on the cultivar NuOPAL, while adult longevity and the reproductive period were higher. The female fertility and egg viability were also lower.

KEY WORD: biological control, ladybug, transgenic plant, predators

1. INTRODUÇÃO

Entre os inimigos naturais encontrados na cultura do algodoeiro, pode-se citar as espécies pertencentes à família Coccinellidae, principalmente *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) e *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville (GUERREIRO et al., 2002).

De acordo com HODEK (1967; 1973), os coccinélídeos predadores apresentam grande atividade de busca, ocupando todos os ambientes de suas presas, sendo por isso eficientes agentes para o controle biológico de pragas, especialmente de insetos fitófagos estacionários, como os pulgões.

A ocorrência natural de larvas e adultos de coccinélídeos predadores, durante a fase de infestação de pulgões em plantas cultivadas, é um fator preponderante para o controle biológico desses insetos-praga, com reflexos importantes para a diminuição de seus níveis populacionais e dos danos ocasionados às culturas (OLKOWSKI et al., 1990 e SANTOS, 1992).

Entre esse grupo de predadores, a joaninha *C. sanguinea* é comumente observada em várias culturas. Cada larva desse predador pode consumir até 200 pulgões/dia e os adultos predam uma média de 20 pulgões /dia (GRAVENA, 1983).

No entanto, segundo RICE & WILDE (1989), as plantas podem afetar direta ou indiretamente a biologia e a eficiência dos coccinélídeos, alterando a qualidade da presa ou as chances de encontro desta pelo predador. A obtenção de cultivares resistentes a insetos-pragas pode afetar indiretamente seus inimigos naturais e os efeitos prejudiciais da resistência tipo antibiose são passadas do inseto fitófago ao seu predador (FARID et al., 1997).

Com a comercialização em 2006 do algodão geneticamente modificado, denominado Bollgard I, cujas plantas produzem a α -endotoxina de *B. thuringiensis* var. kurstaki, que é altamente patogênica para algumas lagartas de lepidópteros (RAMIRO & FARIA, 2006), torna-se necessário estudar o efeito dessa cultivar sobre outros insetos não-alvos, como por exemplo os predadores.

Plantas transgênicas resistentes às pragas são produzidas para matar os insetos ou, influir negativamente na sua biologia, por exemplo, interferindo na capacidade para

vãos, cópula e fecundidade. De modo semelhante, podem também afetar indiretamente predadores e parasitóides, principalmente estes últimos que na fase larval, se desenvolvem no interior do corpo dos hospedeiros, ficando expostos diretamente às proteínas tóxicas presentes nos tecidos e hemolinfa, quando o hospedeiro consome tecidos vegetais (WRIGHT & VERKERK, 1995).

BIRCH et al. (1999) relataram que a fecundidade da joaninha *Adalia bipunctata* (Linnaeus, 1758) foi reduzida em 38%, quando estes predadores foram alimentados com *Myzus persicae* criados sobre batatas transgênicas para expressar a lecitina GNA, embora não foi observado redução no consumo de presas. Por outro lado, a viabilidade de ovos ou eclosão de larvas de ovos de adultos que se alimentaram de pulgões em variedades transgênicas, foi significativamente menor. Além disso, as fêmeas que se alimentaram de pulgões criados em material transgênico tiveram sua longevidade reduzida pela metade em relação às fêmeas das joaninhas que se alimentaram de afídeos criados em batatas não transformadas geneticamente.

Devido à importância da espécie *C. sanguinea* como agente de controle biológico natural de *A. gossypii*, este trabalho teve por objetivo avaliar seus parâmetros biológicos tendo como presa o pulgão *A. gossypii* criados na cultivar comercial transgênica NuOPAL Bollgard I (Evento 531), comparando a parâmetros biológicos do predador tendo como presa *A. gossypii* criados na cultivar isolinha convencional DeltaOPAL.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em condições de campo e em casa-de-vegetação, assim como em Laboratório do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP. As cultivares comerciais utilizadas foram a DeltaOPAL e a NuOPAL, obtidas na Empresa MDM, com sede em Uberlândia-MG.

Nos laboratórios, os experimentos foram mantidos em câmaras climatizadas (B.O.D.) em temperaturas de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e 12 horas de fotofase.

2.1 Obtenção de *Aphis gossypii*

a) Em condições de campo

Foram plantadas para obtenção de pulgões, em área experimental de 1000 m^2 , três variedades de algodão, sendo estas, DeltaOPAL, FMT 701 e a cultivar comercial transgênica NuOPAL.

O preparo do solo com aração e gradagem foram os normalmente recomendados para a cultura, assim como a semeadura e práticas culturais. Realizou-se a adubação nos sulcos das plantas na base de 300 Kg/ha de adubo fórmula 20-25-20 (N-P-K), realizando-se após a semeadura manual, colocando-se cerca de 15 sementes/m linear. Após 25 dias da emergência das plantas, realizou-se desbaste manual, deixando-se em torno de 12 plantas/m linear. O espaçamento entre as linhas de plantio foi de $0,90 \text{ m}$, e aos 35 dias após a emergência das plantas, realizou-se uma adubação de cobertura à base de 250 Kg/ha de sulfato de amônio.

A finalidade do cultivo das cultivares no campo, foi para coletar folhas e obter populações naturais de pulgões e de imaturos de *C. sanguinea*.

b) Em condições de casa-de-vegetação

As cultivares FMT 701, DeltaOPAL e NuOPAL, foram semeadas em vasos plásticos de 5 litros, contendo terra, areia e esterco na proporção 2:1:1, mantidos em casa de vegetação revestidos com tela anti-afídeo na parte superior. Pulgões na fase de ninfa provenientes dos campos já citados no item a, foram colocados, com o auxílio de um pincel, nas plantas respectivas de cada cultivar. A cada 15 dias, os pulgões foram transferidos para novas plantas, com 20 dias de emergência, obtendo-se altas

populações do afídeo, para a condução dos experimentos. A cada 20 dias, foram realizadas novas sementeiras das cultivares.

2.2 Criação estoque de *C. sanguinea*

Os adultos de *C. sanguinea*, foram coletados em várias culturas na Fazenda de Ensino e Pesquisa (FEP) no Campus da FCAV/UNESP. Posteriormente, esses foram transferidos para o laboratório sob temperatura de $25 \pm 1^\circ \text{C}$, UR de $70 \pm 5\%$ e fotofase de 12 horas, em plantas de algodoeiro (variedade FMT 701) de 20-30 dias de idade colonizadas previamente com pulgões *A. gossypii*. Foram mantidos 5 casais do predador em gaiola cilíndrica de PVC com 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. As gaiolas foram revestidas internamente com papel sulfite branco, para obtenção de posturas. Foram oferecidas como presas às joaninhas, pulgões oriundos de folhas da cultivar FMT 701, evitando assim o condicionamento “pré-imaginal” (LARA, 1991), isto é, condicionadas a se alimentarem de pulgões criados na variedade FMT 701, diferente das cultivares NuOPAL ou DeltaOPAL. Também para a alimentação dos adultos foi oferecido dieta suplementar com algodão embebido em mel 10%. Papéis com posturas foram retirados das gaiolas e transferidos diariamente para placas de Petri de 9 cm de diâmetro. As larvas recém-eclodidas foram alimentadas na fase larval com a mesma presa oferecida para os adultos.

2.3. Parâmetros biológicos de *Cycloneada sanguinea* tendo como presa pulgões criados nas cultivares NuOPAL e DeltaOPAL

a) Efeito da cultivar NuOPAL sobre a fase larval de *C. sanguinea*

Ovos provenientes da criação estoque de *C. sanguinea*, foram coletados para obtenção de larvas recém-eclodidas que foram alimentadas durante toda a fase larval,

com pulgões criados em plantas da cultivar NuOPAL ou da cultivar DeltaOPAL. Para cada cultivar testada (DeltaOPAL e NuOPAL), foram individualizadas 40 larvas para cada tratamento em placas de Petri de 9 cm de diâmetro, com papel filtro umedecido, e diariamente foi fornecido aproximadamente 200 pulgões (adultos e ninfas) de *A. gossypii*/larva/cultivar, provenientes da criação de pulgão das plantas das duas cultivares testadas.

Os parâmetros biológicos analisados através de observações diárias foram: duração de cada instar, da fase e viabilidade larval.

b) Efeito da cultivar NuOPAL sobre a fase de pupa de *C. sanguinea*

Foi avaliada a duração e viabilidade da fase pupal, através de observações diárias de cada pupa individualizada em placas de Petri de 9 cm de diâmetro, contendo papel filtro.

c) Efeito da cultivar NuOPAL sobre os adultos de *C. sanguinea*

Foram individualizados cinco casais recém-emergidos/cultivar de algodão, isto é, provenientes de pupas dos experimentos com a cultivar NuOpal ou a DeltaOpal, onde foram individualizados em potes plásticos de 12 cm de diâmetro e 9 cm de altura, com papel filtro no fundo, para oviposição.

Foram avaliados a longevidade (dias) dos adultos (machos e fêmeas), o período de pré-oviposição (dias), de oviposição (dias) e de pós-oviposição (dias) das fêmeas, assim como o número diário e total de ovos colocados por fêmea. De posse desses dados calculou-se o período reprodutivo das fêmeas alimentadas com pulgões criados nas cultivares transgênica NuOPAL e na convencional DeltaOPAL. A quantidade de pulgões fornecida/casal foi em torno de 400 pulgões/dia.

Diariamente, os ovos provenientes dos testes (fêmeas alimentadas com pulgões criados sobre as respectivas cultivares) foram retirados das placas, e colocados em

outras, com papel filtro umedecido, para avaliação do período (dias) de incubação e viabilidade de ovo (%).

d) Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os dados obtidos foram submetidos a Análise de Variância (Teste F) a 5% de probabilidade sendo as diferenças entre as médias aritméticas dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram executadas pelo programa Stat/UNESP, do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP/Campus de Jaboticabal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Efeito indireto da cultivar NuOPAL sobre a fase larval de *C. sanguinea*

Em relação à fase larval de *C. sanguinea*, a duração do primeiro ínstar foi significativamente diferente entre as duas cultivares (Tabela 1), sendo que a cultivar DeltaOPAL apresentou uma maior duração de $2,27 \pm 0,07$ dias, enquanto que na cultivar NuOPAL a duração foi de $1,87 \pm 0,14$ dias, portanto, os pulgões alimentados na cultivar transgênica provavelmente afetaram a duração do primeiro ínstar da larva da joaninha. OLIVEIRA et al. (2004) estudando a biologia de *C. sanguinea* alimentados com o pulgão-gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Wilson, 1919), observaram uma duração do primeiro ínstar com $2,5 \pm 0,11$ dias, ainda maior que a mesma espécie e ínstar alimentadas com pulgões criados na cultivar DeltaOPAL.

Para o segundo e terceiro ínstar larval do predador não houve diferença significativa na duração destes ínstars quando alimentados com pulgões nas cultivares (Tabela 1). Na duração do quarto ínstar larval do predador houve diferença significativa nestes resultados (Tabela 1), novamente a *C. sanguinea* alimentada com pulgões

criados na cultivar DeltaOPAL, apresentou maior duração com $4,21 \pm 0,30$ dias, enquanto que estes resultados na cultivar NuOPAL, apresentou duração menor ($3,15 \pm 0,21$ dias) e viabilidade de 97,43%, enquanto na cultivar DeltaOPAL, esta viabilidade foi 100%.

Observa-se que o ínstar larval de maior desenvolvimento e duração foi o quarto, concordando com pesquisas de SANTA-CECÍLIA et al. (2001), que avaliaram a biologia de *C. sanguinea* alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852). Segundo MACHADO (1982) trabalhando com a biologia de *Cycloneda conjugata* (Mulsant, 1850) tendo como presa o psílideo *Psylla* sp., verificaram a duração deste quarto ínstar mais longa ocorre para que os indivíduos possam suprir as necessidades de substâncias nutritivas exigidas para a transformação em pupa e posterior emergência dos adultos.

Tabela1. Duração média em dias (\pm EP) do 1^o, 2^o, 3^o e 4^o ínstar de *C. sanguinea* alimentadas com *A. gossypii* criados sobre as cultivares DeltaOPAL e NuOPAL, $25 \pm 1^{\circ}$ C, UR de $70 \pm 10\%$, fotofase de 12h. Jaboticabal, SP. 2009.

Cultivar	Primeiro ínstar		Segundo ínstar		Terceiro ínstar		Quarto ínstar	
	Duração	Viab. (%)	Duração	Viab. (%)	Duração	Viab. (%)	Duração	Viab. (%)
DeltaOPAL	$2,27 \pm 0,07$ a (n=40)	100,00	$1,65 \pm 0,17$ a (n=40)	100,00	$1,89 \pm 0,09$ a (n=38)	95,00	$4,21 \pm 0,30$ a (n=38)	100,00
NuOPAL	$1,87 \pm 0,14$ b (n=40)	100,00	$1,62 \pm 0,13$ a (n=39)	97,50	$1,74 \pm 0,10$ a (n=39)	100,00	$3,15 \pm 0,21$ b (n=38)	97,43
Teste F	6,19*		0,01 ^{NS}		1,30 ^{NS}		8,50**	
CV (%)	34,66		58,87		32,76		42,73	

Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) à nível de 5% de probabilidade. EP= erro padrão da média. n= número de indivíduos avaliados.

Considerando o período total de desenvolvimento da fase larval do predador (Tabela 2), verifica-se que no consumo de pulgões criados na cultivar NuOPAL, apresentou duração significativamente menor que as larvas que se alimentaram de pulgões criados na cultivar DeltaOPAL, com $10,00 \pm 0,29$ dias, enquanto que estes resultados na cultivar NuOPAL, apresenta duração de $8,36 \pm 0,31$ dias. Entretanto, ZHANG et al. (2006) observaram que a duração do desenvolvimento larval da joaninha *Propylaea japonica* foi de $6,6 \pm 0,2$ dias com pulgões alimentados na cultivar de algodoeiro não-Bt (Simian 3), enquanto que para cultivar transgênica (GK-12), o resultado foi maior com $7,1 \pm 0,1$ dias. BOIÇA JUNIOR et al. (2004) encontraram

resultado inferior para a duração do desenvolvimento larval ($7,9 \pm 0,13$ dias) para larvas que se alimentaram de pulgões criados na cultivar DeltaOPAL em casa de vegetação.

3.2 Efeito indireto da cultivar NuOPAL sobre a fase de pupa de *C. sanguinea*

Na duração média da fase de pupa, observa-se também diferença significativa entre as cultivares (Tabela 2), com a fase pupal apresentando maior duração, com $3,54 \pm 0,11$ dias, quando as larvas que se alimentaram de pulgões criados na cultivar NuOPAL, enquanto que na cultivar DeltaOPAL apresentou $3,13 \pm 0,12$ dias. Portanto, toxinas Cry1Ac presentes na cultivar NuOPAL, provavelmente interferem na duração da metamorfose larval/pupal, isto é, o controle da metamorfose e das ecdises, é de natureza hormonal, principalmente do hormônio da eclosão e hormônio juvenil (BLUM, 1995).

BAI et al. (2005) não encontraram diferença estatística na duração da fase de pupa do coccinelídeo *P. japonica* alimentado com o pulgão *M. persicae* criados em pólen de arroz transgênico, apresentando duração de 2,4 dias, enquanto que as joaninhas alimentadas com pulgões criados em pólen de arroz não-Bt, a fase pupal durou 2,5 dias.

Entretanto, observando a duração média da fase de larva a adulto (Tabela 2), pode-se notar que na cultivar Bt o período de desenvolvimento foi menor, com $13,08 \pm 0,30$ dias e 90% de viabilidade, enquanto na sua isolinha DeltaOPAL, a duração foi um dia a mais ($14,22 \pm 0,27$ dias) com 92,50% de viabilidade. Similarmente, ZHANG et al. (2006) também encontraram que a duração média da fase de larva a adulto foi menor para *P. japonica* alimentadas com pulgões criados na cultivar de algodoeiro transgênica (NuCOTN 33B) com $10,3 \pm 0,1$ dias, enquanto que na cultivar não-Bt (Simian 3) a duração foi de $11,2 \pm 0,2$ dias, diferindo significativamente entre si.

Portanto, considerando as diferenças significativas encontradas nos dados das Tabelas 1 e 2, sugere-se que a proteína Bt influencia negativamente a biologia da fase imatura de *C. sanguinea*.

Tabela 2. Duração média em dias (\pm EP) da fase larval, pré-pupa, pupa e larva a adulto de *C. sanguinea* alimentadas com *A. gossypii* criados sobre as cultivares DeltaOPAL e NuOPAL, $25 \pm 1^\circ$ C, UR de $70 \pm 10\%$, fotofase de 12h. Jaboticabal, SP. 2009.

Cultivar	Fase Larval		Pré-pupa		Pupa		Larva a adulto	
	Duração	Viab. (%)	Duração	Viab. (%)	Duração	Viab. (%)	Duração	Viab. (%)
DeltaOPAL	10,0 \pm 0,29 a (n=38)	95,00	1,26 \pm 0,08 a (n=38)	100,00	3,13 \pm 0,12 b (n=37)	97,36	14,22 \pm 0,27 a (n=37)	92,50
NuOPAL	8,36 \pm 0,31 b (n=38)	95,00	1,13 \pm 0,08 a (n=38)	100,00	3,54 \pm 0,11 a (n=36)	94,73	13,08 \pm 0,30 b (n=36)	90,00
Teste F	14,24**		1,55 ^{NS}		6,16*		7,97**	
CV (%)	20,52		38,48		21,04		12,53	

Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) à nível de 5% de probabilidade. EP= erro padrão da média. n= número de indivíduos avaliados.

3.3 Efeito indireto da cultivar NuOPAL sobre os adultos de *C. sanguinea*

Considerando a longevidade dos adultos, verifica-se que a cultivar transgênica não influenciou indiretamente na vida dos adultos de *C. sanguinea* (Tabela 3), cujas larvas e adultos se alimentaram com pulgões criados naquela cultivar. Observa-se que o período pré-reprodutivo médio foi de $14,20 \pm 1,90$ dias na cultivar DeltaOPAL e $12,00 \pm 0,83$ dias na cultivar NuOPAL, não diferindo significativamente entre si. BAI et al. (2005) também não observaram diferença estatística para o período pré-reprodutivo de *P. japonica* alimentadas com pulgões criados em pólen de arroz transgênico e convencional (13,1 e 13,3 dias, respectivamente).

O período reprodutivo apresentado pelas fêmeas de *C. sanguinea* não sofreu influencia negativa da proteína. Verificou-se que o período reprodutivo médio dos adultos alimentados com pulgões criados na cultivar transgênica, foi um pouco maior, em torno de $112,8 \pm 19,81$ dias, não diferindo significativamente dos resultados obtidos na cultivar DeltaOPAL, que apresentou $96,20 \pm 9,88$ dias.

Observou-se que o período pós-reprodutivo foi maior na cultivar convencional DeltaOPAL com cerca de 12 dias a mais ($33,00 \pm 4,65$ dias), diferindo significativamente dos adultos alimentados com pulgões criados na cultivar NuOPAL, com $21,40 \pm 0,67$ dias.

Considerando-se a longevidade, verificou-se que não houve diferenças significativas entre fêmeas e machos alimentados com pulgões criados nas duas cultivares, embora na cultivar Bt, a longevidade foi maior, e o que mais contribuiu para isto, foi o período reprodutivo maior (Tabela 3), ou seja, as fêmeas demoraram mais para ovipositar menor quantidade de ovos em um tempo maior (Tabela 4). Alimentadas com pulgões criados na cultivar DeltaOPAL, as fêmeas apresentaram 12 dias a menos na longevidade, ($129,80 \pm 15,20$ dias), não diferindo significativamente dos resultados encontrados na cultivar NuOPAL, cujas fêmeas apresentaram longevidade maior com $141,20 \pm 21,67$ dias. Para os machos, a longevidade foi de $84,00 \pm 8,38$ na cultivar DeltaOPAL e $117,00 \pm 23,21$ na cultivar NuOPAL. OLIVEIRA et al. (2005) estudando a biologia de *C. sanguinea*, encontraram longevidade de 75 dias para machos e 100 dias para fêmeas, alimentados com *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878) criados em tomateiro.

Tabela 3. Duração média em dias (\pm DP) dos períodos pré-reprodutivo, reprodutivo, pós-reprodutivo e longevidade de fêmeas e machos de *C. sanguinea* alimentados com *A. gossypii* criados sobre as cultivares DeltaOPAL e NuOPAL, $25 \pm 1^\circ$ C, UR de $70 \pm 10\%$, fotofase de 12h. Jaboticabal, SP. 2009.

Cultivar	Períodos			Longevidade	
	Pré-reprodutivo	Reprodutivo	Pós - reprodutivo	Fêmea	Macho
DeltaOPAL	$14,20 \pm 1,90$ a (n=5)	$96,20 \pm 9,88$ a (n=5)	$33,00 \pm 4,65$ a (n=5)	$129,80 \pm 15,20$ a (n=5)	$84,00 \pm 8,38$ a (n=5)
NuOPAL	$12,00 \pm 0,83$ a (n=5)	$112,8 \pm 19,81$ a (n=5)	$21,40 \pm 0,67$ b (n=5)	$141,20 \pm 21,67$ a (n=5)	$117,00 \pm 23,21$ a (n=5)
Teste F	1,12 ^{NS}	0,59 ^{NS}	6,07*	0,19 ^{NS}	1,79 ^{NS}
CV(%)	25,14	32,69	27,36	30,89	38,83

Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) à nível de 5% de probabilidade. EP= erro padrão da média. n= número de indivíduos avaliados.

Considerando a fertilidade das fêmeas alimentadas com pulgões criados nas cultivares, verifica-se que o número total de ovos/fêmea não diferiu significativamente entre as cultivares (Tabela 4). Fêmeas do predador alimentadas com pulgões da cultivar DeltaOPAL, apresentaram $362 \pm 69,90$ ovos/fêmea, com 79,58 % de ovos viáveis, para um período reprodutivo de 96,20 dias, enquanto que fêmeas alimentadas

com pulgões na cultivar NuOPAL, apresentaram $244 \pm 48,18$ ovos/fêmea, com 76,51% de ovos viáveis, em um período reprodutivo bem maior, de 112,8 dias. SANTOS et al. (2003) avaliaram o efeito de *S. graminum* criados em genótipos de sorgo sobre o desenvolvimento de *C. sanguinea*, e observaram que a oviposição total variou de 187,2 a 257,8 ovos/fêmea. OLIVEIRA et al. (2004) observaram que a viabilidade dos ovos de *C. sanguinea* foi de 83,13% quando alimentada com ninfas do pulgão-do-pinus.

Tabela 4. Número total e viabilidade de ovos de *C. sanguinea* alimentada com *A. gossypii* criados sobre as cultivares DeltaOPAL e NuOPAL, $25 \pm 1^\circ$ C, UR de $70 \pm 10\%$, fotofase de 12h. Jaboticabal, SP. 2009.

Cultivar	Oviposição		
	Total/fêmea	Ovos/dia/fêmea	Viabilidade(%)
DeltaOPAL	$362 \pm 69,90$ a	$3,79 \pm 0,69$ a	79,58 a
NuOPAL	$244 \pm 48,18$ a	$2,21 \pm 0,33$ a	76,51 a
Teste F	1,92 ^{NS}	4,19 ^{NS}	0,73 ^{NS}
CV (%)	44,27	40,76	7,02

Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) à nível de 5% de probabilidade. EP= erro padrão da média. n= número de indivíduos avaliados.

4. CONCLUSÕES

Cycloneda sanguinea quando alimentada com pulgões *Aphis gossypii* criados na cultivar NuOPAL (Bollgard I), apresenta variações em alguns parâmetros biológicos:

- A duração da fase larval de *C. sanguinea* é significativamente menor quando alimentada com pulgões criados na cultivar NuOPAL;
- A longevidade e o período reprodutivo de *C. sanguinea* são maiores quando alimentada com pulgões criados na cultivar NuOPAL; e
- A fertilidade das fêmeas e a viabilidade de ovos de *C. sanguinea* são menores quando alimentada com pulgões criados na cultivar NuOPAL.

5. REFERÊNCIAS

BAI, Y. Y.; JIANG, M. X.; CHENG, J. A. Effects of transgenic cry1Ab rice pollen on fitness of *Propylaea japonica* (Thunberg). **Journal of Pest Science**, Germany, v.78, p.123-128, 2005.

BIRCH, A.N.E.; GEOGHEGAN, I.E.; MAJERUS, M.E.N.; MICNICOL, J.W.; HACKET, C.A.; GATEHOUSE, A.M.R.; GATEHOUSE, J.A. Tri-trophic interactions involving pest aphids, predatory 2- spot ladybirds and transgenic potatoes. **Journal Molecular Breeding**, Netherland, v.5, p.75-83. 1999.

BOIÇA JÚNIOR, A.L.; SANTOS, T.M.; KURANISHI, A.K. Desenvolvimento larval e capacidade predatória de *Cycloneda sanguinea* (L.) e *Hippodamia convergens* Guérin-Men. alimentadas com *Aphis gossypii* Glover sobre cultivares de algodoeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.26, n.2, p.239-244, 2004.

BLUM, M.S. **Fundamentals of insect physiology**. Londres: Wiley-Interscience, 1995, 598p.

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, n.2, p.114-119, 1997.

FIGUEIRA, K.F.; SANTOS, T. M.; LARA, F.M.; BOIÇA JÚNIOR, A.L. Efeito de genótipos de sorgo no desenvolvimento de *Hippodamia convergens* Guérin-Menéville (Coleoptera: Coccinellidae), predador do pulgão-verde, *Shizaphis graminum* (Rondani) (Stenorrhyncha). **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.27, n.3, p.555-559, 2005.

GUERREIRO, J.C.; SILVA, R.A.; BUSOLI, A.C.; BERTI FILHO, E. Coccinelídeos predadores que ocorrem no estágio inicial da cultura do algodoeiro em Jaboticabal, SP, Brasil. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 77, n. 1, p.161-168, 2002.

GRAVENA, S. O controle biológico na cultura algodoeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.104, p.3-15, 1983.

HODEK, I. **Biology of coccinellidae**. Prague: Academic of Sciences, 1973. 260p.

HODEK, I. Bionomics and ecology of predaceous coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.12, p.76-104, 1967.

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

MACHADO, V.L.R. **Morfologia e aspectos biológicos de *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866) e *Cycloneda conjugata* Mulsant, 1850 (Col., Coccinellidae) predadores de *Psylla* sp. (Homoptera: Psyllidae) em sibipiruna (*Caesalpinia pelthophoroides* Benth)**. 61f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.

OLIVEIRA, N.C.; WILCKEN, C.F.; MATOS, C.A.O. Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinelídeos (Coleoptera: Coccinellidae) sobre pulgão-gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Homoptera: Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v.48, n.4, p.529-533, 2004.

OLIVEIRA, E.E.; OLIVEIRA, C.L.; SARMENTO, R.A.; FADINI, M.A.M.; MOREIRA, L.R. Aspectos biológicos do predador *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentado com *Tetranychus evansi* (Baker e Pritchard, 1960) (Acari: Tetranychidae) e *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878) (Homoptera: Aphididae). **Bioscience journal**, Uberlândia, v.21, n.2, p.33-39, 2005.

OLKOWSKI, W.; ZHANG, A.; SIERS, P. Improved biocontrol techniques with lady beetles. The IPM. **Practitioner Monitoring the Field of Pest Management**, Berkeley, v.12, n.10, p.1-12, 1990.

RAMIRO, Z. A.; FARIA, A.M. Levantamento de insetos predadores nos cultivares de algodão Bollgard DP 90 e convencional DeltaPine Acala 90. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.73, n.1, p.119-121, 2006.

RICE, M.E.; WILDE, G.E. Antibiosis effect of sorghum on the convergent lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) a third-trophic level predator of greenbug (Homoptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.82, n.2, p. 570-573, 1989.

SANTA-CECÍLIA, L.V.C.; GONÇALVES-GERVÁSIO, R.C.R.; TÔRRES, R.M.S.; NASCIMENTO, F.R. Aspectos biológicos e consumo alimentar de larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1973) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae). **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v.25, n.6, p. 1273-1278, 2001.

SANTOS, T.M. dos. **Aspectos morfológicos e efeito da temperatura sobre a biologia de *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentados com o pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rodani, 1852) (Homoptera: Aphididae)**. 107f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

SANTOS, T.M.; FIGUEIRA, L.K.; BOIÇA JÚNIOR, A.L.; LARA, F.M.; CRUZ, I. Efeito da alimentação de *Schizaphis graminum* com genótipos de sorgo no desenvolvimento do predador *Cycloneda sanguinea*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.5, p. 555-560, 2003.

WRIGHT, D.J.; VERKERK, R.H.J. Integration of chemical and biological control systems for arthropods: evaluation in a multitrophic context. **Pesticide Science**, London, v.44, p.207-218, 1995.

ZHANG, G. F.; WAN, F. H.; LOVEI, G. L.; LIU, W. X.; GUO, J. Y. Transmission of Bt toxin to the predator *Propylaea japonica* (Coleoptera: Coccinellidae) through its aphid

prey feeding on transgenic Bt cotton. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 35. n.1, p.143-150, 2006.

CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES GERAIS (IMPLICAÇÕES)

Pesquisas em biotecnologia levaram a obtenção de plantas geneticamente modificadas que expressam proteínas tóxicas, entre as quais, a Cry1Ac, oriunda da bactéria de solo *Bacillus thuringiensis* (BRITO, 2000; BOBROWSKI et al., 2003). Através desta tecnologia, foi obtido o algodão geneticamente modificado, denominado Bollgard I, cujas plantas produzem a α -endotoxina de *B. thuringiensis* var. kurstaki, que é altamente patogênica para a maioria das lagartas de lepidópteros (RAMIRO & FARIA, 2006).

Apesar de cultivares de algodão transgênico, ter sua eficiência comprovada no controle de insetos-praga, principalmente da ordem Lepidoptera, se faz necessários estudos do impacto sobre organismos não-alvo.

O estudo da ação positiva ou negativa da cultivar de algodoeiro sobre os agentes de controle biológico é de extrema importância quando se deseja sucesso no manejo integrado. Por exemplo, a qualidade e a quantidade de pulgões consumidos pelos seus predadores podem influenciar o período de pré-oviposição e a fecundidade destes, podendo também causar diferentes taxas de mortalidade, como observado por ALVARENGA et al. (1995) e FIGUEIRA et al. (2002).

Devido à importância da espécie *C. sanguinea* como agente de controle biológico natural do pulgão do algodoeiro, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros biológicos de *A. gossypii* nas cultivares comerciais NuOPAL (Bollgard I) e DeltaOPAL, assim como avaliar possíveis efeitos biológicos indiretos no seu predador *Cycloneda sanguinea*, tendo como presa pulgões criados nestas cultivares transgênica NuOPAL e na sua isolinha convencional DeltaOPAL.

A literatura mundial e do Brasil apresentam dados diversos sobre a incidência de pragas não-alvos em cultivares transgênicas de algodoeiro, como o pulgão *Aphis gossypii*. Trabalhos realizados na China por LIU et al. (2005) verificaram que *A. gossypii* alimentado por três gerações em algodão Bt, apresentaram maior capacidade reprodutiva e, maiores taxas de sobrevivência, em comparação com pulgões alimentados com algodão não-Bt, com possível impacto sobre a dinâmica populacional

da espécie, enquanto que no Brasil SUJII et al. (2008) não verificaram alterações no ciclo de vida de *A. gossypii* com a cultivar DP 404 BG (transgênica) e sua isolinha convencional DP4049.

Para outros insetos não-alvos como os predadores generalistas (coccinelídeos, crisopídeos) a literatura aponta divergências de resultados, provavelmente em função de características fisiológicas, morfológicas e da transgenese da cultivar. Por exemplo, HILBECK et al. (1998) observaram que o predador *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) quando alimentado com a lagarta *Ostrinia nubilalis* (Hubner, 1796) e a lagarta *Spodoptera littoralis* Boisduval, 1833 criadas sobre milho transgênico, tiveram a mortalidade larval aumentada de 37 para 62%. Enquanto que ZHANG et al. (2005) observou que a joaninha *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), alimentada com pólen de milho transgênico, não apresentou alterações nas taxas de desenvolvimento, peso e atividade metabólica.

No presente trabalho, em geral, a cultivar NuOPAL provavelmente não influenciou significativamente nos parâmetros biológicos do pulgão *A. gossypii* e com relação ao seu principal predador (*C. sanguinea*), somente houve influencia significativa nos parâmetros biológicos das fases imaturas de larva e pupa, porém em ensaios de resistência de plantas e nas criações massais de *C. sanguinea*, o uso de ambas cultivares é possível.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, C. D.; VENDRAMIM, J. D.; CRUZ, I. Biologia e predação de *Doru luteipes* (Scud.) sobre *Schizaphis graminum* (Rond.) criado em diferentes genótipos de sorgo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v. 24, n. 3, p. 523-531, 1995.
- BOBROWSKI, V. L.; FIUZA, L. M.; PASQUALI, G.; ZANETTINI, M. H. B. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, p.843-850, 2003.
- BRITO, L. O. **Adaptação de *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) a inibidores de proteinases de plantas transgênicas de fumo**. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- FIGUEIRA, L.K.; LARA, F.M.; CRUZ, I. Efeito de genótipos de sorgo sobre o predador *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentado com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 133-139, 2002.
- HILBECK, A.; BAUMGARTNER, M.; FRIED, P. M.; BIGLER, F. Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on mortality and development time of immature *Crysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) **Environmentae Entomology**, Lanham, v.27, n.2, p.480-487, 1998.
- LIU, X. D.; ZHAI, B. P.; ZHANG, X. X.; ZONG, J. M. Impact of transgenic cotton plants on a non-targed pest, *Aphis gossypii* Glover. **Ecological Entomology**, Oxford, v. 30, p. 307-315, 2005.
- RAMIRO, Z. A.; FARIA, A. M. Levantamento de insetos predadores nos cultivares de algodão Bollgard DP 90 e convencional DeltaPine Acala 90. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.73, p.119-121, 2006.

SUJII, E. R.; TOGNI, P. H. B.; NAKASU, E. Y. T.; PIRES, C. S. S.; PAULA, D. P. ; FONTES, E. M. G. Impacto de algodoeiro Bt na dinâmica populacional do pulgão-do- algodoeiro em casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, p.1251-1256, 2008.

ZHANG, G. F.; WAN, F. H.; LOVEI, G. L.; LIU, W. X.; GUO, J. Y. Effects of transgenic Bt-Cry1Ab corn pollen on the growth and development and the activity of three metabolic enzymes in *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). **Acta Entomologica Sinica**, Beijing, v.48, n.6, p.898-902, 2005.