

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**DESEMPENHO DO ALGODÃO-Bt 1 NO CONTROLE DE PRAGAS EM  
CONDIÇÕES DE CAMPO**

RICARDO BARROS  
Engenheiro Agrônomo

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL - BRASIL  
2010

**DESEMPENHO DO ALGODÃO-Bt 1 NO CONTROLE DE PRAGAS EM  
CONDIÇÕES DE CAMPO**

**RICARDO BARROS**  
Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF. DR. PAULO EDUARDO DEGRANDE

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

**DOURADOS**  
**MATO GROSSO DO SUL - BRASIL**  
**2010**

## Desempenho do algodão-bt 1 no controle de pragas em condições de campo

Ricardo Barros  
Engenheiro Agrônomo

Tese apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção  
do título de DOUTOR EM AGRONOMIA

Aprovado em: 10 de Fevereiro de 2010

---

Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande  
UFGD – FCA  
(Orientador)

---

Dr. Harley Nonato de Oliveira  
EMBRAPA – CPAO

---

Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes  
UFGD – FCBA

---

Prof. Dr. Fabrício Fagundes Pereira  
UFGD – FCBA

---

Prof. Dr. Elmo Pontes de Melo  
UNIGRAN

*Aos meus pais pelo esforço e  
confiança em me educar  
À minha esposa pelo apoio diário*

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e saúde;

À Universidade Federal da Grande Dourados, pela qualidade do ensino oferecido;

Ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudo;

Ao professor Dr. Paulo Eduardo Degrande (UFGD), pelo apoio e oportunidades oferecidas durante toda minha atividade acadêmica;

Aos professores do Curso do Programa em Pós Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados, pelo empenho em ensinar;

À Fundação MS pela colaboração em ceder a área e equipamentos para a execução do trabalho.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFGD

633.51 Barros, Ricardo  
B277d Desempenho do algodão-Bt1 no controle de pragas em condições de campo. / Ricardo Barros. – Dourados, MS : UFGD, 2010.  
40f.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande.  
Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Algodão geneticamente modificado. 2. Algodão – Doenças e pragas. 3. Manejo de pragas. 4. Transgênicos. I. Título.

**SUMÁRIO**

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>6</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>35</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>36</b>

**LISTA DE TABELAS**

- TABELA 1 Relação dos ingredientes ativos, produtos comerciais com suas concentrações e formulações nas dosagens em que foram utilizados nas aplicações e com os preços praticados na região de Maracaju/MS para a safra 2006/2007. Dourados, 2010. 10
- TABELA 2 Relação dos ingredientes ativos, produtos comerciais com suas concentrações e formulações nas dosagens em que foram utilizados nas aplicações e com os preços praticados na região de Maracaju/MS para a safra 2006/2007. Dourados, 2010. 10
- TABELA 3 Manejo de pragas empregado na cultivar DeltaOpal© na safra 2006/2007. Datas das aplicações em dias após a emergência (Dae) e seus respectivos alvos (pragas) e índices de infestação, ingredientes ativos dos inseticidas/acaricidas utilizados, concentrações, formulações, dosagens e custo unitário (R\$). Custo da operação de pulverização e custo total de cada aplicação (Custo/ha). Maracaju, MS. 2010. 13
- TABELA 4 Produtos utilizados com suas respectivas dosagens, número de aplicações e custo por hectare o qual somado ao custo das operações de pulverização resultam no custo total de controle de cada praga na variedade DeltaOpal© na safra 2006/2007. Maracaju.MS. 2010. 14



- TABELA 5 Manejo de pragas empregado na cultivar NuOpal© na safra 2006/2007. Datas das aplicações em dias após a emergência (Dae) e seus respectivos alvos (pragas) e índices de infestação, ingredientes ativos dos inseticidas/acaricidas utilizados, concentrações, formulações, dosagens e custo unitário (R\$). Custo da operação de pulverização e custo total de cada aplicação (Custo/ha). Maracaju, MS. 2010. 19
- TABELA 6 Produtos utilizados com suas respectivas dosagens, número de aplicações e custo por hectare o qual somado ao custo das operações de pulverização resultam no custo total de controle de cada praga na variedade NuOpal© na safra 2006/2007. Maracaju.MS. 2010. 20
- TABELA 7 Manejo de pragas empregado na cultivar DeltaOpal© na safra 2007/2008. Datas das aplicações em dias após a emergência (Dae) e seus respectivos alvos (pragas) e índices de infestação, ingredientes ativos dos inseticidas/acaricidas utilizados, concentrações, formulações, dosagens e custo unitário (R\$). Custo da operação de pulverização e custo total de cada aplicação (Custo/ha). Maracaju, MS. 2010. 30
- TABELA 8 Produtos utilizados com suas respectivas dosagens, número de aplicações e custo por hectare o qual somado ao custo das operações de pulverização resultam no custo total de controle de cada praga na variedade DeltaOpal© na safra 2007/2008. Maracaju.MS. 2010. 31

- TABELA 9 Manejo de pragas empregado na cultivar NuOpal© na safra 2007/2008. Datas das aplicações em dias após a emergência (Dae) e seus respectivos alvos (pragas) e índices de infestação, ingredientes ativos dos inseticidas/acaricidas utilizados, concentrações, formulações, dosagens e custo unitário (R\$). Custo da operação de pulverização e custo total de cada aplicação (Custo/ha). Maracaju, MS. 2010. 32
- TABELA 10 Produtos utilizados com suas respectivas dosagens, número de aplicações e custo por hectare o qual somado ao custo das operações de pulverização resultam no custo total de controle de cada praga na variedade NuOpal© na safra 2007/2008. Maracaju, MS. 2010. 33

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 Flutuação populacional de *Aphis gossypii* (pulgão), ovos e lagartas de *Alabama argillacea* (curuquerê), ovos e lagartas de *Heliothis virescens* (lagarta-da-maçã), *Tetranychus urticae* (ácajo-rajado), *Euschistus heros* (percevejos-migrantes), *Anthonomus grandis* (bicudo-do-algodoeiro) e *Pectinophora gossypiella* (lagarta-rosada) na variedade DeltaOpal© na safra 2006/2007 até os 130 dias após a emergência da cultura. Maracaju, MS. 2010. As setas indicam a ocorrência de pulverizações. A curva de flutuação de curuquerê corresponde ao número de lagartas/plantas. 11
- FIGURA 2 Médias  $\pm$  erro padrão da flutuação populacional de *A. gossypii*, *A. argillacea*, *H. virescens*, *E. heros*, *A. grandis* e *P. gossypiella* confrontando a cultivar não-Bt e Bt1 ao longo da safra 2006/2007. Maracaju, MS. 2010. 15
- FIGURA 3 Flutuação populacional de *Aphis gossypii* (pulgões), ovos de *Alabama argillacea* (curuquerê) e de *Heliothis virescens* (lagarta-da-maçã), *Euschistus heros* (percevejos-migrantes) e de *Anthonomus grandis* (bicudo-do-algodoeiro) na variedade NuOpal© na safra 2006/2007 até os 130 dias após a emergência da cultura. Maracaju, MS. 2010. As setas indicam a ocorrência de pulverizações. 16

- FIGURA 4 Flutuação populacional de *Aphis gossypii* (pulgões), ovos e lagartas de *Alabama argillacea* (curuquerê), ovos e lagartas de *Heliothis virescens* (lagarta-da-maçã), *Spodoptera frugiperda* (lagarta-spodoptera), *Euschistus heros* (percevejos-migrantes), *Anthonomus grandis* (bicudo-do-algodoeiro) e *Pectinophora gossypiella* (lagarta-rosada) na variedade DeltaOpal© na safra 2007/2008 até os 131 dias após a emergência da cultura. Maracaju, MS. As setas indicam a ocorrência de pulverizações. A curva de flutuação de curuquerê corresponde ao número de lagartas/plantas. 21
- FIGURA 5 Médias  $\pm$  erro padrão da flutuação populacional de *A. gossypii*, *A. argillacea*, *H. virescens*, *E. heros*, *S. frugiperda*, *A. grandis* e *P. gossypiella* confrontando a cultivar não-Bt e “Bt1” ao longo da safra 2007/2008. Maracaju, MS. 2010. 27
- FIGURA 6 Flutuação populacional de *Aphis gossypii* (pulgões), ovos de *Alabama argillacea* (curuquerê) e *Heliothis virescens* (lagarta-da-maçã), *Spodoptera frugiperda* (lagarta-spodoptera), *Euschistus heros* (percevejos-migrantes) e de *Anthonomus grandis* (bicudo-do-algodoeiro) na área experimental na variedade NuOpal© na safra 2007/2008 até os 131 dias após a emergência da cultura. Maracaju, MS. 2010. As setas indicam a ocorrência de pulverizações. 28
- FIGURA 7 Precipitação pluviométrica na área experimental no período de execução dos trabalhos. Dezembro de 2006 e 2007 e janeiro, fevereiro e março de 2007 e 2008 respectivamente. Maracaju, MS. 2010. 29

# DESEMPENHO DO ALGODÃO-Bt1 NO CONTROLE DE PRAGAS EM CONDIÇÕES DE CAMPO

Autor: Ricardo Barros

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande

## RESUMO

No Brasil, a utilização de cultivares de algodoeiros geneticamente modificados para a expressão de resistência ao ataque de pragas é um método inovador de controle. Assim surgiu a demanda por pesquisas nacionais com o intuito de avaliar o algodão-Bt1 (Bollgard®) em escala comercial, por haver carência de informações a respeito do comportamento desta tecnologia nas diversas regiões produtoras de algodão no País. Para este fim foram conduzidos durante as safras 2006/2007 e 2007/2008 experimentos em Maracaju/MS comparando uma cultivar com a tecnologia “Bt1” com sua isolinha não “Bt”. Estes experimentos foram instalados com seis parcelas de cada tratamento com dez linhas de cultivo de algodão com dez metros de comprimento cada, onde foram avaliadas e manejadas as populações de artrópodos-pragas associados ao algodoeiro como se fossem campos comerciais de produção de algodão. Os resultados das duas safras indicaram eficiência agrônômica do algodão-Bt1 no controle de *Heliothis virescens* e *Alabama argillacea*, onde a variedade resistente a estas pragas proporcionou um incremento na receita líquida na produção de algodão de R\$ 434,18.ha<sup>-1</sup> e de R\$ 135,12.ha<sup>-1</sup> para as safras 2006/2007 e 2007/2008 respectivamente, ganhos estes relativos ao aumento da produtividade e a diminuição com custos para o controle de pragas-alvo da tecnologia.

**PALAVRAS-CHAVES:** Cry1Ac, Bollgard®, manejo de pragas, transgênico.

## PERFORMANCE OF COTTON-Bt1 IN PEST CONTROL IN FIELD CONDITIONS

Author: Ricardo Barros

Adviser: Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande

### ABSTRACT

In Brazil, the use of cotton crop cultivars genetically modified to express resistance to pest attack is an innovative method of control. Thus arose the demand for national surveys in order to evaluate the cotton crop-Bt1 (Bollgard®) on a commercial scale, because there is lack of information about the behavior of this technology in several cotton producing regions in the Brazil. For this were conducted during the seasons 2006/2007 and 2007/2008 experiments in Maracaju / MS comparing a cultivar with technology "Bt1" with its isoline non-Bt. These experiments were conducted with six plots of each treatment with ten rows of cotton cultivation with ten feet long each, which were evaluated and managed populations of pests-arthropod associated with cotton crop as a commercial field of cotton production. The results of the two seasons showed high agronomic efficiency of cotton crop-Bt1 in control of *Heliothis virescens* and *Alabama argillacea*, where the resistant variety to these pests now provides an increase in net income in the cotton production of the R\$ 434,18. ha<sup>-1</sup> and R\$ 135,12. ha<sup>-1</sup> for the 2006/2007 and 2007/2008 seasons respectively, caused by increased of productivity and decrease of costs for control of the pests target of these technology .

KEY WORDS: Cry1Ac, Bollgard®, pest management, GM.

## 1. INTRODUÇÃO

De tempos em tempos a ciência apresenta descobertas as quais balizarão por um determinado período as tecnologias que serão aplicadas em determinadas áreas do conhecimento humano.

No ramo da agricultura, uma das atividades mais antigas praticadas pelo homem, estas evoluções ocorreram, em sua grande maioria, impulsionadas por alguma grande dificuldade encontrada no caminho da produção de alimentos ou fibras. Desta forma surgiram tecnologias que mesmo tendo sido as primeiras ações tomadas pelo homem na manutenção de seus cultivos, até hoje se constituem nos fundamentos da produção agrícola. Um destes exemplos é a rotação de culturas.

Sendo assim, à medida que a humanidade cresce em termos populacionais há a necessidade cada vez maior em se produzir mais por unidade de área. Razão pela qual a produção de alimentos e fibras a partir de certo nível passou a não mais tolerar a competição com plantas invasoras, doenças e pragas. Neste contexto surgiu a necessidade da realização de medidas para proteger as plantas cultivadas frente ao ataque destes competidores.

No tocante aos insetos e outros artrópodes pragas estas medidas até certo ponto foram realizadas por meio de métodos de controle cultural, como por exemplo, a catação de insetos sobre as plantas, ou a realização da limpeza das áreas cultivadas para que não houvesse meios de abrigo, alimentação e reprodução de pragas, como a coleta de botões florais no solo em lavouras de algodão para a diminuição de infestações do bicudo *Anthonomus grandis* Boh., 1843 (Coleoptera: Curculionidae).

No entanto estes métodos de controle passaram a ser obsoletos ao longo do tempo, havendo a necessidade em um primeiro momento de serem substituídos por medidas de controle mais rápidas, práticas e também economicamente viáveis. Neste panorama surgiu o método de controle químico de pragas, que em meados do século XX alcançou o patamar de principal método de controle de pragas nas culturas, principalmente após o surgimento dos

inseticidas organoclorados e organofosforados, que chegaram aos mercados com algumas inovações importantes como a possibilidade de aplicação em diluição na fase líquida e por apresentarem dosagens menores em comparação aos produtos até então utilizados.

A utilização indiscriminada deste método gerou uma série de malefícios, como a seleção de insetos e ácaros resistentes, a mudança de “status” de pragas secundárias para a condição de primárias, ressurgências, efeitos prejudiciais à saúde humana, além de resíduos nos alimentos, água e solo. Foi quando se iniciaram as primeiras vertentes do Manejo Integrado de Pragas, que em sua idéia central consiste na utilização racional de vários métodos de controle de pragas de forma integrada, sendo o controle químico um dos métodos de controle empregados.

Entretanto, atualmente a quase totalidade dos sistemas de produção, especialmente, em grandes culturas ainda é dependente do uso de inseticidas químicos, destacando-se como a medida mais utilizada no controle de pragas, fato sustentado pelo surgimento gradual de novas moléculas inseticidas à medida que os problemas em controlar as pragas se agravavam.

Mais recentemente mesmo com a utilização das moléculas mais modernas de inseticidas, em alguns casos esta tecnologia se tornou insuficiente para superar os problemas com algumas pragas em certas culturas, como a mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo “B” Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijão, a lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 (Lepdoptera: Noctuidae), o bicudo *A. grandis* e a lagarta-da-maçã *Heliothis virescens* Fabris, 1777 (Lepdoptera: Noctuidae) em algodoeiro. Desta forma surgiram as demandas por um método de controle de pragas tão eficiente, prático e viável quanto o controle químico, o que num primeiro momento foi conseguido através da utilização de variedades de plantas resistentes a insetos, as quais eram obtidas pelos métodos convencionais de melhoramento de plantas.



Desta forma a obtenção de novas cultivares resistentes a determinadas pragas tornou-se também uma necessidade, com a finalidade de abastecer o mercado com novos germoplasmas, o que muitas vezes não era possível devido à inserção dos genes de resistência afetarem negativamente a obtenção de cultivares mais produtivos, sem mencionar a grande demanda de tempo para se desenvolver estas novas variedades.

Com isto em meados da década de 90, foram lançadas no mercado mundial as primeiras variedades de plantas geneticamente modificadas para expressar resistência a artrópodes pragas, como a batata New Leaf<sup>®</sup>, o milho Maximizer<sup>®</sup> e a variedade de algodão Ingard<sup>®</sup>, nestes casos específicos trata-se de variedades resistentes a lagartas, as quais expressam as  $\delta$ -endotoxinas oriundas da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bacillaceae), também denominadas Cry. Atualmente o milho “Bt” é a planta transgênica mais cultivada no mundo seguido do algodão também “Bt”.

As primeiras gerações de plantas “Bt” apresentam espectro de controle limitado, pois são caracterizadas em geral pela expressão de uma única toxina, o que as torna resistentes ou apenas supressoras de um pequeno grupo de pragas, chamadas de alvo da tecnologia “Bt”. Assim é a primeira geração de plantas de milho resistentes a lagarta-do-cartucho e do algodoeiro resistente ao complexo de lagartas desta cultura as quais foram as primeiras a serem aprovadas para cultivo no Brasil.

Em função disto e por se tratar de uma tecnologia recente, esta modalidade de controle tem demandado pesquisas que suportem sua eficácia aos grupos de pragas-alvo específicos de cada região, bem como o impacto destas variedades sobre a população dos organismos não-alvo sejam estas pragas ou não.

Os objetivos deste estudo foram avaliar o desempenho do algodão-Bt1, através da eficiência agrônômica desta tecnologia sobre suas pragas-alvo bem como avaliar o impacto da tecnologia-Bt1 também na dinâmica populacional das pragas não-alvo associadas ao algodoeiro e suas implicações no manejo com inseticidas químicos observando-se a

viabilidade econômica do algodão-Bt1 em condições de campo comparativamente ao algodão convencional.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Apesar do conhecimento de várias alternativas de controle, recomendadas nos programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), que contribuem para reduções das populações de pragas do algodoeiro, a utilização de inseticidas químicos é ainda o principal método de controle de artrópodes fitófagos desta cultura (Ramiro & Faria, 2006). Esta utilização do controle químico na cultura algodoeira se deve em grande parte à praticidade deste método associada à rápida obtenção dos resultados desejáveis e por sua viabilidade econômica.

Sendo assim para que haja a substituição de um método de controle de pragas com tamanha aceitação pelos produtores do setor é necessária a adoção de uma nova tecnologia de maior ou igual eficiência e cujo custo seja compatível com a realidade da cultura. Neste sentido os avanços das pesquisas em biotecnologia levaram à obtenção de plantas geneticamente modificadas que no caso específico da cultura do algodoeiro resultaram, em sua grande maioria, na obtenção de plantas que expressam uma proteína tóxica derivada da bactéria *B. thuringiensis* (Ramiro & Faria, 2006). Em sua primeira geração, estas proteínas denominadas  $\delta$ -endotoxinas ou proteínas cristal (Cry) apresentam ação extremamente tóxica e altamente específica para as larvas de alguns lepdópteros (Frizzas *et al.*, 2004). Com isso surgiram em meados dos anos 90 as primeiras gerações de plantas geneticamente modificadas com resistência a este grupo de pragas, como a variedade de algodão “Ingard” lançada em outubro de 1996 na Austrália (Kubicek, 1997). Estas variedades expressam as toxinas nas folhas, botões e maçãs do algodoeiro (Perlak *et al.*, 2001) e quando as pragas alimentam-se de uma destas cultivares uma dose letal de proteína é consumida e o inseto morre antes de causar danos significativos nas plantas (Meyers *et al.*, 1997).

No Brasil a primeira geração desta tecnologia para a cultura do algodão é denominada Bollgard<sup>®</sup> (Bt1) e contém a proteína Cry1Ac para a qual foram realizadas diversas pesquisas comprovando sua eficiência sobre lagartas de *Alabama argillacea* Hübner,

1818 (Lepdoptera:Noctuidae) *Pectinophora gossypiella* Saunders, 1844 (Lepdoptera: Gelechiidae) e *H. virescens*, reduzindo a necessidade do uso de inseticidas para o controle destas pragas em algodoeiros (Adamczyk *et al.*, 2001; Carrière *et al.*, 2001; Chitkowski *et al.*, 2003; Wu *et al.*, 2003; Hamilton *et al.*, 2004).

Com isto, apesar da grande evolução que esta tecnologia representa para a agricultura mundial sua adoção ou praticabilidade agronômica em algumas regiões pode ser afetada positiva ou negativamente dependendo do espectro e das características das pragas predominantes em cada localidade. Simulações de diversos cenários mostram que reduções do custo de produção com a utilização de algodão-Bt1 dependem, sobretudo, do espectro de pragas da região, sendo menores, por exemplo, em regiões de ocorrência do bicudo-do-algodoeiro (*A. grandis*) e/ou de *S. frugiperda* (Ferreira Filho & Gameiro, 2002).

Desta forma é fundamental o estudo da viabilidade desta tecnologia em diferentes regiões produtoras, afim não somente de se determinar suas adaptações às mais diversas condições de campo, mas principalmente de se observar as possíveis falhas que esta tecnologia possa ter em cada situação objetivando-se corrigir estas falhas antes da ocorrência de prejuízos econômicos em larga escala.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Os campos experimentais foram instalados em latossolo vermelho distroférico da estação experimental da Fundação MS no município de Maracaju (latitude 21º 37' 12", longitude 55º 08' 22" e altitude de 371 m) pertencente à região Centro-Sul de Mato Grosso do Sul, nas safras agrícolas 2006/2007 e 2007/2008.

O algodão-Bt1 denominado Bollgard© evento 531 utilizado no presente estudo foi liberado para plantio comercial e consumo humano e animal pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, processo 01200.001471/2003-01, em 17 de maio de 2005, validando seu cultivo para a safra 2006/2007.

Sendo assim, foram avaliadas duas cultivares de algodoeiro: 1 – DeltaOpal© (cultivar convencional) e 2 - NuOpal© (cultivar transgênica com a tecnologia Bt1 que expressa a toxina Cry1Ac). Ambas as cultivares utilizadas são classificadas como resistentes a doença-azul, transmitida pelo pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae). Com isto, os tratamentos avaliados foram:

1. DeltaOpal© (não-Bt) cultivada sob as técnicas do manejo integrado de pragas (MIP) do algodoeiro com utilização de inseticidas para o controle de todas as pragas que atingiram o nível de dano econômico durante seu ciclo nas duas safras de avaliação;
2. NuOpal© (Bt1) cultivada sob as técnicas do manejo integrado de pragas (MIP) do algodoeiro com utilização de inseticidas para o controle de todas as pragas que atingiram o nível de dano econômico durante seu ciclo nas duas safras de avaliação.

As parcelas foram constituídas de dez linhas de cultivo de algodão (com espaçamento de 0,8 m entre linhas) de dez metros de comprimento cada, onde eram avaliadas dez plantas por parcela nas quatro linhas centrais, desprezando-se ainda um metro em cada extremidade para obtenção dos dados de avaliação, os quais foram obtidos de seis parcelas de cada tratamento (12 parcelas no total) distribuídas aleatoriamente na área experimental.

Nas avaliações as plantas eram examinadas por completo observando-se a presença de insetos pragas em todas as estruturas como folhas, pecíolos, hastes, botões florais, flores e maçãs. Nos casos específicos do bicudo-do-algodoeiro (*A. grandis*) eram sempre observados 20 botões florais por parcela em cada avaliação totalizando 120 botões por tratamento. Para a lagarta-rosada (*P. gossypiella*) foram examinadas quatro maçãs firmes por parcela a partir dos 80 dias após a emergência da cultura em cada safra, sendo que as coletas destas maçãs eram realizadas na periferia das parcelas para não afetar a avaliação de produtividade. E para os percevejos migrantes foram realizadas batidas de pano (0,8 m x 1,0 m), sendo uma amostragem por parcela em cada avaliação.

Na safra 2006/2007 a instalação do experimento ocorreu no dia 15 de novembro de 2006 e as avaliações nas plantas se iniciaram aos quatro dias após a emergência com intervalos entre as avaliações variando de três a sete dias (avaliações mais espaçadas foram realizadas somente no final do ciclo da cultura) o que totalizou 29 avaliações até os 130 dias após a emergência das plantas.

Na safra 2007/2008 a instalação do experimento ocorreu no dia 12 de novembro de 2007 e as avaliações nas plantas se iniciaram aos cinco dias após a emergência da cultura com intervalos entre as avaliações de três a quatro dias o que totalizou 39 avaliações até os 131 dias após a emergência das plantas.

Os níveis de controle adotados para as pragas que ocorreram na área experimental nas duas safras de execução do estudo segundo Degrande (1998) foram: pulgão-do-algodoeiro (até 40% de plantas atacadas); curuquerê-do-algodoeiro (2,0 lagartas por planta ou 25% de desfolha); lagarta-da-maçã (10% de plantas atacadas); ácaro-rajado (10% de plantas atacadas); percevejos-migrantes (sem nível de controle definido); bicudo (3% de botões atacados); lagarta-rosada (3% de maçãs atacadas); spodoptera (10 % de plantas atacadas). Onde no caso das lagartas destruidoras de estruturas reprodutivas, seus índices de ataque devem ser somados para a determinação do controle. Entretanto estes níveis de controle foram utilizados apenas como balizadores do limiar de ação, já que em muitos casos a tomada de decisão do controle foi tomada com índices menores em função da maior proximidade aos níveis de controle adotados pelos produtores da região.

Durante a execução do estudo foram anotadas as datas das aplicações e os produtos utilizados no manejo das pragas ocorrentes na área experimental, cujos dados foram utilizados para comparar a cultivar DeltaOpal© (convencional) e NuOpal© (Bt1) em relação ao número de aplicações realizadas para o controle de cada praga-alvo e quais dosagens e ingredientes ativos foram utilizados para este fim, avaliando-se durante todo o ciclo da cultura as diferenças entre a dinâmica populacional das pragas entre a variedade não-Bt e Bt1.

Além do número de aplicações e da identificação da frequência de uso e custo dos inseticidas utilizados para o controle das pragas dentro dos programas de MIP, foram realizadas nas duas safras de cultivo avaliações de produtividade do algodão em caroço, para análise dos custos benefícios de cada tecnologia. Em 2006/2007 a colheita foi realizada em oito de abril de 2007 e na safra 2007/2008 em quatro de abril de 2008, a colheita foi realizada manualmente nas três linhas centrais de cada parcela com quatro metros de extensão.

Por fim foi realizado o cálculo do custo operacional para o manejo de pragas de cada tecnologia (tratamento) comparando a variedade convencional não-Bt com a variedade transgênica. Neste critério de custo, foram computados como itens os custos variáveis relacionados ao controle das pragas ocorrentes na área experimental após a instalação dos experimentos. Sendo assim foram considerados os preços dos inseticidas utilizados em cada safra (Tabela 1 e 2) bem como os custos de pulverização por hectare que para a safra 2006/2007 foi de R\$ 7,80 e para 2007/2008 de R\$ 7,66 para um pulverizador de arrasto com 18 m de barra (Broch & Pedroso, 2007 e 2008).

As adubações de base e cobertura, o tratamento de sementes com inseticidas e fungicidas, a utilização de reguladores de crescimento e o controle de plantas daninhas foram realizados de acordo com as recomendações para o bom desenvolvimento da cultura do algodão na região de cultivo (Embrapa, 2001) e não variaram entre os tratamentos.

Tabela 1. Relação dos ingredientes ativos, produtos comerciais com suas concentrações e formulações nas dosagens em que foram utilizados nas aplicações e com os preços praticados na região de Maracaju/MS para a safra 2006/2007. Dourados, 2010.

<b>Ingrediente ativo</b>	<b>Produto Comercial</b>	<b>Concentração g i. a.</b>	<b>Formulação</b>	<b>Dosagem g i. a.ha<sup>-1</sup></b>	<b>Preço do produto comercial (R\$) L ou Kg</b>
Carbosulfano	Marshal©	400	SC	160	56
Acetamiprido	Mospilan©	200	PS	20	238,94
Endossulfam	Thiodan©	350	CE	700	12,39
Diflubenzuron	Dimilin©	250	PM	25	86,35
Betaciflutrina	Bulldock©	125	SC	12,5	320
Parationa-metífica	Folisuper©	600	CE	600	16
Profenofós	Curacron©	500	CE	300	44,98
Profenofós + Lufenurom	Curyom©	500 + 50	CE	150 + 15	54,82
Diafentiurom	Polo©	500	PM	250	91,81
Abamectina	Vertimec©	18	CE	9	94,14
Metamidofós	Tamaron©	600	SL	480	14,47
Esfenvalerato + Fenitrotiom	Pirephos©	40 + 800	CE	24 + 480	60,83

SC = suspensão concentrada; PS = pó solúvel em água; CE = concentrado emulsionável; PM = pós molhável e SL = concentrado solúvel. i.a. = ingrediente ativo.

Tabela 2. Relação dos ingredientes ativos, produtos comerciais com suas concentrações e formulações nas dosagens em que foram utilizados nas aplicações e com os preços praticados na região de Maracaju/MS para a safra 2006/2007. Dourados, 2010.

<b>Ingrediente ativo</b>	<b>Produto Comercial</b>	<b>Concentração g i. a.</b>	<b>Formulação</b>	<b>Dosagem g i. a.ha<sup>-1</sup></b>	<b>Preço do produto comercial (R\$) L ou Kg</b>
Carbosulfano	Marshal©	400	SC	160	55,00
Acetamiprido	Mospilan©	200	PS	20	232,00
Endossulfam	Thiodan©	350	CE	700	10,54
Betaciflutrina	Bulldock©	125	SC	12,5	320,00
Parationa-metífica	Folisuper©	600	CE	600	12,23
Novalurom	Rimon©	100	CE	15 a 20	80,00
Profenofós + Lufenurom	Curyom©	500 + 50	CE	150 + 15	67,00
Lufenurom	Match©	50	CE	15	55,95
Diafentiurom	Polo©	500	PM	250	90,00
Cartape	Cartap©	500	PS	150	31,20
Metamidofós	Tamaron©	600	SL	480	12,60
Esfenvalerato + Fenitrotiom	Pirephos©	40 + 800	CE	24 + 480	60,83
Esfenvalerato	Sumidan©	150	SC	24	57,51

SC = suspensão concentrada; PS = pó solúvel em água; CE = concentrado emulsionável; PM = pós molhável e SL = concentrado solúvel. i.a. = ingrediente ativo.



#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As pragas ocorrentes na safra 2006/2007 em DeltaOpal© foram o pulgão-do-algodoeiro (*A. gossypii*), o curuquerê (*A. argillacea*) cuja população não foi suficiente para justificar aplicações específicas para seu controle, a lagarta-da-maçã (*H. virescens*), o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch, 1836 - Acari: Tetranychidae), percevejos-migrantes (*Euschistus heros* Fabricius, 1794 – Hemiptera: Pentatomidae) oriundos da cultura da soja, o bicudo-do-algodoeiro (*A. grandis*) e a lagarta-rosada (*P. gossypiella*) que para esta variedade na safra 2006/2007 também não exigiu aplicações específicas para seu controle (Figura 1).

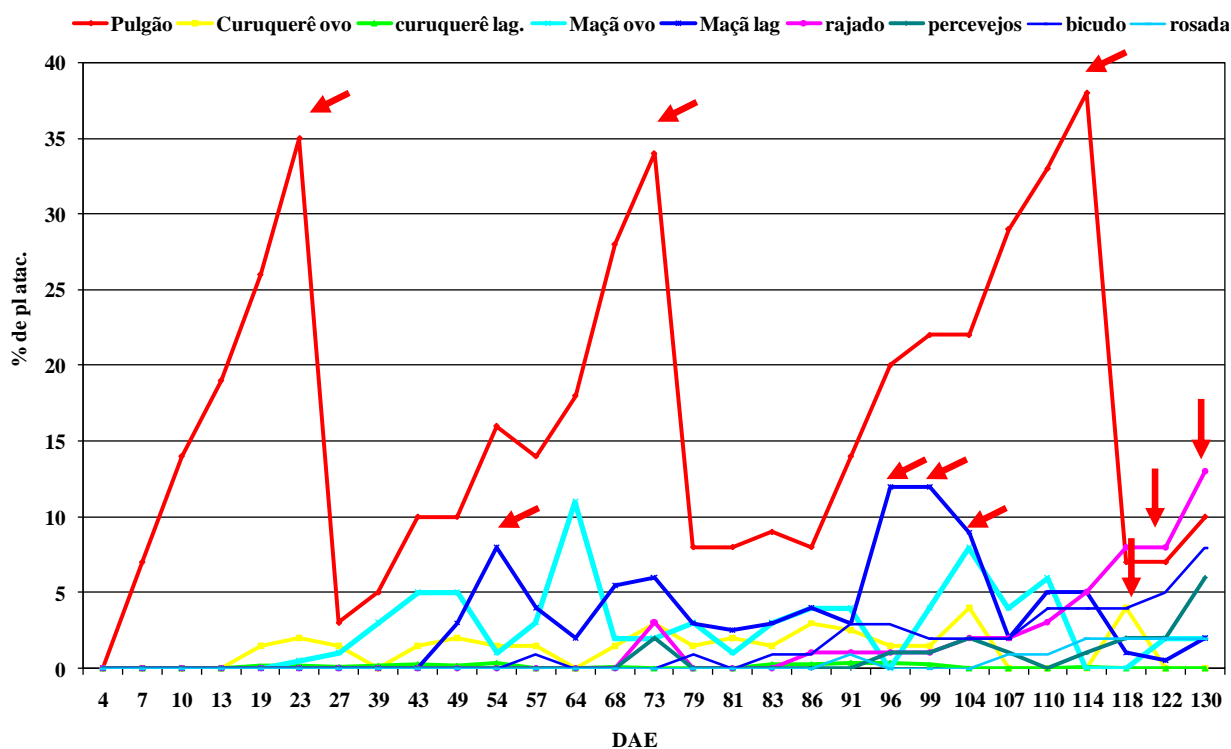


Figura 1. Flutuação populacional de *Aphis gossypii* (pulgão), ovos e lagartas de *Alabama argillacea* (curuquerê), ovos e lagartas de *Heliiothis virescens* (lagarta-da-maçã), *Tetranychus urticae* (ácaro-rajado), *Euschistus heros* (percevejos-migrantes), *Anthonomus grandis* (bicudo-do-algodoeiro) e *Pectinophora gossypiella* (lagarta-rosada) na variedade DeltaOpal© na safra 2006/2007 até os 130 dias após a emergência da cultura. Maracaju, MS. 2010. As setas indicam a ocorrência de pulverizações. A curva de flutuação de curuquerê corresponde ao número de lagartas/plantas.

Na variedade DeltaOpal© na safra 2006/2007 foram realizadas 10 pulverizações de inseticidas/acaricidas, cujos alvos foram os pulgões, a lagarta-da-maçã, os percevejos-migrantes, o bicudo-do-algodoeiro e o ácaro-rajado (Tabela 3). Para o controle específico dos pulgões foram realizadas três aplicações de inseticidas, utilizando-se produtos como carbosulfano, acetamiprido e diafentiurom cujos custos nas dosagens em que foram utilizados mais a operação de pulverização resultaram em R\$ 127,59 (Tabelas 3 e 4).

Para a lagarta-da-maçã foram realizadas seis intervenções com inseticidas durante o ciclo da DeltaOpal© sendo a primeira destas tendo sido realizada aos 54 dias após a emergência das plantas (dae) quando já havia atingido 8% de plantas atacadas (Tabela 3). Para o manejo desta praga foram utilizados seis ingredientes ativos diferentes, com custo total de R\$ 166,23 o maior dentre as pragas ocorrentes na safra 2006/2007 na cultivar convencional (Tabelas 3 e 4). Com relação à lagarta-da-maçã já nesta primeira safra pode-se observar pela figura 2 a alta eficiência do algodão-Bt1 em seu controle com a ausência da constatação de lagartas de *H. virescens* sobre as plantas Bt.

Outra praga importante da cultura, o bicudo-do-algodoeiro, foi controlado quatro vezes (Tabela 3) onde com 96 dae as plantas apresentavam 3% de botões florais atacados, justificando o início das aplicações. Apenas duas moléculas de inseticidas foram utilizadas para o manejo do bicudo-do-algodoeiro, um piretróide (betaciflutrina) e um organofosforado (parationa-metílica), demonstrando a carência de opções de inseticidas para o controle desta praga. Sendo assim para se controlar o bicudo na safra 2006/2007 na cultivar DeltaOpal© foram gastos R\$ 82,20 (Tabela 4).

Os percevejos-migrantes exigiram a realização de três aplicações para o seu controle, sendo a primeira realizada aos 73 dae (Tabela 3). Os produtos utilizados para este fim foram endossulfam, metamidofós e parationa-metílica que geraram um custo de R\$ 42,36 (Tabela 4). Já para o ácaro-rajado foi feita apenas uma aplicação com abamectina o que devido ao alto custo do produto utilizado implicou num desembolso de R\$ 50,97,

demonstrando que por ser esta uma praga muito relacionada com desequilíbrios biológicos, o principal meio de seu controle deve ser baseado na utilização de inseticidas seletivos, principalmente nas fases iniciais da cultura (Barros *et al*, 2007).

Tabela 3. Manejo de pragas empregado na cultivar DeltaOpal© na safra 2006/2007. Datas das aplicações em dias após a emergência (Dae) e seus respectivos alvos (pragas) e índices de infestação, ingredientes ativos dos inseticidas/acaricidas utilizados, concentrações, formulações, dosagens e custo unitário (R\$). Custo da operação de pulverização e custo total de cada aplicação (Custo/ha). Maracaju, MS. 2010.

Dae	Alvo	Índice	Produtos			Dosagens (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Custo/ Unidade (R\$)	Custo da oper. de pulv. (R\$) <sup>1</sup>	Custo /ha (R\$)
			Ingrediente ativo	Conc.	Form.				
23	Pulgão	35%	Carbosulfano	400	SC	160	56	3,9	26,30
			Acetamiprido	200	PS	20	238,94	3,9	27,79
54	Lagarta-da- maçã	8%	Endossulfam	350	CE	700	12,39	3,9	28,68
			Diflubenzurom	250	PM	25	86,35	3,9	12,54
	Pulgão	34%	Carbosulfano	400	SC	160	56	2,6	25,00
73	Lagarta-da- maçã	6%	Endossulfam	350	CE	700	12,39	2,6	29,98
	Percevejos- migrantes	2/2 m						2,6	
96	Lagarta-da- maçã	12%	Betaciflutrina	125	SC	12,5	320	3,9	39,80
	Bicudo-do- algodoeiro	3						3,9	
99	Lagarta-da- maçã	12%	Parationa- metílica	600	CE	600	16	7,8	23,80
104	Lagarta-da- maçã	9%	Profenofós	500	CE	350	44,98	3,9	35,38
			Profenofós + Lufenúrom	500 + 50	CE	150 + 15	54,82	3,9	20,34
	Pulgão	38	Diafentiurom	500	PM	250	91,81	2,6	48,50
114	Lagarta-da- maçã	5%	Parationa- metílica	600	CE	600	16	2,6	21,20
	Bicudo-do- algodoeiro	4						2,6	
118	Ácaro- rajado	8	Abamectina	18	CE	9	94,14	3,9	50,97
	Percevejos- migrantes	2/2m	Metamidofós	600	SL	480	14,47	3,9	15,48
122	Bicudo-do- algodoeiro	5	Betaciflutrina	125	SC	12,5	320	7,8	39,80
130	Percevejos- migrantes	6	Parationa- metílica	600	CE	600	16	3,9	23,80
	Bicudo-do- algodoeiro	8						3,9	

<sup>1</sup>O custo da operação de pulverização com pulverizador de arrasto com 18 m de barra foi de R\$ 7,80.ha<sup>-1</sup>, o qual eventualmente foi dividido entre as pragas-alvo de cada pulverização.

Tabela 4. Produtos utilizados com suas respectivas dosagens, número de aplicações e custo por hectare o qual somado ao custo das operações de pulverização resultam no custo total de controle de cada praga na variedade DeltaOpal© na safra 2006/2007. Maracaju.MS. 2010.

Pragas ocorrentes	Produtos Utilizados	Dosagens (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Número de aplicações	Custo/ha (R\$)	Custo da oper. de pulv. (R\$/ha) <sup>1</sup>	Custo Total para cada praga (R\$)
Pulgão	Carbosulfano	160	2	44,8	6,5	127,59
	Acetamiprido	20	1	23,89	3,9	
	Diafentiurum	250	1	45,9	2,6	
Lagarta-da- maçã	Endossulfam	700	1,5	37,17	6,5	166,23
	Diflubenzurom	25	1	8,64	3,9	
	Betaciflutrina	12,5	0,5	16	3,9	
	Parationa-metflica	600	1,5	24	10,4	
	Profenofós	350	1	31,48	3,9	
	Profenofós+ Lufenurom	150 + 15	1	16,44	3,9	
Percevejos- migrantes	Endossulfam	700	0,5	12,39	2,6	42,36
	Metamidofós	480	1	11,57	3,9	
	Parationa-metflica	600	0,5	8	3,9	
Bicudo-do- algodoeiro	Betaciflutrina	12,5	1,5	48	11,7	82,20
	Parationa-metflica	600	1	16	6,5	
Ácaro-rajado	Abamectina	9	1	47,07	3,9	50,97
<b>Total</b>						<b>469,35</b>
<b>Custo da semente</b>	<b>R\$ 8,4/quilograma</b>	<b>14</b>		<b>117,19</b>		<b>117,19</b>
<b>Produtividade Alcançada</b>						<b>2418,75 kg/ha</b>
<b>Preço da @ de algodão em caroço</b>						<b>R\$ 14,43</b>
<b>Incentivo Fiscal</b>						<b>R\$ 202,00</b>

<sup>1</sup>O custo da operação de pulverização com pulverizador de arrasto com 18 m de barra foi de R\$ 7,80.ha<sup>-1</sup>, o qual eventualmente foi dividido entre as pragas-alvo de cada pulverização.

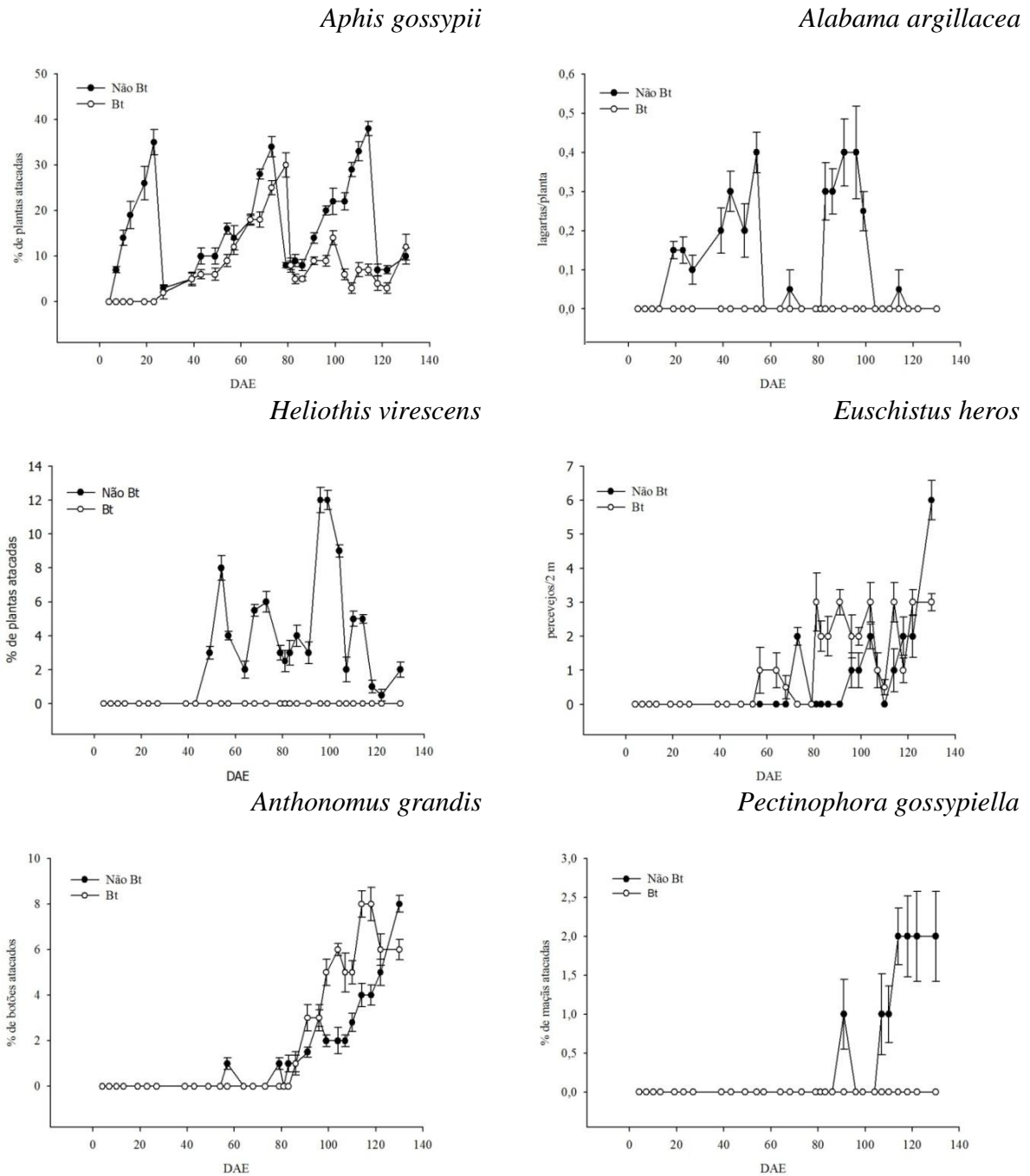


Figura 2. Médias  $\pm$  erro padrão da flutuação populacional de *A. gossypii*, *A. argillacea*, *H. virescens*, *E. heros*, *A. grandis* e *P. gossypiella* confrontando a cultivar não-Bt e Bt1 ao longo da safra 2006/2007. Maracaju, MS. 2010.

Constatou-se que em NuOpal®, na safra 2006/2007, em comparação a DeltaOpal®, não houve a ocorrência de quatro pragas: a lagarta curuquerê, a lagarta-da-maçã, a lagarta-rosada e o ácaro-rajado (Figura 3).

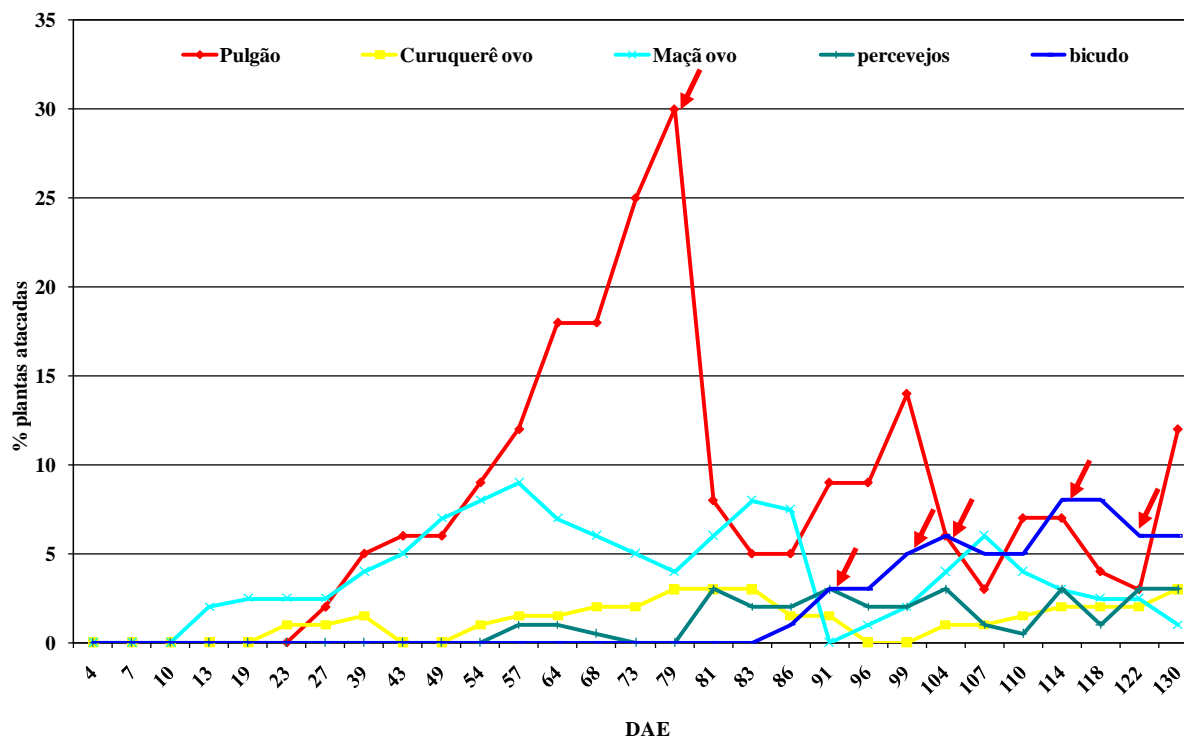


Figura 3. Flutuação populacional de *Aphis gossypii* (pulgões), ovos de *Alabama argillacea* (curuquerê) e de *Heliothis virescens* (lagarta-da-maçã), *Euschistus heros* (percevejos-migrantes) e de *Anthonomus grandis* (bicudo-do-algodoeiro) na variedade NuOpal® na safra 2006/2007 até os 130 dias após a emergência da cultura. Maracaju, MS. 2010. As setas indicam a ocorrência de pulverizações.

Com relação às três lagartas mencionadas anteriormente, a não ocorrência em NuOpal® está pautada diretamente com os efeitos da toxina Cry1Ac sobre lagartas neonatas destas espécies (Peck *et al*, 1999; Christou *et al*, 2006; Ali *et al*, 2006; Sousa *et al*, 2009). Considerando que na safra 2006/2007 na cultivar DeltaOpal® (não-Bt), dentre estas três espécies de lagartas apenas a lagarta-da-maçã atingiu níveis populacionais superiores ao dano econômico (Figura 2), constata-se que a não utilização de inseticidas para o seu controle

no algodão-Bt1 já foi suficiente para que houvesse uma redução de 2,49 kg de ingredientes ativos que haviam sido aplicados na cultivar não-Bt sendo que destes 98,6% foram de produtos pertencentes a inseticidas das classes toxicológicas II (altamente) ou I (extremamente tóxicas). Knox *et al* (2006) constataram uma redução de 64% na quantidade de ingredientes ativos utilizados em algodoeiros contendo as proteínas Cry1Ac e Cry2Ab em relação ao algodão convencional na Austrália.

Desta forma nota-se que a tecnologia do algodão-Bt1 pode implicar na redução das quantidades de ingredientes ativos de inseticidas utilizados no manejo de pragas desta cultura principalmente em regiões altamente infestadas pela lagarta-da-maçã impactando os custos de produção. Na Índia em regiões altamente infestadas pela lagarta-da-maçã os incrementos de rendimento chegaram a 80% (Qaim, 2003; Bennet *et al*, 2004; Morse *et al*, 2005). Boyd & Phipps (2005) observaram incremento de 16,6% no rendimento da variedade DP 50 BGI em comparação à sua isolínea DP 50 na safra 2002 nos EUA. Atribuindo este incremento à redução dos danos em estruturas reprodutivas causados pelo complexo de lagartas-da-maçã. Já na safra 2001 estes mesmos autores observaram que devido a uma menor ocorrência de *H. virescens* a produtividade da variedade convencional foi 8,1% maior em comparação à variedade Bt.

Entretanto, outras pragas-chaves não controladas pela tecnologia do algodão-Bt1 podem exigir aumentos significativos das quantidades de inseticidas para o seu controle. Um exemplo prático disto pode ser constatado no presente trabalho, uma vez que devido, provavelmente, a não utilização do endossulfam para o controle da lagarta-da-maçã na variedade NuOpal® , antes dos 80 dae da cultura, houve uma maior infestação de bicudo nesta cultivar atingindo elevados percentuais de botões atacados, mais precocemente que na cultivar não-Bt o que certamente implicou em reduções no potencial de produção da variedade NuOpal® (Tabela 5). Da mesma forma a infestação de percevejos-migrantes na variedade

“Bt1” foi mais intensa comparada a DeltaOpal©, exigindo mais pulverizações sem no entanto ter havido pleno sucesso em seu controle (Tabela 5).

Por outro lado se a não utilização de alguns inseticidas em determinadas fases da cultura especialmente nas iniciais podem implicar em maiores infestações de alguns grupos de pragas como o ocorrido para o bicudo e os percevejos-migrantes, a não utilização de inseticidas, geralmente os menos seletivos, nestas ocasiões, podem também resultar em efeitos benéficos. Na cultivar NuOpal©, por exemplo, houve a necessidade da realização da primeira pulverização para o pulgão-do-algodoeiro apenas aos 79 dae da cultura, momento em que as curvas da flutuação populacional da praga nas duas variedades atingiram níveis próximos entre si (Figura 2). Esta aplicação, inclusive, foi a única realizada para esta praga na safra 2006/2007 em NuOpal© contra três da variedade não-Bt (Tabela 5 e Figura 2). Esta hipótese torna-se ainda mais consistente quando levamos em consideração que o algodão-Bt1 que expressa a proteína Cry1Ac não causa alterações no ciclo de vida, sobrevivência, fecundidade e formação de colônias do pulgão *A. gossypii* em condições controladas, ou seja, sem a aplicação de inseticidas (Sujii *et al*, 2008). Fatos semelhantes podem explicar a não ocorrência de ácajo-rajado na cultivar “Bt1” devido à manutenção de equilíbrio biológico da cultura.

Sendo assim, mesmo tendo havido maior utilização de recursos para o controle dos percevejos-migrantes e do bicudo na cultivar NuOpal© e conseqüentemente maiores danos provocados por estas pragas, o balanço monetário entre o material “Bt” e não-Bt foi positivo para a tecnologia “Bt1” onde na variedade NuOpal© foram gastos R\$ 335,90 como custo total para o controle de pragas, já incluindo o valor das sementes com a tecnologia, contra os R\$ 469,35 gastos na variedade DeltaOpal© (Tabelas 4 e 6). Mesmo com a maior infestação de bicudo e percevejos-migrantes na NuOpal© a produtividade desta variedade foi maior que da DeltaOpal© resultando numa diferença de rendimento de 312,6 kg.ha<sup>-1</sup> (ou 20,84 @) conseqüência do ataque da lagarta-da-maçã na variedade não-Bt que aos 96 dae da



cultura chegou a atingir 12% de botões florais atacados contra a ausência total de danos desta praga no algodão-Bt1 (Figura 2).

Tabela 5. Manejo de pragas empregado na cultivar NuOpal© na safra 2006/2007. Datas das aplicações em dias após a emergência (Dae) e seus respectivos alvos (pragas) e índices de infestação, ingredientes ativos dos inseticidas/acaricidas utilizados, concentrações, formulações, dosagens e custo unitário (R\$). Custo da operação de pulverização e custo total de cada aplicação (Custo/ha). Maracaju, MS. 2010.

Dae	Alvo	Índice	Produtos			Dosagens (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Custo/ Unidade (R\$)	Custo da oper. de pulv. (R\$) <sup>1</sup>	Custo/ ha (R\$)
			Ingrediente ativo	Conc.	Form.				
79	Pulgão	30%	Carbosulfano	400	SC	160	56	3,9	26,30
			Acetamiprido	200	PS	20	238,94	3,9	27,79
91	Percevejos- migrantes	3/2 m	Esfenvalerato + Fenitrotiom	40 + 800	CE	24 + 480	60,83	3,9	44,30
	Bicudo-do- algodoeiro	3%						3,9	
99	Bicudo-do- algodoeiro	5%	Betaciflutrina	125	SC	12,5	320	7,8	39,8
104	Percevejos- migrantes	3/2 m	Betaciflutrina	125	SC	12,5	320	3,9	39,8
	Bicudo-do- algodoeiro	6%						3,9	
114	Percevejos- migrantes	3/2 m	Parationa- metílica	600	CE	600	16	3,9	23,8
	Bicudo-do- algodoeiro	8%						3,9	
122	Percevejos- migrantes	3/2 m	Parationa- metílica	600	CE	600	16	3,9	23,8
	Bicudo-do- algodoeiro	6%						3,9	

<sup>1</sup>O custo da operação de pulverização com pulverizador de arrasto com 18 m de barra foi de R\$ 7,80.ha<sup>-1</sup>, o qual eventualmente foi dividido entre as pragas-alvo de cada pulverização.

Tabela 6. Produtos utilizados com suas respectivas dosagens, número de aplicações e custo por hectare o qual somado ao custo das operações de pulverização resultam no custo total de controle de cada praga na variedade NuOpal© na safra 2006/2007. Maracaju.MS. 2010.

Pragas ocorrentes	Produtos Utilizados	Dosagens (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Número de aplicações	Custo/ha (R\$)	Custo da oper. de pulv. (R\$/ha) <sup>1</sup>	Custo Total para cada praga (R\$)
Pulgão	Carbosulfano	160	1	22,4	3,9	54,09
	Acetamiprido	20	1	23,89	3,9	
Percevejos -migrantes	Esfenvalerato + Fenitrotiom	24 + 480	0,5	18,25	3,9	65,85
	Betaciflutrina	12,5	0,5	16	3,9	
	Parationa-metfílica	600	1	16	7,8	
Bicudo-do-algodoeiro	Esfenvalerato + Fenitrotiom	24 + 480	0,5	18,25	3,9	105,65
	Betaciflutrina	12,5	1,5	48	11,7	
	Parationa-metfílica	600	1	16	7,8	
<b>Total</b>						<b>225,59</b>
<b>Custo da semente (R\$ 16,25/quilograma)</b>		<b>14</b>		<b>227,5</b>		<b>227,5</b>
<b>Custo Adicional da tec Bollgard</b>					<b>117,19 - 227,50 =</b>	<b>110,31</b>
<b>Custo Total para controle de pragas</b>					<b>225,59 + 110,31 =</b>	<b>335,9</b>
<b>Produtividade Alcançada</b>						<b>2731,35 kg/ha</b>
<b>Preço da @ de algodão em caroço</b>						<b>R\$ 14,43</b>
<b>Incentivo Fiscal</b>						<b>R\$ 202,00</b>

<sup>1</sup>O custo da operação de pulverização com pulverizador de arrasto com 18 m de barra foi de R\$ 7,80.ha<sup>-1</sup>, o qual eventualmente foi dividido entre as pragas-alvo de cada pulverização.

Na safra 2007/2008 não houve a ocorrência de ácaro-rajado na cultivar convencional DeltaOpal©, em contrapartida houve o aparecimento da lagarta-spodoptera (*S. frugiperda*), e maiores infestações de curuquerê e lagarta-rosada exigindo a realização de aplicações de inseticidas para o controle destes lepidópteros, fatos não ocorridos na safra 2006/2007 (Figura 4). Esta condição pode estar relacionada com o maior número de períodos mais longos sem a ocorrência de chuvas na área experimental na segunda safra de avaliação do estudo (Figura 7), o que favoreceria a maior ocorrência de lagartas.

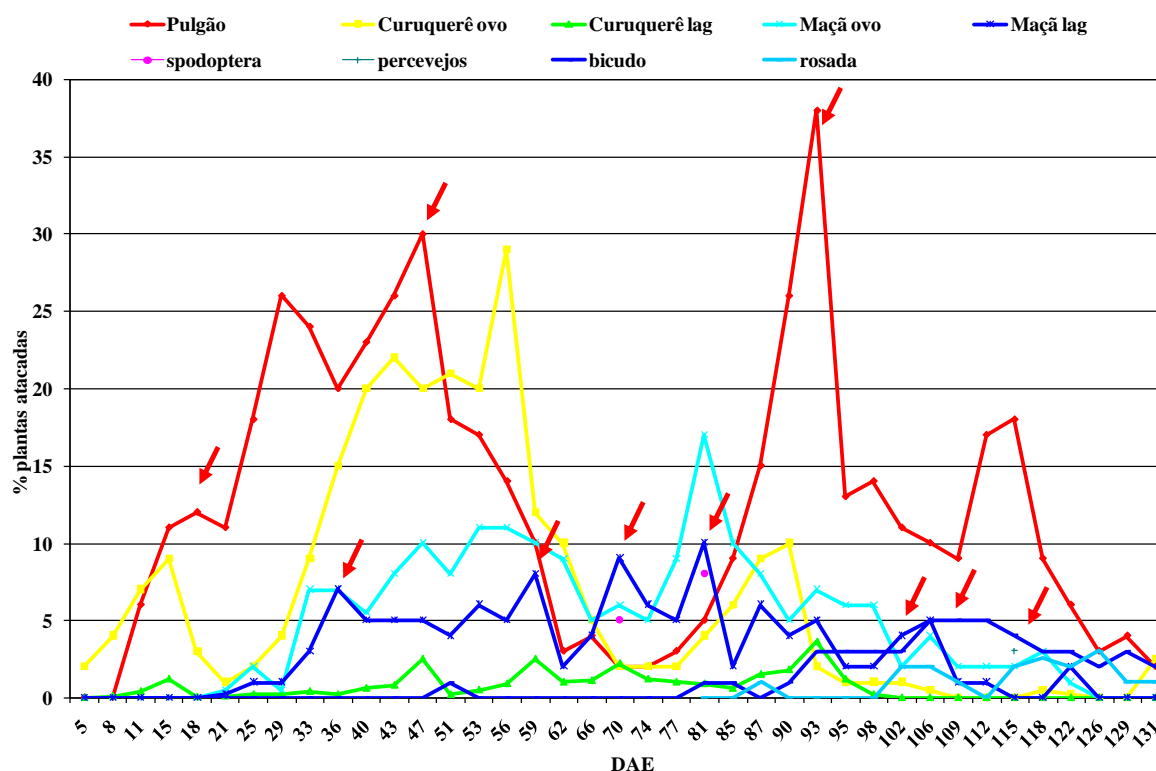


Figura 4. Flutuação populacional de *Aphis gossypii* (pulgões), ovos e lagartas de *Alabama argillacea* (curuquerê), ovos e lagartas de *Heliothis virescens* (lagarta-da-maçã), *Spodoptera frugiperda* (lagarta-spodoptera), *Euschistus heros* (percevejos-migrantes), *Anthonomus grandis* (bicudo-do-algodoeiro) e *Pectinophora gossypiella* (lagarta-rosada) na variedade DeltaOpal© na safra 2007/2008 até os 131 dias após a emergência da cultura. Maracaju, MS. As setas indicam a ocorrência de pulverizações. A curva de flutuação de curuquerê corresponde ao número de lagartas/plantas.

Contudo, o número total de pulverizações de inseticidas na cultivar DeltaOpal© na safra 2007/2008 foi o mesmo da safra anterior, num total de dez aplicações (Tabela 7). Desta forma, na safra 2007/2008 a primeira aplicação foi realizada objetivando o controle de uma infestação de 1,2 lagartas de curuquerê por planta as quais estavam provocando desfolha considerável na cultura, o que implicou na necessidade de já aos 15 dae da utilização de um organofosforado (metamidofós) em mistura com uma benzoiluréia (novalurom) para redução desta população, uma vez que na safra anterior a utilização de produtos menos seletivos só havia sido necessária aos 54 dae. Em função da maior infestação

de curuquerê na variedade DeltaOpal© na safra 2007/2008 o número de aplicações para o controle desta lagarta foi de cinco vezes, tendo sido utilizados cinco diferentes ingredientes ativos para o manejo desta praga com custo total de R\$ 97,76 (Tabela 8). Nesta safra foi possível observar a alta eficácia da tecnologia “Bt1” sobre o curuquerê-do-algodoeiro, onde não foram encontradas lagartas desta espécie (Figura 5).

Paralelamente, na safra 2007/2008, houve maior infestação da lagarta-rosada que por sua vez justificou a realização de três aplicações com inseticidas piretróides para o seu controle na fase final do ciclo da cultura, a partir dos 102 dae (Tabela 7). Estas aplicações custaram R\$ 58,21 representando mais um custo no controle de pragas da DeltaOpal© que não havia incidido na safra anterior (Tabela 8).

Para a lagarta-rosada, à semelhança do ocorrido para o curuquerê, constatou-se a ausência de danos provocados pela praga no algodão-Bt1, no entanto a baixa incidência desta lagarta na área experimental nas duas safras de cultivo não permitiu a conclusão definitiva sobre a eficácia do algodão-Bt1 em controlá-la (Figura 5).

Com relação à lagarta-da-maçã foram realizadas seis pulverizações alvejando o seu controle na variedade não-Bt, à semelhança da safra 2006/2007, entretanto o início das aplicações para o controle desta praga em 2007/2008 se deu mais precocemente e com a realização do controle sobre lagartas recém eclodidas configurando melhor resultado do controle obtido pelo endossulfam a 700 g i.a.ha<sup>-1</sup> aos 36 dae, haja vista a experiência obtida na safra anterior, quando da primeira aplicação para o controle da lagarta-da-maçã, aos 54 dae, já havia a presença de lagartas a partir do segundo ínstar, acarretando em falhas no controle e em perdas de produtividade. Sendo assim na safra 2007/2008 o controle da lagarta-da-maçã custou R\$ 109,03, R\$ 57,20 a menos que na primeira safra, devido a utilização de produtos mais baratos, passando de seis para três o número de ingredientes ativos diferentes, utilizados no manejo desta praga (Tabela 8). Mais uma vez nesta safra o algodão-Bt1 mostrou-se altamente eficaz sobre *H. virescens* (Figura 5).

Como a safra 2007/2008 demonstrou-se mais propícia ao desenvolvimento de lagartas, com relação à *spodoptera* também houve maior infestação em comparação à safra anterior vindo a atingir percentuais de plantas atacadas aos 70 dae de 5% e aos 81 dae de 8% na variedade não-Bt, níveis estes que somados aos danos provocados pela lagarta-da-maçã chegaram a 18% de plantas atacadas (Tabela 7). Desta forma os danos provocados por lagartas destruidoras de estruturas reprodutivas do algodoeiro como botões florais, flores e maçãs representam um grande limitador para se alcançar elevadas produtividade de algodão no Centro Sul do Mato Grosso do Sul, haja vista que mesmo com a utilização intensiva de inseticidas para o controle destas pragas os prejuízos por elas causados afetam diretamente fatores determinantes da produtividade maximizando seu potencial de dano.

Também em função deste grande potencial de dano provocado pelas lagartas destruidoras de estruturas reprodutivas, e em virtude da dificuldade de controle observada na safra anterior, a primeira aplicação para o controle do bicudo-do-algodoeiro foi antecipada para o nível de 1% de botões florais atacados na safra 2007/2008 na DeltaOpal© tendo sido realizada aos 81 dae, culminando em um total de cinco aplicações e a utilização de três diferentes moléculas inseticidas, com gasto total de R\$ 77,98 (Tabela 8).

Provavelmente ainda devido às aplicações mais precoces de endossulfam na DeltaOpal© na segunda safra do estudo, a primeira aplicação para o controle de pulgões se deu somente aos 47 dae, 24 dias mais tarde em comparação com a safra anterior culminando com uma segunda aplicação somente aos 93 dae momento em que a população do afídeo chegou a atingir 38% de plantas atacadas (Tabela 7). Com isto foram realizadas ao todo duas aplicações para o pulgão-do-algodoeiro na DeltaOpal© em 2007/2008 gerando um custo de controle de R\$ 95,93.

Por fim o manejo de pragas na cultivar DeltaOpal© na safra 2007/2008 culminou com apenas uma pulverização direcionada para o controle de percevejos-migrantes, fato que pode estar relacionado aos efeitos paralelos de controle de outras pulverizações que

alvejavam diminuir as populações de outras pragas mas cujos produtos utilizados apresentavam efeito sobre estes percevejos, como é o caso dos inseticidas endossulfam, acetamiprido, parationa-metfílica, esfenvalerato e betaciflutrina (Tabela 8).

Já na variedade NuOpal©, o curuquerê, a lagarta-da-maçã e a lagarta-rosada, na safra 2007/2008, não atingiram populações significativas (Figura 6). Com isto a diversidade de espécies de pragas causadoras de problemas na variedade “Bt1” foi reduzida de sete, presentes na variedade DeltaOpal©, para apenas quatro, dentre estas apenas uma da ordem lepidóptera, a lagarta-spodoptera (Figura 5).

À semelhança do ocorrido na variedade DeltaOpal©, na cultivar NuOpal©, em 2007/2008, houve a infestação das parcelas por lagartas de *S. frugiperda*, vindo a atingir 4% de plantas atacadas aos 87 dae (Tabela 9). Em contra partida, como mencionado anteriormente, o maior percentual de plantas com a presença desta lagarta na variedade DeltaOpal©, nesta mesma safra, foi de 8% aos 81 dae (Figura 5). Isto pode ser explicado por algum efeito de supressão que o material “Bt1” possa ter sobre a lagarta spodoptera, haja vista que na variedade DeltaOpal© mesmo com a utilização de inseticidas eficazes para o controle desta espécie, dentre eles 1,5 aplicação de profenofós + lufenurom, ocorreu maior infestação desta lagarta em comparação à NuOpal©, que por sua vez recebeu menor número de aplicações com estes inseticidas (Tabela 10).

No entanto este fato não é corroborado com outros estudos publicados, principalmente quando realizados em laboratório (Siqueira & Miranda, 2009; Siqueira *et al*, 2009). Por apresentar em seu genótipo somente os genes que expressam a proteína Cry1Ac o algodão-Bt1 pode apresentar falhas de controle sobre algumas espécies de lagartas que atacam a cultura, além de *S. frugiperda*, como *Pseudoplusia includens* Walker, 1857 (Lepdoptera: Noctuidae) (Sivasupramaniam *et al*, 2008; Tindall *et al*, 2009), associado a isto, a eficácia destas toxinas pode ser afetada por variações nos níveis de expressão das proteínas em diferentes estruturas das plantas (Adamczyk *et al*, 2008). Como por exemplo, a expressão de

menores concentrações de proteínas de “Bt” nas estruturas reprodutivas das plantas, principalmente nas flores abertas, onde em condições de campo é relativamente comum a presença de lagartas de *S. frugiperda* se alimentando de pólen.

Os níveis populacionais do pulgão-do-algodoeiro na variedade NuOpal© se assemelharam em algumas avaliações aos índices constatados na DeltaOpal© (Figura 5). Embora o algodão-Bt1 não apresente efeitos deletérios sobre a biologia do pulgão, são notórios os efeitos benéficos da utilização desta tecnologia na manutenção de níveis populacionais mais baixos deste afídeo na variedade “Bt1”, provavelmente em função da preservação do equilíbrio biológico na cultura favorecido pela não utilização de inseticidas menos seletivos aos inimigos naturais nas fases iniciais do cultivo.

Observou-se ainda que aos 102 dae a população de percevejos-migrantes na cultivar NuOpal© atingiu o nível de quatro indivíduos em dois metros lineares (4 percevejos por batida de pano) justificando neste momento a aplicação de 600 g de parationa-metflica por hectare com custo de R\$ 19,89 (Tabelas 9 e 10). Comportamento semelhante ao observado na cultivar DeltaOpal©, onde houve a necessidade de intervenção para o controle desta praga apenas aos 115 dae o que em ambos os casos está relacionado com a colheita de soja precoce na região (Figura 5).

Por fim, na safra 2007/2008 evidencia-se o fato de que em cultivos de algodão-Bt1 no Centro Sul de Mato Grosso do Sul a principal praga a ser manejada é o bicudo, que neste caso já aos 36 dae começou a ser controlado mesmo com a presença de apenas 0,2% de botões florais atacados, fato que é justificável devido a grande dificuldade de controle deste curculionídeo. Um exemplo disto foi o ocorrido na variedade NuOpal© na safra 2006/2007, uma vez que naquela ocasião, aos 91 dae, e com 3% de botões atacados, as baterias de pulverização com piretróides e organofosforados não impediram o crescimento populacional da praga chegando a 8% de botões atacados aos 114 dae, o que para a produção de algodão de alto investimento está acima do nível tolerado. Em função deste aprendizado, na safra

2007/2008 a infestação de bicudo foi mantida ao redor de 1% de botões atacados até os 81 dae (Tabela 9). Isto porque como no algodão-Bt1 não há os danos provocados pela lagarta-damaçã é fundamental que se controle o máximo possível o bicudo para que o benefício da preservação destas estruturas reprodutivas proporcionada pela tecnologia “Bt1” se expresse em maior produtividade, haja vista a ausência de controle desta praga por parte do algodão-Bt1, fato comprovado pela flutuação populacional deste inseto ter apresentado, em vários momentos do ciclo da cultura, níveis populacionais iguais ou maiores aos observados na cultivar não-Bt (Figura 5).

Sendo assim ao longo do ciclo da variedade NuOpal© na safra 2007/2008 foram realizadas seis pulverizações para o controle do bicudo-do-algodoeiro a um custo de R\$ 201,25, R\$ 123,27 a mais que o custo de controle desta praga na variedade não-Bt, fato explicado pelo maior número de pulverizações de inseticidas específicos para o bicudo na variedade NuOpal© e também devido ao fato de que na variedade resistente às lagartas não ocorre a divisão dos custos de utilização dos inseticidas que controlam tanto os lepidópteros quanto o bicudo, como por exemplo o endossulfam, determinando que os custo de certas aplicações na variedade “Bt1” seja todo justificado por uma única praga, neste caso específico o bicudo (Tabela 10).

Fazendo-se um balanço da safra 2007/2008 quanto ao manejo integrado de pragas nas duas variedades em estudo observa-se que na variedade DeltaOpal© houve uma despesa com o controle de pragas de R\$ 486,79 contra R\$ 442,96 na variedade NuOpal©, uma diferença nos custos bem menor em favor à variedade “Bt1” que o observado na safra anterior. Além da diminuição da diferença entre os custos de controle de pragas nas duas variedades, a diferença entre as produtividades do algodão-Bt1 e não-Bt também foi menor na safra 2007/2008 tendo sido de apenas 93,3 kg.ha<sup>-1</sup> (6,22 @.ha<sup>-1</sup>) em favor do material transgênico (Tabela 8 e 10).



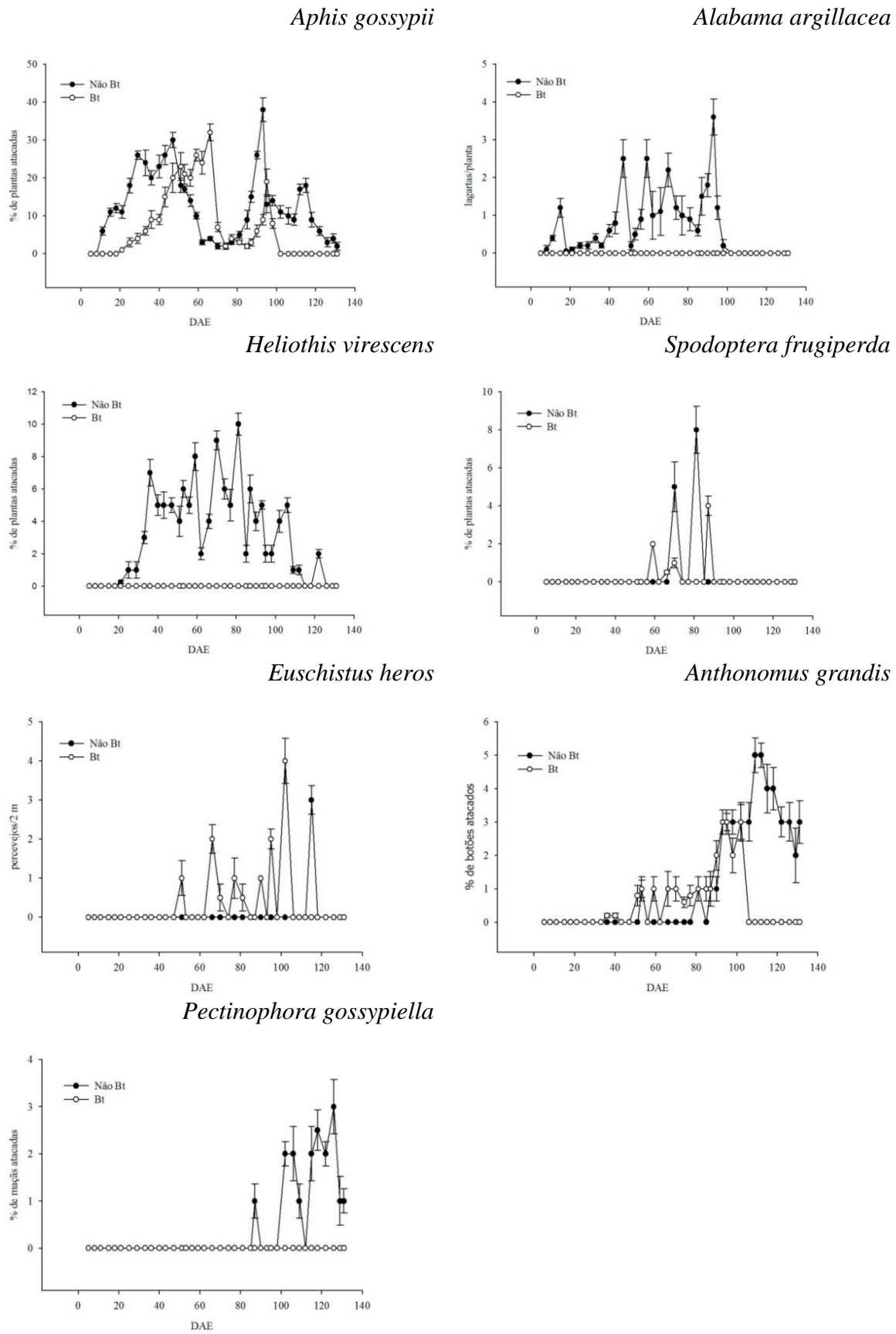


Figura 5. Médias  $\pm$  erro padrão da flutuação populacional de *A. gossypii*, *A. argillacea*, *H. virescens*, *E. heros*, *S. frugiperda*, *A. grandis* e *P. gossypiella* confrontando a cultivar não-Bt e “Bt1” ao longo da safra 2007/2008. Maracaju, MS. 2010.

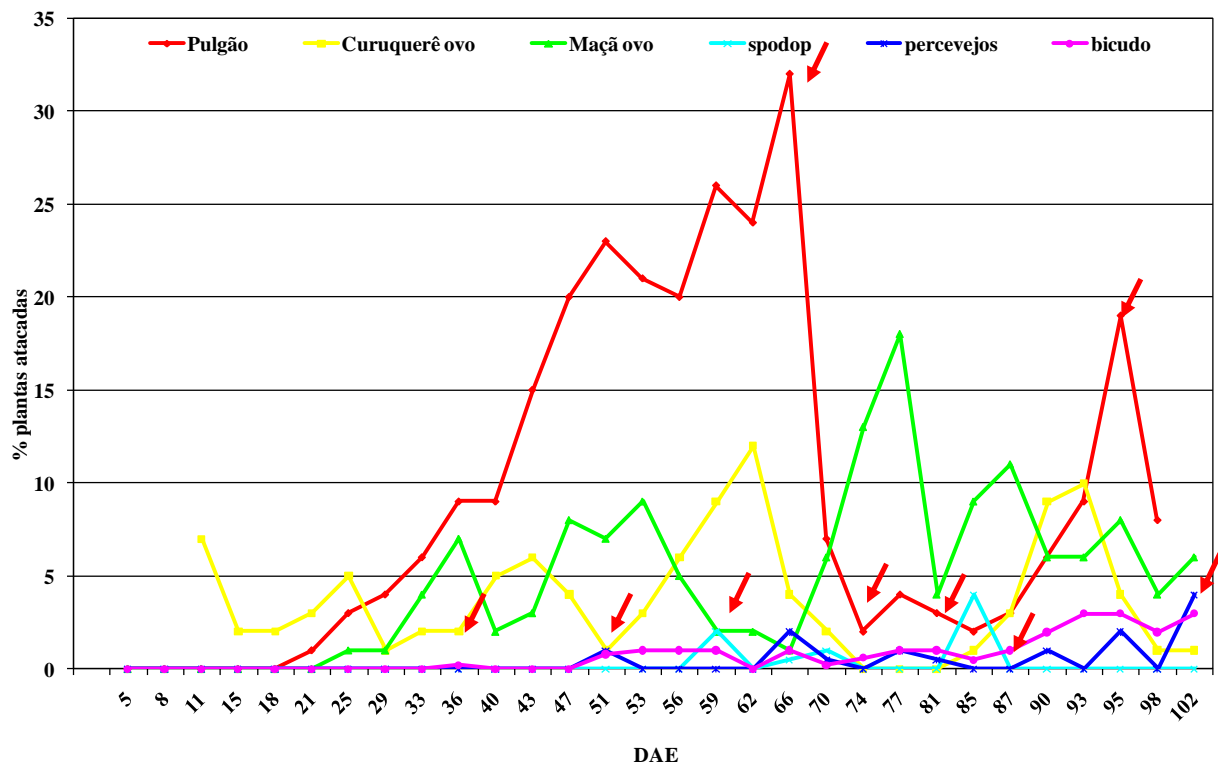


Figura 6. Flutuação populacional de *Aphis gossypii* (pulgões), ovos de *Alabama argillacea* (curuquerê) e *Heliothis virescens* (lagarta-da-maçã), *Spodoptera frugiperda* (lagarta-spodoptera), *Euschistus heros* (percevejos-migrantes) e de *Anthonomus grandis* (bicudo-do-algodoeiro) na área experimental na variedade NuOpal© na safra 2007/2008 até os 131 dias após a emergência da cultura. Maracaju, MS. 2010. As setas indicam a ocorrência de pulverizações.

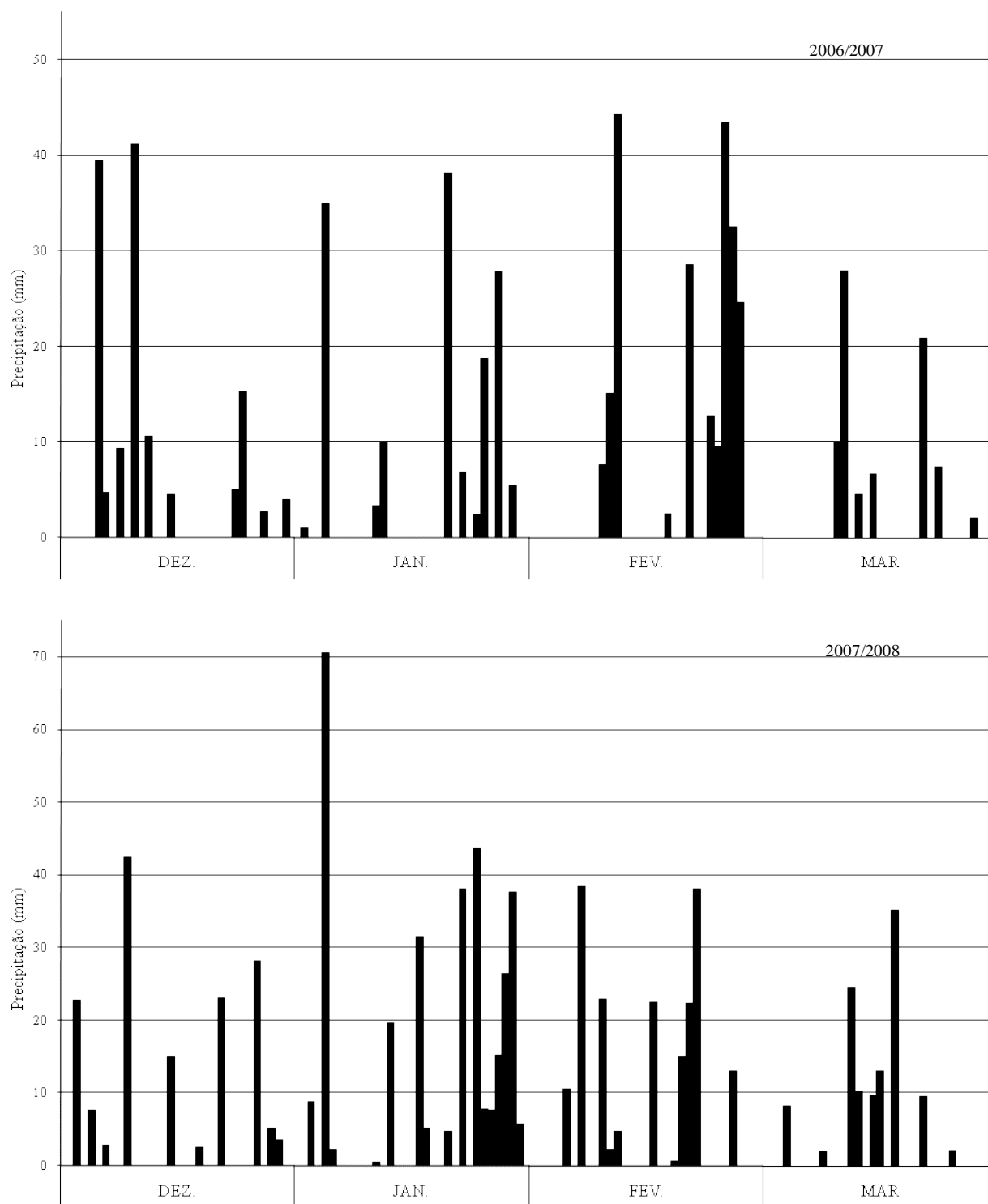


Figura 7. Precipitação pluviométrica na área experimental no período de execução dos trabalhos. Dezembro de 2006 e 2007 e janeiro, fevereiro e março de 2007 e 2008 respectivamente. Maracaju, MS. 2010.

Tabela 7. Manejo de pragas empregado na cultivar DeltaOpal© na safra 2007/2008. Datas das aplicações em dias após a emergência (Dae) e seus respectivos alvos (pragas) e índices de infestação, ingredientes ativos dos inseticidas/acaricidas utilizados, concentrações, formulações, dosagens e custo unitário (R\$). Custo da operação de pulverização e custo total de cada aplicação (Custo/ha). Maracaju, MS. 2010.

Dae	Alvo	Índice	Produtos			Dosagens (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Custo/ Unidade (R\$)	Custo da oper. de pulv. (R\$) <sup>1</sup>	Custo/ ha (R\$)
			Ingrediente ativo	Conc.	Form.				
15	Curuquerê	1,2/pl.	Metamidofós	600	SL	480	12,6	3,83	13,91
			Novalurom	100	CE	15	80	3,83	15,83
36	Lagarta-da-maçã	7%	Endossulfam	350	CE	700	10,54	7,66	28,74
47	Pulgão	30%	Carbosulfano	400	SC	160	55	1,91	23,91
			Acetamiprido	200	PS	20	232	1,91	25,11
	Curuquerê	2,5/pl.	Cartap	500	PS	150	31,2	1,91	11,27
	Lagarta-da-maçã	5%	Novalurom	100	CE	20	80	1,91	17,91
59	Curuquerê	2,5/pl.	Profenofós + Lufenurom	500 + 50	CE	150 + 15	67	3,83	23,93
	Lagarta-da-maçã	8%	Endossulfam	350	CE	700	10,54	3,83	24,91
70	Curuquerê	2,2/pl.	Profenofós + Lufenurom	500 + 50	CE	150 + 15	67	2,55	25,2
	Spodoptera	5%						2,55	
	Lagarta-da-maçã	9%	Endossulfam	350	CE	700	10,54	2,55	23,63
81	Lagarta-da-maçã	10%	Parationa- metílica	600	CE	600	12,23	2,55	14,78
	Spodoptera	8%	Profenofós + Lufenurom	500 + 50	CE	150 + 15	67	2,55	22,65
	Bicudo-do- algodoeiro	1%	Esfenvalerato	150	SC	24	57,51	2,55	11,75
	Pulgão	38%	Diafentiurom	500	PM	250	90	1,91	46,91
93	Curuquerê	3,6/pl.	Cartap	500	PS	150	31,2	1,91	11,27
	Lagarta-da-maçã	5%	Parationa- metílica	600	CE	600	12,23	1,91	16,05
	Bicudo-do- algodoeiro	3%						1,91	
102	Bicudo-do- algodoeiro	3%	Betaciflutrina	125	SC	12,5	320	3,83	39,66
	Lagarta rosada	2%						3,83	
109	Bicudo-do- algodoeiro	5%	Betaciflutrina	125	SC	12,5	320	3,83	39,66
	Lagarta rosada	1%						3,83	
115	Bicudo-do- algodoeiro	4%	Betaciflutrina	125	SC	12,5	320	2,55	37,1
	Lagarta rosada	2%						2,55	
	Percevejos- migrantes	3/2m	Metamidofós	600	SL	480	12,6	2,55	12,63

<sup>1</sup>O custo da operação de pulverização com pulverizador de arrasto com 18 m de barra foi de R\$ 7,66.ha<sup>-1</sup>, o qual eventualmente foi dividido entre as pragas-alvo de cada pulverização.

Tabela 8. Produtos utilizados com suas respectivas dosagens, número de aplicações e custo por hectare o qual somado ao custo das operações de pulverização resultam no custo total de controle de cada praga na variedade DeltaOpal© na safra 2007/2008. Maracaju.MS. 2010.

Pragas ocorrentes	Produtos Utilizados	Dosagens (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Número de aplicações	Custo/ha (R\$)	Custo da oper. de pulv. (R\$/ha) <sup>1</sup>	Custo Total para cada praga (R\$)
Pulgão	Carbosulfano	160	1	22	1,91	95,93
	Acetamiprido	20	1	23,2	1,91	
	Diafentiurom	250	1	45	1,91	
Lagarta- da-maçã	Endossulfam	700	3	63,24	14,04	109,03
	Novalurom	20	0,5	8	0,95	
	Parationa-metílica	600	1,5	18,34	4,46	
Curuquerê	Metamidofós	480	1	10,08	3,83	97,76
	Novalurom	15	1	12	3,83	
	Novalurom	20	0,5	8	0,95	
	Cartap	150	2	18,72	3,82	
	Profenofós + Lufenurum	150 + 15	1,5	30,15	6,38	
Spodoptera	Profenofós + Lufenuron	150 + 15	1,5	30,15	5,1	35,25
Bicudo-do- algodoeiro	Esfenvalerato	24	1	9,2	2,55	77,98
	Parationa-metílica	600	0,5	6,11	1,91	
	Betaciflutrina	12,5	1,5	48	10,21	
Lagarta rosada	Betaciflutrina	12,5	1,5	48	10,21	58,21
Percevejos -migrantes	Metamidofós	480	1	10,08	2,55	12,63
<b>Total</b>						486,79
<b>Custo da semente (R\$ 8,8/quilograma)</b>		14		123,2		123,2
<b>Produtividade Alcançada</b>						2716,8 kg/ha
<b>Preço da @ de algodão em caroço</b>						R\$ 14,60

<sup>1</sup>O custo da operação de pulverização com pulverizador de arrasto com 18 m de barra foi de R\$ 7,66.ha<sup>-1</sup>, o qual eventualmente foi dividido entre as pragas-alvo de cada pulverização.

Tabela 9. Manejo de pragas empregado na cultivar NuOpal© na safra 2007/2008. Datas das aplicações em dias após a emergência (Dae) e seus respectivos alvos (pragas) e índices de infestação, ingredientes ativos dos inseticidas/acaricidas utilizados, concentrações, formulações, dosagens e custo unitário (R\$). Custo da operação de pulverização e custo total de cada aplicação (Custo/ha). Maracaju, MS. 2010.

Dae	Alvo	Índice	Produtos			Dosagens (g i. a.ha <sup>-1</sup> )	Custo/ Unidade (R\$)	Custo da oper. de pulv. (R\$) <sup>1</sup>	Custo/ ha (R\$)
			Ingrediente ativo	Conc.	Form.				
36	Bicudo-do- algodoeiro	0,2%	Endossulfam	350	CE	700	10,54	7,66	28,74
51	Bicudo-do- algodoeiro	0,8%	Endossulfam	350	CE	700	10,54	7,66	28,74
59	Bicudo-do- algodoeiro	1%	Endossulfam	350	CE	700	10,54	3,83	24,91
	Spodoptera	2%	Profenofós + Lufenurom	500 + 50	CE	150 + 15	67	3,83	23,93
66	Pulgão	32%	Carbosulfano	400	SC	160	55	1,91	23,91
			Acetamiprido	200	PS	20	232	1,91	25,11
	Bicudo-do- algodoeiro	1%	Endossulfam	350	CE	700	10,54	3,83	24,91
74	Bicudo-do- algodoeiro	0,6%	Parationa- metílica	600	CE	600	12,23	7,66	19,89
81	Bicudo-do- algodoeiro	1%	Esfenvalerato + Fenitrotiom	40 + 800	CE	24 + 480	50,95	7,66	38,23
87	Spodoptera	4%	Lufenurom	50	CE	15	55,95	7,66	24,45
	Pulgão	19%	Diafentiurom	500	PS	250	90	3,83	48,83
95	Bicudo-do- algodoeiro	3%	Betaciflutrina	125	SC	12,5	320	3,83	35,83
102	Perecevejos migrantes	4/2 m	Parationa- metílica	600	CE	600	12,13	7,66	19,79

<sup>1</sup>O custo da operação de pulverização com pulverizador de arrasto com 18 m de barra foi de R\$ 7,66.ha<sup>-1</sup>, o qual eventualmente foi dividido entre as pragas-alvo de cada pulverização.

Tabela 10. Produtos utilizados com suas respectivas dosagens, número de aplicações e custo por hectare o qual somado ao custo das operações de pulverização resultam no custo total de controle de cada praga na variedade NuOpal© na safra 2007/2008. Maracaju.MS. 2010.

Pragas ocorrentes	Produtos Utilizados	Dosagens (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Número de aplicações	Custo/ha (R\$)	Custo da operação de aplicação (R\$/ha) <sup>1</sup>	Custo Total para cada praga (R\$)
Pulgão	Carbosulfano	160	1	22	1,91	97,85
	Acetamiprido	20	1	23,2	1,91	
	Diafentiurom	250	1	45	3,83	
Spodoptera	Profenofós + Lufenurum	150 + 15	1	20,1	3,83	48,37
	Lufenurum	15	1	16,78	7,66	
Bicudo-do-algodoeiro	Endossulfam	700	4	84,32	22,98	201,25
	Parationa-metflica	600	1	12,23	7,66	
	Esfenvalerato + Fenitrotiom	24 + 480	1	30,57	7,66	
Percevejos-migrantes	Betaciflutrina	12,5	1	32	3,83	19,89
	Parationa-metflica	600	1	12,23	7,66	
<b>Total</b>						367,36
<b>Custo da semente (R\$ 14,20/quilograma)</b>		14		198,8		R\$ 198,80
<b>Custo Adicional da tec Bollgard</b>					198,80 - 123,20 =	75,6
<b>Custo Total para controle de pragas</b>					367,36 + 75,6 =	442,96
<b>Produtividade Alcançada</b>						2810,1 kg/ha
<b>Preço da @ de algodão em caroço</b>						14,6

<sup>1</sup>O custo da operação de pulverização com pulverizador de arrasto com 18 m de barra foi de R\$ 7,66.ha<sup>-1</sup>, o qual eventualmente foi dividido entre as pragas-alvo de cada pulverização.

Verifica-se então que na safra 2006/2007 houve um lucro líquido em favor da tecnologia do algodão-Bt1 de R\$ 434,18.ha<sup>-1</sup> em relação a variedade não-Bt, incluindo a redução nos custos de controle e a produtividade adicional obtida com o material resistente (Tabela 4). Já na safra 2007/2008 o lucro líquido em favor da variedade “Bt1” foi de R\$ 135,12.ha<sup>-1</sup> diferença menor devido ao maior custo de controle com o bicudo na segunda safra mas principalmente pela realização de um controle mais eficiente da lagarta-da-maçã na variedade não-Bt, o que resultou em maior produtividade desta cultivar em relação à safra anterior. Desta forma o impacto econômico do algodão-Bt1 foi positivo no Centro Sul do Mato Grosso do Sul. Isto corrobora com resultados obtidos em várias regiões da África, por exemplo, onde houve um incremento médio do rendimento da produção de algodão de 20% a 25% com redução de 66% nos custos de controle de pragas, acarretando em um aumento médio da renda dos produtores de U\$ 137,00.ha<sup>-1</sup> (Hofs *et al*, 2006; Vitale *et al*, 2007 ). Já na

Índia a adoção do algodão Bt aumentou a remuneração do trabalho contribuindo para a redução da pobreza e para o desenvolvimento rural (Subramanian & Qaim, 2010).

Este contexto demonstra que em função da carência de recursos e tecnologia a adoção do algodão Bt em países em desenvolvimento pode proporcionar maiores benefícios em comparação aos países desenvolvidos que foram os primeiros a se utilizar desta ferramenta (Barfoot & Brookes, 2007; Anderson *et al*, 2008).

No caso específico do Brasil, os benefícios da tecnologia “Bt1” através da toxina Cry1Ac são diretamente dependentes da coexistência de duas pragas-chaves, a lagarta-da-maçã e o bicudo-do-algodoeiro. Sendo a primeira determinante para a ocorrência de grandes prejuízos em lavouras de algodão não-Bt o que por outro lado torna a tecnologia “Bt1” extremamente atrativa principalmente no que diz respeito à diminuição dos riscos de perda. Entretanto, em cultivares resistentes a esta lagarta e que por consequência não requerem a utilização de alguns inseticidas para o seu controle, os quais em muitos casos apresentam eficácia também sobre o bicudo, pode haver a ocorrência de maiores índices de infestação deste curculionídeo o que devido ao fato de serem pragas que atacam as mesmas estruturas das plantas, resultaria na minimização dos benefícios proporcionadas pela tecnologia do algodão-Bt1.



## 5. CONCLUSÕES

O algodoeiro geneticamente modificado (Bt1), que expressa a toxina Cry1Ac, mostrou-se eficaz no controle da lagarta-da-maçã do algodoeiro *Heliothis virescens* e da lagarta curuquerê-do-algodoeiro *Alabama argillacea* em comparação a sua isolínea não-Bt;

O algodoeiro geneticamente modificado (Bt1) não apresentou efeitos deletérios para pragas não-alvo ocorrentes, como o pulgão *Aphis gossypii*, o bicudo *Anthonomus grandis* e os percevejos-migrantes *Euschistus heros*;

A lagarta-spodoptera *Spodoptera frugiperda* não foi controlada satisfatoriamente pela toxina Cry1Ac expressa no algodoeiro geneticamente modificado (Bt1);

Em função do controle exercido sobre *H. virescens* e *A. argillacea*, o algodoeiro geneticamente modificado (Bt1) demonstrou viabilidade econômica para adoção prática a campo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMCZYK J. R. J.; ADAMS, L.C.; HARDEE, D. D. Field efficacy and seasonal expression profiles for terminal leaves of single and double *Bacillus thuringiensis* toxin cotton genotypes. *Journal of Economic Entomology*, v. 6, n. 94, p. 1589-1593, 2001.

ADAMCZYK, J. J., S. GREENBERG, J. S. ARMSTRONG, W. MULLINS, L. B. BRAXTON, R. B. LASSITER, M. WILLRICH-SIEBERT, AND R. LASSITER. Evaluation of Bollgard II and WideStrike technologies against beet and fall armyworms in south Texas,. *In* P. Dugger and D. A. Richter (eds.), *Proceedings of the 2008 beltwide cotton conference*, v. 2, p. 1049-1059, 2008.

ALI, M.I.; LUTTRELL, R. G.; YOUNG III, S. Y. Susceptibilities of *Helicoverpa zea* and *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) populations to Cry1Ac insecticidal protein. *Journal of Economic Entomology*, v. 99, n.1, p.164-175, 2006.

ANDERSON, K.; VALENZUELA, E.; JACKYSON, L. A. Recent and Prospective Adoption of Genetically Modified Cotton: A Global Computable General Equilibrium Analysis of Economic Impacts. *Economic Development and Cultural Change*, v. 56, n. 2, p. 265-296, 2008.

BARFOOT, P. & BROOKES, G. Global impact of biotech crops: Socio-economic and environmental effects, 1996-2006. *AgBioForum*, n.11, v.1, p. 21-38. 2007.

BARROS, R.; DEGRANDE, P. E.; SORIA, M. F.; RIBEIRO, J. S. F. Desequilíbrio biológico do ácaro-rajado *Tetranychus urticae* Koch 1836 (Acari: Tetranychidae) após aplicações de inseticidas em algodoeiro. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.74, n.2, p.171-174, 2007.

BENNETT, R.M., ISMAEL, Y., KAMBHAMPATI, U., & MORSE, S. Economic impact of genetically modified cotton in India. *AgBioForum*, v. 7, n.3, p. 96-100, 2004.

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

BROCH, D. L. & PEDROSO, R. *Custo de produção da cultura da soja*. In: Tecnologia e produção: Soja e Milho 2006/2007. Maracaju, FUNDAÇÃO MS, 184 p. 2007.

BROCH, D. L. & PEDROSO, R. *Custo de produção da cultura da soja*. In: Tecnologia e produção: Soja e Milho 2007/2008. Maracaju, FUNDAÇÃO MS, 200 p. 2008.

BOYD, M., & PHIPPS, B. *Cotton insect management guide—2005*. Columbia: University of Missouri, 13 p. 2005.

CARRIÈRE, Y.; DENNEHY, T. J.; PEDERSEN, B.; HALLER, S.; ELLERS-KIRK, C.; ANTILLA, L.; LIU, Y. B.; WILLOTT, E.; TABASHNIK, B. Large-scale management of insect resistance to transgenic cotton in Arizona: can transgenic insecticidal crops be sustained? *Journal of Economic Entomology*, v. 2, n. 94, p. 315-325, 2001.

CHITKOWSKI, R.L.; TURNIPSEED, S.G., SULLIVAN, M.J.; BRIDGES JR, W.C.. Field and laboratory evaluations of transgenic cottons expressing one or two *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* Berliner proteins for management of noctuid (Lepidoptera) pests. *Journal of Economic Entomology*, n. 96, p. 755-762, 2003.

CHRISTOU, P.; CAPELL, T.; KOHLI, A.; GATEHOUSE, J. A.; GATEHOUSE, A. M. R. Recent developments and future prospects in insect pest control in transgenic crops. *Trends in Plant Science*, v. 11, p. 302-308, 2006.

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

EMBRAPA. *Algodão: tecnologia de produção*. Dourados, EMBRAPA/CPAO, 296 p. 2001.

FERREIRA FILHO, J.B.S. & A.H. GAMEIRO. Avaliação econômica do algodão Bollgard® no Brasil. In: 19º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, Manaus (AM), Brasil, Pág. 312-313. 2002.

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

FRIZZAS, M. R.; CUNHA, U. S. da; MACEDO, L. P. M. Plantas transgênicas resistentes a insetos. *Revista Brasileira de Agrociência*, n. 1, v. 10, p. 13<sup>-18</sup>, 2004.

HAMILTON, K.A.; PYLA, P.D.; BREEZE, M.; OLSON, T.; LI, M.; ROBINSON, E.; GALLAGHER, S.P.; SORBET, R.; CHEN, Y. Bollgard II Cotton: Compositional Analysis and Feeding Studies of Cottonseed from Insect-Protected Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Producing the Cry1Ac and Cry2Ab2 Proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 52, pp. 6969-6976, 2004.

GIANESSI, L.P., C.S. SILVERS, S. SANKULA AND J.E.CARPENTER. Plant biotechnology: Current and potential impact for improving pest management in U.S. agriculture. An analysis of 40 case studies. National Center for Food and Agricultural Policy, Washington DC, USA. 75 p. 2002.

GLARE, T.R. & CALLAGHAN, M. O. *Bacillus thuringiensis*: Biology, Ecology and Safety. *John Wiley and Sons*, NY; 2000. 350 p. 2000.

HOFS, J.; FOK, M.; VAISSAYRE, M. Impact of BT cotton adoption on pesticide use by smallholders: A two-year survey in Makhatini Flats (South Africa). *Crop Protection*, v. 25, n. 9, p. 984-988, 2006.

JOUANIN, L. et al. Transgenic plants for insect resistance . Review. *Plant Science*, Shannon, v.131, p.1<sup>-11</sup>, 1998.

KNOX, O. G. G.; CONSTABLE G. A.; PYKE B.; GUPTA, V. V. S. R.; Environmental impact of conventional and bt insecticidal cotton expressing one and two Cry genes in Australia. *Australian journal of agricultural research*, v. 57, n. 5, p. 501-509, 2006.

KUBICEK, Q. B. Panorama da biotecnologia nos EUA. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, n. 1, p. 38-41, 1997.

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

MORSE, M.; BENNETT, R. M.; ISMAEL, Y. Genetically modified insect resistance in cotton: some farm level economic impacts in India. *Crop Protection*, v. 24, n. 5, p. 433-440, 2005.

NARANJO, S. E. Impacts of Bt crops on non-target invertebrates and insecticide use patterns. *Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, v. 11, n. 4, Disponível em: <http://www.cababstractsplus.org/cabreviews>. Consultado em 08/02/2010.

PECK, S. L.; GOULD, F.; ELLNER, S. P. Spread of Resistance in Spatially Extended Regions of Transgenic Cotton: Implications for Management of *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, v. 2, n. 1, p. 1<sup>1</sup>6, 1999.

PERLACK, F. J.; OPPENHUIZEN, M.; GUSTAFSON, K. ; VOTH, R.; SIVASUPRAMANIAM, S.; HEERING, D.; CAREY, B.; IHRIG, R. A.; ROBERTS, J. K. Development and commercial use of Bollgard© cotton on the USA – early promises versus today's reality. *Plant J.* n. 27, p. 489-501, 2001.

QAIM, M. Bt Cotton in India: Field Trial Results and Economic Projections. *World Development*, v. 31, p. 2115-2127, 2003.

RAMIRO, Z. A. & FARIA, A. M. de. Levantamento de insetos predadores nos cultivares de algodão Bollgard© DP90 e convencional Delta Pine Acala 90. *Arq. Inst. Biológico*, São Paulo, v. 73, n. 1, p. 119 – 121, 2006.

SIQUEIRA, J. R. & MIRANDA, J. E. Espécies de spodoptera: pragas não-alvo do algodão Bt. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO. Goiânia (GO), Brasil, p. 423-427, 2009.

SIQUEIRA, J. R.; CUNHA, R. R.; MIRANDA, J. E.; PEIXOTO, M. F. aspectos reprodutivos de espécies de spodoptera alimentadas com algodão Bt. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO. Goiânia (GO), Brasil, p. 616-621, 2009.

SIVASUPRAMANIAM, S.; MOAR, W. J.; RUSCHKEL, L. G.; OSBORN, J. A.; JIANG, C.; SEBAUGH, J. L.; BROWN, G. R.; SHAPPLEY, Z. W.; OPPENHUIZEN, M. E.; MULLINS,

J. W.; GREENPLATE, J. T. Toxicity and characterization of cotton expressing *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac and Cry2Ab2 proteins for control of lepidopteran pests. *Journal of Economic Entomology*, v. 101, n. 2, p.546-554, 2008.

SOUSA, M. E. C.; WANDERLEY- TEIXEIRA, V.; TEIXEIRA, A. A. C.; SIQUEIRA, H. A. A. de; SANTOS, F. A. B.; ALVES, L. C. Ultrastructure of the *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) midgut. *Micron*, v. 40, p. 743-749, 2009.

SUBRAMANIAN, A. & QAIM, M. The impact of Bt cotton on poor households in rural India. *Journal of Development Studies*, v.46, n.2, p. 295-311, 2010.

SUJII, E. R.; TOGNI, P. H. B.; NAKASU, E. Y. T.; PIRES, C. S. S.; PAULA, D. P. DE; FONTES, E, M. G. Impacto do algodoeiro Bt na dinâmica populacional do pulgão-do-algodoeiro em casa de vegetação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, n.10, p.1251<sup>1</sup>256, 2008.

TINDALL, K. V.; WILLRICH SIEBERT, .,; LEONARD, B. R.; ALL, J.; HAILE, F. J. Efficacy of Cry1Ac:Cry1F proteins in cotton leaf tissue against fall armyworm, beet armyworm and soybean looper. *Journal of Economic Entomology*, v. 102, n. 4, p.1497<sup>1</sup>505, 2009.

VITALE, J.; BOYER, T.; UAIENE, R.; SANDERS, J. H. The Economic Impacts of Introducing Bt Technology in Smallholder Cotton Production Systems of West Africa: A Case Study from Mali. *AgBioForum*, v. 10, n. 2,p.71-84, 2007.

WU, K.; GUO, Y.; LV, N.; GREENPLATE, J.T.; DEATON, R.. Efficacy of transgenic cotton containing a *cry1Ac* gene from *Bacillus thuringiensis* against *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Northern China. *Journal of Economic Entomology* n. 96, p. 1322<sup>1</sup>328, 2003.