

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)  
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**Impacto do algodoeiro geneticamente modificado (Bollgard<sup>®</sup>)  
sobre a biodiversidade de artrópodes**

DANIELLE THOMAZONI

Dourados-MS  
Janeiro/2008

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)  
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**Impacto do algodoeiro geneticamente modificado (Bollgard<sup>®</sup>)  
sobre a biodiversidade de artrópodes**

DANIELLE THOMAZONI

Orientador  
Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande  
Co-orientador  
Dr. Pierre Jean Silvie

Dourados-MS  
Janeiro/2008

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)  
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**Impacto do algodoeiro geneticamente modificado (Bollgard<sup>®</sup>)  
sobre a biodiversidade de artrópodes**

DANIELLE THOMAZONI

Orientador  
Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande  
Co-orientador  
Dr. Pierre Jean Silvie

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Entomologia e Conservação da Biodiversidade.

Dourados-MS  
Janeiro/2008

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

632.78 Thomazoni, Danielle.  
T465i Impacto do algodoeiro geneticamente modificado (Bollgard<sup>®</sup>) sobre a biodiversidade de artrópodes. / Danielle Thomazoni. – Dourados, MS : UFGD, 2008.  
71 p.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande  
Dissertação (Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Algodão-Bt - Produção – Dourados, MS. 2. Algodão – Organismos transgênicos. 3. Algodão – Insetos - Controle. 4. Biodiversidade (Entomologia). 3. Artropodofauna. I. Título.

**A Deus,**

Pelo dom da vida, pelas oportunidades e proteção durante toda minha caminhada

## **AGRADEÇO**

**Aos meus amados pais, Aristeu e Eni Thomazoni,**

Exemplos de dedicação, incentivo e amor,

Carinhosamente

## **DEDICO**

**Aos meus irmãos, Thyago e Dhyego Thomazoni,**

Pelo amor sincero, amizade, ajuda, preocupação, incentivo e paciência

**Ao meu namorado, Miguel Ferreira Soria**

Pela ajuda, incentivo, companheirismo, carinho e paciência

## **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande, exemplo de dedicação e incentivo profissional e pessoal, pela orientação, amizade, oportunidades, confiança e lições de vida pessoal e profissional.

Ao Entomologista Dr. Pierre Jean Silvie, pela orientação, amizade, sugestões e palavras de apoio durante minha caminhada profissional e por ter me inculcido o gosto pela Entomologia associada à cultura do algodoeiro.

Ao Prof. Dr. Odival Faccenda, pela amizade, paciência e dedicação nos ensinamentos em Estatística.

Ao Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes, pela amizade, dedicação e sugestões durante a realização do Mestrado.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da UFGD pelos ensinamentos transmitidos ao longo do período do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos durante o período de realização do presente trabalho.

À Janete Pezarine Greff de Lima pela amizade, incentivo, paciência e por me ouvir nas horas difíceis.

À bolsista júnior de iniciação científica Jéssika Anne Gomes de Alencar pela amizade, incentivo e ajuda nos trabalhos de campo e nas horas de lazer.

À Equipe de Entomologia Aplicada da UFGD em especial aos colegas: Miguel Ferreira Soria, Roni Paulo Fortunato, Thiago Ferreira Bertoncello, Paulo Rogério Beltramin da Fonseca e Cássio Kodama pela amizade e auxílio no trabalho de campo.

À todos os funcionários da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD em especial ao Sr. Jesus Felisardo de Souza, Sr. Milton Bernardo de Lima e Sr. Samuel Neves sempre disponíveis para ajudar nos trabalhos de campo e também pelas palavras de amizade e incentivo.

Aos colegas de Mestrado: Michelle Viscardi Sant'Anna, Tatiana Rojas Herzog, Veruska Lopes Pereira, Sonia Oliveira Sanches e Marina Schmidt Dalzochio pelas palavras de incentivo e auxílio.

À Secretária do Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da UFGD Leiza Inara Vargas pelo auxílio, amizade e palavras de incentivo ao longo do período do curso.

Aos meus grandes amigos que mesmo longe me incentivaram e torceram pela realização deste trabalho: Ely Pires (Coodetec-Cascavel/PR), Camilo Fernando Bomfim, Angelina Maria Marcomini, Mayara Rodrigues, Gustavo Rezende Krüger, Luís Paulo Calixto Marchese, Jean Quadros, Marcelo Costa, Daiana Scortegagna, Guilherme Rafael, Simone Fachin, Aline Cury e Géssica Luna.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho o meu sincero agradecimento.

## SUMÁRIO

<b>Apresentação.....</b>	ix
<b>Referências bibliográficas.....</b>	xiii
<b>Capítulo 1. Impacto do algodoeiro geneticamente modificado Bollgard® sobre a biodiversidade de artrópodes</b>	
<b>Abstract.....</b>	02
<b>Resumo.....</b>	03
<b>1. Introdução.....</b>	04
<b>2. Material e Métodos.....</b>	05
2.1. Local de estudo.....	05
2.2. Métodos de amostragem.....	08
2.3. Análise estatística.....	09
<b>3. Resultados.....</b>	11
3.1. Biodiversidade e índices faunísticos.....	11
3.1.1. Amostragem planta inteira e pano-de-batida.....	12
3.1.2. Índice de diversidade (Shannon-Wiener).....	18
3.2. Número médio de indivíduos de pragas-alvo, pragas não-alvo e inimigos naturais.....	19
3.2.1. Número médio de indivíduos de espécies dominantes.....	20
<b>4. Discussão.....</b>	24
<b>5. Conclusão.....</b>	27
<b>Agradecimentos.....</b>	28
<b>Referências .....</b>	29

## **Capítulo 2. Impacto do algodoeiro geneticamente modificado Bollgard<sup>®</sup> sobre a biodiversidade de artrópodes sob condições práticas de campo**

<b>Abstract</b> .....	34
<b>Resumo</b> .....	35
<b>Introdução</b> .....	36
<b>Material e Métodos</b> .....	37
Local de estudo.....	37
Descrição da área amostral.....	38
Preparo da área amostral, semeadura das cultivares e tratos culturais.....	39
Definição da área experimental e amostragens para nível de decisão de controle .....	40
Métodos de amostragem.....	41
Análise estatística.....	42
<b>Resultados</b> .....	44
Biodiversidade e índices faunísticos.....	44
Amostragem planta inteira e pano-de-batida.....	44
Índice de diversidade (Shannon-Wiener).....	46
Número médio de indivíduos de pragas-alvo, pragas não-alvo e inimigos naturais.....	50
<b>Discussão</b> .....	51
<b>Conclusão</b> .....	54
<b>Agradecimentos</b> .....	55
<b>Referências</b> .....	56
<b>Anexos (Instruções para o envio dos manuscritos à revista científica)</b>	60
Agriculture, Ecosystems & Environment.....	61
Phytoparasitica.....	70

## APRESENTAÇÃO

A área global plantada com cultivares geneticamente modificadas (GM) tem aumentado a cada ano desde sua primeira comercialização em 1996, alcançando 90 milhões de hectares em 2005, ocorrendo em 21 países, onde o algodoeiro transgênico ocupa a terceira posição com 11% entre as culturas transgênicas (Sanvido et al., 2006). Dentre as cultivares de algodão comercializáveis e com característica de resistência à pragas-alvo, destacam-se as cultivares incorporadas com a tecnologia Bollgard<sup>®</sup> (evento MON531), que expressa em sua composição a delta-endotoxina Cry1Ac, sendo seu cultivo autorizado em países como os Estados Unidos, Argentina, Austrália, China, México, África do Sul e Índia (Edge et al., 2001; Toenniessen et al., 2003).

No Brasil o uso desta tecnologia está autorizado pela CTNBio desde março de 2005, podendo ser utilizada pelos produtores brasileiros a partir da safra de 2006/2007 com duas variedades comercializáveis disponíveis DP90B e NuOpal<sup>®</sup>. A área total brasileira cultivada com algodão foi de 1,07 milhão de hectares para a safra de 2006/2007. Estima-se que desta área total, 120.000 ha foram cultivados com algodão Bollgard<sup>®</sup>, totalizando 12% da área nacional (Conab, 2007).

As vantagens que a tecnologia Bollgard<sup>®</sup> disponibiliza são a redução do número de aplicações de inseticidas aos lepidópteros-alvo *Alabama argillacea* (Hübner, 1823), *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) e *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1844), diminuindo desta forma riscos de impacto ambiental sobre a entomofauna benéfica e à saúde humana, aumentando a produtividade e qualidade da fibra e diminuindo custos de produção (Shelton et al., 2002; Cataneo et al., 2006; Romeis et al., 2006). Entretanto, algumas das desvantagens da adoção desta tecnologia são o preço da mesma inserida nas sementes e o aumento do número de pulverizações a pragas não-alvo (Ferreira-Filho & Gameiro, 2002; Armstrong et al., 2003; Hilbeck et al., 2006).

A avaliação do impacto que a tecnologia Bollgard<sup>®</sup> apresenta sobre a biodiversidade de artrópodes-alvo (pragas) e não-alvo como, pragas secundárias e inimigos naturais do algodoeiro em condições brasileiras é uma importante ferramenta para auxiliar o Manejo Integrado de Pragas (MIP) e suas táticas de controle usuais, na detecção de prováveis casos de evolução de resistência de pragas-alvo à toxina Bt, bem como a elevação de categoria de pragas secundárias à pragas-chave, além da influência na dinâmica populacional destes artrópodes (Bates et al., 2005; Gallo et al., 2002; Sujii *et al.*, 2006).

Esta dissertação foi dividida em dois capítulos. No primeiro capítulo, comparamos os efeitos da variedade de algodão transgênica NuOpal<sup>®</sup> sobre as pragas-alvo, as pragas não-alvo e os inimigos naturais destas pragas em comparação com seu isogênico não-transgênico DeltaOpal<sup>®</sup> na ausência da aplicação de inseticidas.

No segundo capítulo, comparamos dois sistemas de manejo NuOpal<sup>®</sup> (algodão-Bt) e DeltaOpal<sup>®</sup> (algodão não-Bt) sobre pragas-alvo, pragas não-alvo e inimigos naturais com aplicação de inseticidas para pragas que atingissem o nível de controle preconizado pelo MIP, segundo metodologia sugerida por Hilbeck et al., (2006) e Perrett & Higgins, (2006). A dissertação visa proporcionar a visualização do impacto da tecnologia Bollgard<sup>®</sup> sobre a biodiversidade da artropodofauna em condições brasileiras.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ARMSTRONG, J. S.; BOMAN, R. K.; JOHNSON, P. N.; BLACKSHEAR, J. Economic Evaluation of Short Season Bollgard® Cotton Cultivars on the Texas High Plains. **The Texas Journal of Agriculture and Natural Resources**, v.16, p.78-85, 2003.

BATES, S. L.; ZHAO, J. Z.; ROUSH, R. T.; SHELTON, A. M. Insect resistance management in GM crops: past, present and future. **Nature Biotechnology**, v. 23, n. 1, p. 57-62, 2005.

CATTANEO, M.G.; YAFUSO, C.; SCHMIDT, C.; HUANG, C.Y.; RAHMAN, M.; OLSON, C.; ELLERS-KIRK, C.; ORR, B.J.; MARSH, S.E.; ANTILLA, L.; DUTILLEUL, P.; CARRIÈRE, Y. Farm-scale evaluation of the impacts of transgenic cotton on biodiversity, pesticide use, and yield. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 103, n. 20, p. 7571-7576, 2006.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: décimo levantamento**. Brasília: Conab. 29 p. 2007.

EDGE, J. M.; BENEDICT, J. H.; CARROLL, J. P.; REDING, H. K. Bollgard Cotton: An Assessment of Global Economic, Environmental, and Social Benefits. **The Journal of Cotton Science**, v. 5, p. 121-136, 2001.

FERREIRA-FILHO, J. B. S. & GAMEIRO, A. H. Avaliação econômica do algodão Bollgard® no Brasil. In: XL Congresso: tema Equidade e Eficiência na Agricultura Brasileira. **Anais...** Passo Fundo/RS, p. 1-19, 2002.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA, S.; CARVALHO, R.; BAPTISTA, G.; BERTI, E.; PARRA, J. R.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. S. **Entomologia Agrícola**. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz. São Paulo: FEALQ. 920 p, 2002.

HILBECK, A.; ANDOW, D. A.; ARPAIA, S.; BIRCH, A. N. E.; FONTES, E. M. G.; LÖVEI, G. L.; SUJII, E. R.; WHEATLEY, R. E.; UNDERWOOD, E. Methodology to support non-target and biodiversity risk assessment. In: HILBECK, A.; ANDOW, D. A.; FONTES, E. M. G. **Environmental risk assessment of genetically modified organisms: Methodologies for assessing Bt cotton in Brazil**. Cabi Publishing. v. 2, Cap. 5, p.108-132, 2006.

PERRETT, J. J. & HIGGINS, J. J. A method for analyzing unreplicated agricultural experiments. **Crop Science**, v. 46, n. 6, p. 2482-2485, 2006.

ROMEIS, J.; MEISSLE, M.; BIGLER, F. Transgenic crops expressing *Bacillus thuringiensis* toxins and biological control. **Nature Biotechnology**. v. 24. n. 1. p. 63-71, 2006.

SANVIDO, O.; STARK, M.; ROMEIS, J.; BIGLER, F. Ecological impacts of genetically modified crops: Experiences from ten years of experimental field research and commercial cultivation. **Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART** Reckenholzstrasse, n.1, 108 p., 2006.

SHELTON, A.M.; ZHAO, J.Z.; ROUSH, R.T. Economic, ecological, food safety, and social consequences of the deployment of *Bt* transgenic plants. **Annual Reviews in Entomology**, v. 47, p. 845-881, 2002.

SUJII, E. R.; LÖVEI, G. L.; SÉTAMOU, M.; SILVIE, P.; FERNANDES, M. G.; DUBOIS, G. S. J.; ALMEIDA, R. P. Non-target and biodiversity impacts on non-target herbivorous pests. In: HILBECK, A.; ANDOW, D. A.; FONTES, E. M. G. **Environmental risk assessment of genetically modified organisms: Methodologies for assessing Bt cotton in Brazil**. Cabi Publishing, v. 2, Cap. 6, p. 133-154, 2006.

TOENNIESSEN, G. H.; O'TOOLE, J. C.; DeVRIES, J. Advances in plant biotechnology and its adoption in developing countries. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 6, p.191–198, 2003.

## Capítulo 1

### **Impacto do algodoeiro geneticamente modificado Bollgard® sobre a biodiversidade de artrópodes**

**Danielle Thomazoni<sup>a</sup>, Paulo Eduardo Degrande<sup>b,1,\*</sup>,  
Pierre Jean Silvie<sup>c,2</sup> e Odival Faccenda<sup>d,3</sup>**

<sup>a</sup>Universidade Federal da Grande Dourados, Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Departamento de Ciências Biológicas /Unidade II. Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Caixa Postal: 241, Cep: 79804-970, Dourados/MS, Brasil.

<sup>b</sup>Universidade Federal da Grande Dourados, Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências Agrárias /Unidade II. Rodovia Dourados-Itahum, Km 12 - Cidade Universitária - Agronomia/Entomologia. Aeroporto. Caixa-Postal: 533, Cep: 79804-970, Dourados/MS, Brasil.

<sup>c</sup>CIRAD-CA Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Avenue Agropolis, 34398 – Montpellier Cedex 5 – França

<sup>d</sup>Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Graduação em Ciências da Computação e Sistemas de Informação. Unidade II. Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Caixa Postal: XXX, Cep: 79804-970, Dourados/MS, Brasil.

\*e-mail : [degrande@ufgd.edu.br](mailto:degrande@ufgd.edu.br)

## Abstract

The impact of transgenic cotton NuOpal<sup>®</sup> (Bollgard<sup>®</sup>) which expresses the *CryIAc* gene of bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt), producing insecticidal protein against the lepidopteran target-pests *Alabama argillacea* (Hübner, 1823), *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) and *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1844) was evaluated in field conditions during crop season 2006/2007 in Dourados/MS, Brazil.

We compared the effect of NuOpal<sup>®</sup> with non-transgenic isogenic DeltaOpal<sup>®</sup> on the biodiversity of target-pests, the nontarget pests and the natural enemies (mainly predators) to a non-treated crop. Two methodologies of visual sampling were evaluated: whole plant observation and beatsheet. Bollgard<sup>®</sup> technology presented efficient control on the target-pests. The average number of species was significantly lower in Bt-cotton than in non-Bt cotton. In the whole plant sampling, pests the average number of specimens of non-target pests was significantly higher in NuOpal<sup>®</sup> than DeltaOpal<sup>®</sup>. This difference was not observed with beatsheet sampling.

The diversity of nontarget pests characterized by Shannon-Wiener index was higher in NuOpal<sup>®</sup> than DeltaOpal<sup>®</sup> in the whole plant observation. The average number of specimens and the diversity of natural enemies also characterized by Shannon-Wiener index did not differ significantly between Bt-cotton and non-Bt cotton in both sampling methods.

**Keywords:** Bt-cotton; biodiversity; environment impact; Brazil

## Resumo

O impacto da cultivar de algodoeiro transgênica NuOpal<sup>®</sup> (Bollgard<sup>®</sup>), a qual expressa o gene *CryIAc* da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt) que produz proteína de efeito inseticida contra os lepidópteros *Alabama argillacea* (Hübner, 1823), *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) e *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1844) foi avaliado no campo durante a safra 2006/2007 em Dourados/MS, Brasil. Comparamos o efeito de NuOpal<sup>®</sup> e da cultivar isogênica não-transgênica DeltaOpal<sup>®</sup> sobre a biodiversidade de pragas-alvo, pragas não-alvo e inimigos naturais (principalmente predadores), através de cultivo sem aplicação de inseticidas. Foram utilizadas duas metodologias de amostragem visual: planta inteira e pano-de-batida.

Verificou-se que a tecnologia Bollgard<sup>®</sup> apresentou eficiência de controle sobre as pragas-alvo. O número médio de espécimes de pragas-alvo foi significativamente menor em algodão-Bt do que em algodão não-Bt. Na amostragem planta inteira, pragas não-alvo apresentaram em NuOpal<sup>®</sup> número médio de indivíduos significativamente maior do que o apresentado em DeltaOpal<sup>®</sup>, enquanto que no método de observação com pano-de-batida esta diferença não existiu.

A diversidade de pragas não-alvo caracterizada pelo índice de Shannon-Wiener foi maior em NuOpal<sup>®</sup> do que em DeltaOpal<sup>®</sup> no método de planta inteira. O número médio de espécimes e a diversidade de inimigos naturais também caracterizada pelo índice de Shannon-Wiener não apresentaram diferença significativa entre as cultivares Bt e não-Bt em ambos os métodos de amostragem.

*Palavras-chave:* algodão-Bt; biodiversidade; impacto ambiental; Brasil

## 1. Introdução

O agroecossistema do algodoeiro abriga um grande complexo de artrópodes, os quais podem ser divididos em pragas e inimigos naturais (predadores, parasitóides, polinizadores e decompositores). Neste contexto, quando as populações de inimigos naturais e insetos-praga estão em equilíbrio, geralmente, o dano causado pelas pragas fica abaixo do nível de dano econômico (Degrande et al., 2003). Dessa forma, modificações na biodiversidade de insetos podem alterar funções ecológicas e prejudicar a sustentabilidade dos agroecossistemas, podendo resultar na ressurgência de pragas primárias e no aumento de populações de pragas secundárias, que poderão assumir a condição de pragas-chave (Zhao et al., 2003; Hilbeck et al., 2006; Romeis et al., 2006).

Visando reduzir o número de aplicações de inseticidas e o impacto ambiental sobre artrópodes benéficos e à saúde humana, aumentar a produtividade e a lucratividade do algodoeiro, variedades geneticamente modificadas expressando a proteína Cry1Ac de *Bacillus thuringiensis* (Bt) (NuOpal<sup>®</sup> e DP90B), foram introduzidas comercialmente no Brasil para a safra de 2006/2007.

Existem poucos trabalhos realizados em condições brasileiras acerca do impacto destas cultivares sobre artrópodes, especialmente relatando a diversidade encontrada. No Brasil, Ramiro & Faria (2006) observaram que o total de espécimes de predadores coletados em Bollgard<sup>®</sup> em comparação aos tratamentos com o Delta Pine Acala 90 com e sem controle químico de lagartas não apresentou diferença significativa.

O objetivo deste trabalho foi avaliar no campo a biodiversidade de espécies da artropodofauna associada ao algodão-Bt (NuOpal<sup>®</sup>) em comparação ao isogênico não-transgênico DeltaOpal<sup>®</sup> na ausência da aplicação de inseticidas.

## 2. Material e Métodos

### 2.1. Local de estudo

O trabalho foi realizado no município de Dourados, estado de Mato Grosso do Sul, na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) na Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), durante o período de fevereiro a junho 2007. A Universidade situa-se em 22°14' de latitude Sul, 54°44' de longitude Oeste e altitude de 452 m. O clima da região, segundo a classificação pelo sistema internacional de Köppen é Mesotérmico Úmido; do tipo Cwa. A quantidade de precipitação ocorrida na área experimental ao longo da condução do experimento pode ser observada na Fig. 1. O solo dessa área é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico de textura muito argilosa (65,3% de argila, 17,4% de silte e 17,3% de areia) (Mato Grosso do Sul, 1990).

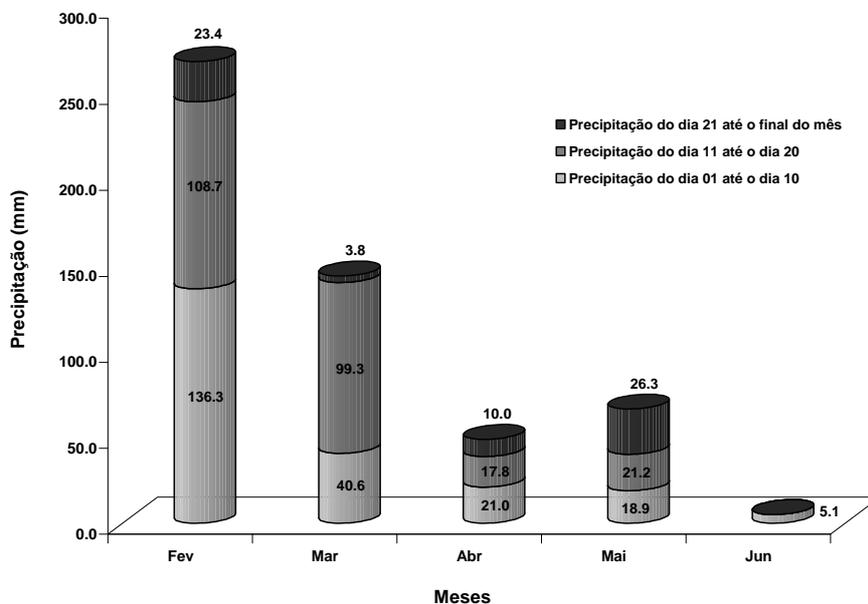


Fig. 1. Precipitação ocorrida nos meses em que o experimento foi conduzido (fevereiro a junho de 2007). Dourados, MS, 2007.

A área experimental foi preparada de maneira a adequar-se às condições físicas, químicas e biológicas do solo à cultura do algodoeiro. As adubações de base e a cobertura foram realizadas de acordo com a análise de solo e as recomendações da cultura para a região (Embrapa, 2001), sendo a adubação de 400 Kg/ha de NPK (8-20-20). Foi instalado sistema de irrigação a fim de auxiliar o desenvolvimento da cultura durante o período de condução do experimento.

O sistema de plantio adotado foi o convencional, onde, antes da semeadura foi realizado o preparo de solo através de aração e gradagem no dia 14 de fevereiro de 2007. As sementes das cultivares NuOpal<sup>®</sup> (Bt) e DeltaOpal<sup>®</sup> (não-Bt) utilizadas no experimento foram fornecidas pela empresa MDM–Sementes de Algodão<sup>®</sup>, sendo previamente tratadas com os fungicidas Euparen<sup>®</sup> (tolifluanida) (200g/100Kg sementes), Monceren<sup>®</sup> (pencicuirom) (200g/100Kg sementes) e Baytan<sup>®</sup> (triadimenol) (40ml/20 Kg sementes), visando o controle de doenças que causam tombamento. A semeadura das duas cultivares foi realizada manualmente em 15 de fevereiro de 2007 com densidade de 13 sementes por metro e espaçamento entre fileiras de 0,90 metros. A emergência ocorreu 4 dias depois.

Para o controle de plantas daninhas foi realizada capina manual durante todo o ciclo de desenvolvimento das duas cultivares. Houve cuidado especial para o controle de formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, no início do desenvolvimento da cultura, realizando-se a aplicação de iscas de Blitz<sup>®</sup> (fipronil) nas adjacências do experimento, quando necessário.

A área total utilizada para amostragem apresentava 18 m por 72 m (0,12 ha), onde através de sorteio aleatório foram demarcadas 32 subáreas, sendo 16 para cada tratamento: DeltaOpal<sup>®</sup> e NuOpal<sup>®</sup>. Cada subárea constituiu-se de cinco linhas da variedade de tratamento com 4,5 m por 9 m, onde foram amostradas as três linhas

centrais, sendo que uma linha em cada uma das duas extremidades de cada subárea constituiu a bordadura da unidade amostral (Fig. 2).

Não-Bt	Não-Bt	Bt	Bt
Não-Bt	Bt	Não-Bt	Bt
Bt	Não-Bt	Bt	Bt
Não-Bt	Não-Bt	Não-Bt	Não-Bt
Bt	Não-Bt	Não-Bt	Bt
Não-Bt	Bt	Não-Bt	Bt
Bt	Bt	Não-Bt	Bt
Bt	Não-Bt	Bt	Não-Bt

Fig.2. Disposição dos tratamentos de algodão-Bt e não-Bt dentro da área total de amostragem.

No experimento foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado constituído por dois tratamentos: variedades NuOpal<sup>®</sup> e DeltaOpal<sup>®</sup>, sendo realizadas 272 repetições no método planta inteira e 128 no pano de batida em cada tratamento ao longo do período de condução do experimento, totalizando 17 amostragens em planta inteira e 8 amostragens em pano-de-batida para cada tratamento.

A fim de reduzir a incidência de *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) durante o período de condução do experimento foram instaladas 23 armadilhas contendo feromônio glandure + inseticida para captura deste inseto nas proximidades da área experimental.

## 2.2. Métodos de amostragem

A amostragem e quantificação de insetos-alvo da tecnologia Bollgard<sup>®</sup>, pragas não-alvo e inimigos naturais encontrados, foram realizadas a cada sete dias durante todo o período de avaliação, a partir do estágio VE (emergência) da cultura, do dia 21 de fevereiro de 2007 até o dia 13 de junho de 2007. Dois métodos de amostragem visual foram utilizados: “pano-de-batida” e “planta inteira”.

Para o método de pano-de-batida foi utilizada a entrelinha de cultivo entre as três linhas centrais de cada subárea, em um ponto aleatório totalizando 16 pontos por tratamento. O pano apresentava a cor branca a fim de facilitar a visualização dos insetos, com largura igual ao espaçamento da cultura (0,9 m de largura por 1 m de comprimento), sendo ajustado de forma a cobrir toda a área compreendida entre as duas linhas de algodoeiro amostradas. Para o processo de amostragem segundo recomendado por Degrande et al. (2003) o pano foi colocado entre duas fileiras de planta, sendo em seguida aberto sobre o solo. Posteriormente, as duas fileiras foram sacudidas vigorosamente para que os insetos tanto em estágio imaturo quanto adulto caíssem sobre o pano, possibilitando a sua visualização seguida de sua quantificação e identificação em nível de família e/ou espécie ainda em campo.

A presença do parasitóide *Catolaccus grandis* (Burks, 1954) e do lepidóptero-alvo *P. gossypiella*, foi quantificada neste método através da queda de estruturas reprodutivas (maçãs) danificadas sobre o pano-de-batida, seguida da abertura das mesmas, possibilitando a visualização de indivíduos destes insetos.

Para o método de avaliação “planta inteira”, foram avaliadas nas três linhas centrais de cada subárea dez plantas separadamente, quantificando e identificando família e/ou espécie dos insetos amostrados ainda em campo. Para ambos os métodos,

quando necessário foram coletados e acondicionados em frascos com álcool 70% aqueles insetos que não puderam ser identificados em campo e conduzidos ao laboratório para posterior identificação.

### 2.3. Análise Estatística

A análise faunística foi baseada nos cálculos dos índices de frequência, constância, abundância e dominância (Silveira Neto et al., 1976), considerando o número de lagartas pequenas (menores que 1,0 cm), lagartas grandes (maiores que 1,0 cm), larvas, ninfas e adultos. A frequência absoluta foi definida como o número total de espécimes observado nas diferentes condições de amostragem.

A constância foi definida como porcentagem de amostras em que uma determinada espécie esteve presente (Uramoto et al., 2005). Uma vez obtido o percentual da constância ao longo do período das amostragens, agrupou-se as espécies nas categorias:

- *constante* (w), presentes em mais de 50% das observações semanais;
- *acessórias* (y) presentes de 25 a 50% das observações; e
- *acidentais* (z), presentes em menos de 25% das observações.

A abundância é o número de indivíduos de uma determinada espécie pela unidade de superfície ou volume, podendo variar pelo espaço e tempo (Southwood, 1995). Para estimar a abundância empregou-se os limites estabelecidos pelo intervalo de confiança (IC) a 5% e 1% de probabilidade e determinou-se as seguintes classes:

- *rara* (r), número de indivíduos da espécie, menor do que o limite inferior do IC a 1% de probabilidade;

- *dispersa* (d), número de indivíduos entre os limites inferiores dos intervalos de confiança a 1% e 5% de probabilidade;

- *comum* (c), número de indivíduos dentro do intervalo de confiança a 5%;

- *abundante* (a), número de indivíduos entre os limites superiores aos intervalos de confiança a 5% e 1% de probabilidade, e

- *muito abundante* (ma), número de indivíduos maior que o limite superior do IC a 1% de probabilidade.

Um organismo é considerado dominante quando recebe o impacto do ambiente e se adapta ao mesmo (Silveira Neto et al., 1976). Para o estudo, uma espécie foi considerada *dominante* quando apresentou frequência relativa superior a  $1/S$ , onde S é o número total de espécies encontradas no período de amostragem.

Para comparar a diferença das médias dos grupos de pragas-alvo, pragas não-alvo e inimigos naturais e dos indivíduos de espécies dominantes de cada grupo, considerou-se o estágio de desenvolvimento dos espécimes, entre os tratamentos Bt e não-Bt, utilizando-se o teste *t* de *Student* ao nível de significância  $\alpha = 5\%$ . Os dados originais não apresentaram distribuição normal, sendo o teste aplicado nos dados transformados pela fórmula  $\sqrt{X + 0,5}$ , onde as pressuposições associadas ao modelo foram atendidas.

A diversidade de pragas-alvo, pragas não-alvo e inimigos naturais nos ambientes “algodão-Bt” e “algodão não-Bt” foi estudada utilizando-se o índice de Shannon-Wiener com fator de correção e logaritmo natural (Poole, 1974), através da frequência dos espécimes. Este índice mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido ao acaso, de uma amostra com S espécies e N indivíduos (Silveira Neto et al., 1976).

Quanto menor o valor do índice de Shannon, menor o grau de incerteza e, portanto, a diversidade da amostra é baixa. A diversidade tende a ser mais alta quanto maior o valor do índice (Uramoto et al., 2005). O teste *t* de *Student* foi utilizado para verificar se a diferença de diversidade de espécies entre estes ambientes foi significativa ao nível de significância  $\alpha = 5\%$ .

### 3. Resultados

#### 3.1. Biodiversidade e índices faunísticos

Durante o período das amostragens foi observado o total de 55 espécies distribuídas em 11 ordens e 32 famílias, as quais foram divididas em três grupos: pragas-alvo, pragas não-alvo e inimigos naturais (Tabela 1).

No método de avaliação planta inteira, das 3509 espécimes amostradas em NuOpal<sup>®</sup>, poucos indivíduos 9 (0,25%) pertenciam à espécie de praga-alvo *A. argillacea*, não havendo presença dos outros dois lepidópteros-alvo: *P. gossypiella* e *H. virescens*. Os indivíduos pertencentes às pragas não-alvo representaram 81,1% (2846) da amostra, enquanto que 654 indivíduos representaram 18,6% dos inimigos naturais. Em DeltaOpal<sup>®</sup>, dos 3269 espécimes amostrados, 95 (2,9%) pertenciam à pragas-alvo, 2480 (75,8%) à pragas não-alvo e 694 (21,2%) aos inimigos naturais.

Para o método de pano-de-batida em algodão-Bt, dentre os 885 espécimes amostrados, não houve presença de pragas-alvo (0%). Para pragas não-alvo foram amostrados 557 espécimes (62,9%) e 328 (37,0%) indivíduos de inimigos naturais. Enquanto que para o algodão não-Bt, dos 1047 espécimes amostrados, 67 (6,39%)

pertenciam à pragas-alvo, 625 (59,6%) à pragas não-alvo e 355 (33,9%) aos inimigos naturais.

### 3.1.1. Amostragem planta inteira e pano-de-batida

As espécies de pragas não-alvo abundantes tanto em algodão NuOpal<sup>®</sup> quanto em DeltaOpal<sup>®</sup> em planta inteira e pano-de-batida foram *Horciasoides nobilellus* (Bergston, 1883) e *Dysdercus* sp. As espécies *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) e *Agallia albidula* (Uhler, 1895) foram muito abundantes em algodão-Bt e não-Bt somente em planta inteira. Enquanto que a espécie *Edessa meditabunda* (Fabr., 1794) foi muito abundante em ambas as cultivares somente no método pano-de-batida (Tabela 1).

A espécie não-alvo *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) foi abundante somente em algodão-Bt em ambos os métodos de amostragem utilizados (Tabela 1). Isso confirma o fato da proteína Cry1Ac inserida em NuOpal<sup>®</sup> não apresentar efeito inseticida sobre este inseto.

Dos inimigos naturais amostrados, os predadores Araneae, *Cycloneda sanguinea* (L., 1763) e *Scymnus* sp. foram muito abundantes tanto em NuOpal<sup>®</sup> quanto em DeltaOpal<sup>®</sup> em ambos os métodos de amostragem. Enquanto que no método pano-de-batida, a espécie de parasitóide *C. grandis* foi abundante tanto em NuOpal<sup>®</sup> quanto em DeltaOpal<sup>®</sup> e o percevejo predador *Orius* sp. foi abundante somente em algodão não-Bt. (Tabela 1).

No grupo de pragas-alvo foi verificada dominância das espécies de *A. argillacea* e *P. gossypiella* em algodão não-Bt tanto no método planta inteira quanto em pano-de-batida. Também foi verificada a presença da espécie-alvo *H. virescens*, porém

sua frequência foi baixa quando comparada às duas outras pragas-alvo, sendo de uma lagarta em DeltaOpal<sup>®</sup> em ambos os métodos de amostragem (Tabela 1).

As espécies de pragas não-alvo *A. grandis*, *H. nobilellus*, *Euschistus heros* (Fabr., 1798) e *Dysdercus* sp. foram dominantes nas duas cultivares em ambos os métodos de amostragem utilizados. As espécies *B. tabaci* e *A. albidula* foram dominantes tanto em NuOpal<sup>®</sup> quanto em DeltaOpal<sup>®</sup> somente no método planta inteira. Enquanto que as espécies de pentatomídeos *Nezara viridula* (L., 1758) e *E. meditabunda* foram dominantes nas duas cultivares somente no método pano-de-batida (Tabela 1). Estes resultados de dominância podem ser atribuídos ao método de amostragem utilizado que pode influenciar a quantificação de cada espécie de inseto nas cultivares Bt e não-Bt, considerando o comportamento de cada espécie.

Na amostragem planta inteira a espécie de herbívoro sugador *E. meditabunda* foi dominante somente em NuOpal<sup>®</sup>. Enquanto que o herbívoro mastigador *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) também foi dominante somente na cultivar Bt, entretanto, na amostragem pano-de-batida (Tabela 1).

Os inimigos naturais dominantes tanto em algodão-Bt quanto em algodão não-Bt em planta inteira e em pano-de-batida foram Araneae, *C. sanguinea*, *Scymnus* sp., *Geocoris* sp e *C. grandis*. Entretanto, o predador *Chrysoperla* sp. foi dominante apenas em algodão-Bt em ambos os métodos de amostragem (Tabela 1). Este resultado pode indicar que as presas deste neuróptero possivelmente não sofreram impacto negativo da toxina de Bt presente na cultivar transgênica.

O percevejo predador *Orius* sp. foi dominante tanto em NuOpal<sup>®</sup> quanto em DeltaOpal<sup>®</sup> em pano-de-batida. No entanto, este percevejo foi dominante somente em DeltaOpal<sup>®</sup> na amostragem planta inteira (Tabela 1). Este resultado pode ser explicado

pela maior disponibilidade de presas (ovos e pequenas lagartas de *A. argillacea*) que também foram dominantes e mais freqüentes nesta cultivar.

Considerando o índice de constância ao longo da amostragem, a espécie-alvo *A. argillacea* apresentou incidência constante somente em algodão não-Bt no método planta inteira. As espécies de herbívoros não-alvo constantes tanto em NuOpal<sup>®</sup> quanto em DeltaOpal<sup>®</sup> e em ambas as amostragens foram *D. speciosa*, *H. nobilellus*, *E. meditabunda*, *E. heros*, *N. viridula* (L., 1758) e *Dysdercus* sp (Tabela 1).

Os herbívoros *B. tabaci*, *A. albidula*, *Piezodorus guildini* (Westwood, 1837), *Jansonius boggianii subaeneus* e *Frankliniella* sp. apresentaram-se constantes tanto em algodão-Bt quanto em não-Bt na amostragem planta inteira. Enquanto que *A. grandis* e *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) foram constantes em ambos os tipos de algodão na amostragem pano-de-batida (Tabela 1).

As espécies de pragas não-alvo *Lagria villosa* (Fabr., 1783), *Astylus variegatus* (Germar, 1824), *Neomegalotomus parvus* (Westwood, 1842), *A. albidula*, *Piezodorus guildini* (Westwood, 1837) e *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) foram constantes somente em algodão-Bt no método planta inteira (Tabela 1). Este resultado pode ser decorrente da redução de competição por recurso alimentar com lagartas-alvo controladas pela toxina Cry1Ac.

Os artrópodes benéficos Araneae, *C. sanguinea*, *Scymnus* sp. e *Geocoris* sp. foram constantes tanto em algodão-Bt quanto em não-Bt em ambos os métodos de amostragem. Enquanto que em pano-de-batida, os predadores *Doru luteipes* (Scudder, 1876) e *Zelus longipes* (L., 1767) foram constantes somente em DeltaOpal<sup>®</sup> e a espécie *Chrysoperla* sp. constante tanto em algodão-Bt quanto em não-Bt (Tabela 1).

Tabela 1. Análise faunística dos grupos de pragas alvo, pragas não-alvo e inimigos naturais por ordem, família e espécie, método de amostragem e tipo de algodão. Dourados/MS, 2007.

Grupo	Ordem/Família	Espécie	Estágio*	Método de amostragem			
				Planta Inteira		Pano-de-Batida	
				NuOpal <sup>®</sup>	DeltaOpal <sup>®</sup>	NuOpal <sup>®</sup>	DeltaOpal <sup>®</sup>
				F C (A) D**	F C (A) D**	F C (A) D**	F C (A) D**
<b>Pragas-alvo</b>	Lepidoptera/Noctuidae	<i>Alabama argillacea</i>	LP+LG	9 yn	55 w(c)s	0	31y(c)s
	Lepidoptera/Noctuidae	<i>Heliothis virescens</i>	LP+LG	0	1 z(c)n	0	1z(c)n
	Lepidoptera/Gelechiidae	<i>Pectinophora gossypiella</i>	Lag	0	39 y(c)s	0	35y(c)s
<b>Total</b>				<b>9</b>	<b>95</b>	<b>0</b>	<b>67</b>
<b>Pragas não-alvo</b>	Coleoptera/Chrysomelidae	<i>Cerotoma arcuata</i>	Ad	5 z(d)n	2 z(d)n	0	0
	Coleoptera/Chrysomelidae	Chrysomelidae sp.1	Ad	2 z(d)n	2 z(d)n	0	1 z(d)n
	Coleoptera/Chrysomelidae	<i>Diabrotica speciosa</i>	Ad	52 w(c)n	45 w(c)n	35 w(c)s	26 w(c)n
	Coleoptera/Chrysomelidae	<i>Jansonius boggianii subaeneus</i>	Ad	37 w(c)n	38 w(c)n	13 y(c)n	21 y(c)n
	Coleoptera/Chrysomelidae	<i>Maecolaspis</i> sp.	Ad	19 y(d)n	10 y(d)n	0	0
	Coleoptera/Cicindellidae	<i>Megascelis</i> sp.	Ad	1 z(d)n	2 z(d)n	0	1 z(d)n
	Coleoptera/Curculionidae	<i>Anthonomus grandis</i>	L+Ad	235 y(ma)s	154 y(c)s	47w(a)s	45 w(c)s
	Coleoptera/Lagriidae	<i>Lagria villosa</i>	Ad	2 z(d)n	3 z(d)n	8 w(d)n	8 y(d)n
	Coleoptera/Melyridae	<i>Astylus variegatus</i>	Ad	26 y(c)n	10 z(d)n	19 w(c)n	13 y(c)n
	Hemiptera/Aleyroidade	<i>Bemisia tabaci</i>	Ad	903 w(ma)s	856 w(ma)s	0	0
	Hemiptera/Alydidae	<i>Neomegalotomus parvus</i>	Ad	0	3 z(d)n	1 w(r)n	1 z(d)n
	Hemiptera/Cicadellidae	<i>Agallia albidula</i>	Ad	315 w(ma)s	261 w(ma)s	11 w(c)n	12 z(c)n
	Hemiptera/Coreidae	<i>Hypselonotus</i> sp.	Ad	0	0	1 z(r)n	0
	Hemiptera/Lygaeidae	<i>Oxycarenus</i> sp.	Ad	5 z(d)n	2 z(d)n	3 y(r)n	2 y(d)n
	Hemiptera/Miridae	<i>Horciasinus signoreti</i>	Ad	1 z(d)n	1 z(d)n	7 y(d)n	7 y(d)n
	Hemiptera/Miridae	<i>Horciasoides nobilellus</i>	Ad	611 w(ma)s	549 w(ma)s	142w(ma)s	150 w(ma)s
	Hemiptera/Pentatomidae	<i>Chinavia</i> spp.	N+Ad	5 z(d)n	2 z(d)n	6 y(d)n	2 y(d)n
	Hemiptera/Pentatomidae	<i>Edessa meditabunda</i>	N+Ad	129 w(c)s	74 w(c)n	61 w(ma)s	75 w(ma)s
	Hemiptera/Pentatomidae	<i>Euschistus heros</i>	N+Ad	114 w(c)s	93 w(c)s	40 w(c)s	31 w(c)s
	Hemiptera/Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i>	N+Ad	63 w(c)n	61 w(c)n	40 w(c)s	31 w(c)s

Tabela 1. Continuação.

	Hemiptera/Pentatomidae	<i>Piezodorus guildini</i>	N+Ad	38 w(c)n	17 w(c)n	6 w(d)n	6 y(d)n
	Hemiptera/Pyrrochoridae	<i>Dysdercus</i> sp.	N+Ad	217 w(a)s	219w(ma)s	99 w(ma)s	165 w(ma)s
	Lepidoptera/Noctuidae	<i>Spodoptera eridania</i>	LP+LG	5 z(d)n	9 y(d)n	9 w(d)n	11 y(c)n
	Lepidoptera/Noctuidae	<i>Spodoptera frugiperda</i>	LP+LG	4 y(d)n	6 y(d)n	0	4 z(d)n
	Lepidoptera/Noctuidae	<i>Pseudoplusia includens</i>	LP+LG	4 y(d)n	13 y(d)n	7 w(d)n	12 w(c)n
	Orthoptera/Gryllidae	<i>Gryllus</i> sp.	Ad	3 z(d)n	4 z(d)n	0	1 z(d)n
	Orthoptera/Tettigonidae	Tettigonidae sp.1	Ad	0	1 z(d)n	2 y(r)n	0
	Thysanoptera/Thripidae	<i>Frankliniella</i> sp.	Ad	50 w(c)n	43 w(c)n	0	0
<b>Total</b>				<b>2846</b>	<b>2480</b>	<b>557</b>	<b>625</b>
<b>Inimigos Naturais</b>	Araneae	Araneae	Ad	152 w(ma)s	185 w(ma)s	58 w(ma)s	72 w(ma)s
	Coleoptera/Carabidae	<i>Callida</i> sp.	Ad	13 z(c)n	16 z(c)n	1 z(d)n	1 z(r)n
	Coleoptera/Carabidae	<i>Lebia concinna</i>	Ad	3 z(d)n	5 z(d)n	1 z(d)n	2 y(r)n
	Coleoptera/Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i>	L+Ad	74 w(ma)s	74 w(ma)s	44 w(ma)s	44 w(ma)s
	Coleoptera/Coccinellidae	<i>Eriopsis connexa</i>	L+Ad	4 z(d)n	5 z(d)n	0	0
	Coleoptera/Coccinellidae	<i>Hyperaspis festiva</i>	Ad	9 z(c)n	7 y(d)n	1 z(d)n	0
	Coleoptera/Coccinellidae	<i>Olla v-nigrum</i>	Ad	3 z(d)n	5 z(d)n	2 z(d)n	1 z(r)n
	Coleoptera/Coccinellidae	<i>Scymnus</i> sp.	L+Ad	191 w(ma)s	174 w(ma)s	92 w(ma)s	82 w(ma)s
	Dermaptera/Forficulidae	<i>Doru luteipes</i>	Ad	7 y(c)n	12 y(c)n	4 y(d)n	7w(d)n
	Diptera/Dolichopodidae	<i>Condylostylus</i> sp.	Ad	1 z(d)n	1 z(d)n	0	0
	Diptera/Syrphidae	<i>Toxomerus</i> sp.	L+Ad	7 y(c)n	8 y(d)n	1 z(d)n	0
	Hemiptera/Anthocoridae	<i>Orius</i> sp.	Ad	27 y(c)n	45 y(c)s	23 y(c)s	41 y(a)s
	Hemiptera/Lyageidae	<i>Geocoris</i> sp.	Ad	42 w(c)s	53 w(c)s	20 w(c)s	28 w(c)s
	Hemiptera/Nabidae	<i>Nabis</i> sp.	Ad	2 z(d)n	0	1 z(d)n	0
	Hemiptera/Pentatomidae	<i>Podisus</i> sp.	N+Ad	2 z(d)n	3 z(d)n	3 y(d)n	5 y(d)n
	Hemiptera/Reduviidae	<i>Repipta</i> sp.	Ad	1 z(d)n	2 z(d)n	0	0
	Hemiptera/Reduviidae	<i>Zelus armillatus</i>	Ad	1 z(d)n	3 z(d)n	0	0
	Hemiptera/Reduviidae	<i>Zelus longipes</i>	Ad	12 y(c)n	10 y(c)n	3 y(d)n	6 w(d)n
	Hymenoptera/Formicidae	<i>Solenopsis invicta</i>	Ad	25 y(c)n	17 y(c)n	1 z(d)n	1 z(r)n
	Hymenoptera/Pteromalidae	<i>Catolaccus grandis</i>	L	45 z(c)s	39 z(c)s	45 z(ma)s	39 z(a)s
	Mantodea/Mantidae	Mantidae sp.1	Ad	2 z(d)n	1 z(d)n	0	1 z(r)n
	Neuroptera/Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i> sp.	L	28 y(c)s	21 y(c)n	26 w(c)s	20 w(c)n
	Neuroptera/Hemerobiidae	<i>Nusulala</i> sp.	L	2 z(d)n	8 y(d)n	2 y(d)n	5 y(d)n

**Tabela 1.** Continuação.

	Neuroptera/Mantispidae	Mantispidae sp.1	Ad	1 z(d)n	0	0	0
<b>Total</b>				<b>654</b>	<b>694</b>	<b>328</b>	<b>355</b>
<b>Total Geral</b>				<b>3509</b>	<b>3269</b>	<b>885</b>	<b>1047</b>

\*LP=Lagarta Pequena; LG= Lagarta Grande; Lag= Lagarta; L= Larva; N= Ninfa; Ad= Adulto

\*\* (F) Número total observado nas diferentes condições de amostragem; (C) Constância: (w) constante, (y) acessória, (z) acidental; (A) abundância: (ma) muito abundante, (a) abundante, (c) comum, (d) dispersa, (r) rara; (D) dominância: (s) dominante, (n) não dominante.

### 3.1.2. Índice de diversidade (Shannon-Wiener)

Com relação a diversidade de pragas não-alvo, no método planta inteira o índice de Shannon-Wiener para o algodão-Bt foi de 2,11, enquanto que para o algodão não-Bt foi de 2,04, apresentando diferença estatisticamente significativa. No método pano-de-batida, o índice de diversidade foi de 2,32 para o algodão-Bt e 2,23 para o algodão não-Bt, não ocorrendo diferença significativa (Tabela 2). Este resultado demonstra que a cultivar NuOpal<sup>®</sup> apresentou diversidade de pragas não-alvo maior do que a cultivar DeltaOpal<sup>®</sup> na amostragem planta inteira.

Em relação a diversidade de inimigos naturais, no método planta inteira o índice de Shannon-Wiener para o algodão-Bt foi de 2,17, enquanto que para o algodão não-Bt foi de 2,21 não ocorrendo diferença significativa. Em pano-de-batida, o índice foi de 2,04 para o algodão-Bt e 2,12 para o algodão não-Bt, não ocorrendo também diferença significativa (Tabela 2). Este resultado demonstra que a diversidade de inimigos naturais entre algodão-Bt e não-Bt em ambos os métodos não diferiu significativamente, verificando-se a ausência de impacto negativo de Cry1Ac sobre a diversidade de predadores em NuOpal<sup>®</sup>.

Tabela 2

Índice de diversidade de Shannon-Wiener, (Variância) e número de espécies de pragas não-alvo e inimigos naturais presentes nos ambientes algodão-Bt e algodão não-Bt. Dourados/MS, 2007.

<b>Planta inteira</b>	<b>Algodão-Bt*</b> <b>(n=272)</b>	<b>Algodão Não-Bt*</b> <b>(n=272)</b>	<b>t-Student</b>	<b>p</b>
Pragas não-alvo	2,11(0,004)(25) a	2,04(0,005)(27) b	1,98	0,047
Inimigos Naturais	2,17(0,002)(24) a	2,21(0,001)(22) a	-0,558	0,576
<b>Pano-de-batida</b>	<b>Algodão-Bt*</b> <b>(n=128)</b>	<b>Algodão Não-Bt*</b> <b>(n=128)</b>	<b>t-Student</b>	<b>p</b>
Pragas não-alvo	2,32(0,001)(20) a	2,23(0,001)(22) a	1,643	0,100
Inimigos Naturais	2,04(0,002)(18) a	2,12(0,002)(16) a	-1,053	0,292

\*Letras iguais na linha da tabela representam valores não significativos a 5%, assumindo variâncias iguais pelo teste de Levene.

### 3.2. Número médio de indivíduos de pragas-alvo, pragas não-alvo e inimigos naturais

O número médio de indivíduos de pragas-alvo observado em ambos os métodos de amostragem foi significativamente menor em NuOpal<sup>®</sup> do que em DeltaOpal<sup>®</sup> (Tabela 3). Enquanto que o número médio de indivíduos de pragas não-alvo verificado no método planta inteira foi significativamente maior em NuOpal<sup>®</sup> comparado a DeltaOpal<sup>®</sup>. Já no método pano-de-batida esta diferença não foi observada (Tabela 3). Este resultado pode ser decorrente do maior número de indivíduos amostrados no método de planta inteira em comparação ao pano-de-batida, como por exemplo, os indivíduos de *B. tabaci* e *Frankliniella* sp. que foram amostrados somente em planta inteira não sendo possível sua amostragem em pano-de-batida (Tabela 1).

O número médio de inimigos naturais, principalmente predadores, não apresentou diferença significativa entre NuOpal<sup>®</sup> e DeltaOpal<sup>®</sup> em nenhum dos métodos de amostragem utilizados (Tabela 3).

Tabela 3

Número médio de espécimes (desvio-padrão) de artropódes por tipo de algodão e método de amostragem, Dourados-MS, 2007.

<b>Planta Inteira</b>	<b>Algodão Bt (n=272)*</b>	<b>Algodão não-Bt (n=272)*</b>	<b>t-Student<sup>1</sup></b>	<b>p</b>
Pragas-alvo	0,03(0,19)a	0,35(0,76)b	7,029 <sup>2</sup>	0,000
Pragas não-alvo	10,45(6,94)a	9,11(6,68)b	2,626	0,009
Inimigos Naturais	2,36(2,67)a	2,50(2,78)a	0,817	0,414
<b>Pano-de-batida</b>	<b>Algodão Bt (n=128)*</b>	<b>Algodão não-Bt (n=128)*</b>	<b>t-Student<sup>1</sup></b>	<b>p</b>
Pragas-alvo	0,00(0,00)a	0,52(0,96)b	6,777 <sup>2</sup>	0,000
Pragas não-alvo	4,35(3,09)a	4,87(4,28)a	0,498 <sup>2</sup>	0,619
Inimigos Naturais	2,50(2,38)a	2,71(2,21)a	1,209	0,228

<sup>1</sup>Dados originais transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para fins de análise estatística; <sup>2</sup> Variâncias diferentes.

\*Letras iguais na linha da tabela representam valores não significativos a 5%, assumindo variâncias iguais pelo teste de Levene.

### 3.2.1. Número médio de indivíduos de espécies dominantes

Em ambos os métodos de amostragem o número médio de lagartas das espécies dominantes de pragas-alvo *P. gossypiella* e *A. argillacea* diferiu significativamente entre algodão-Bt e não-Bt (Tabela 4).

O número médio de ninfas e adultos das espécies dominantes de pragas não-alvo *H. nobilellus*, *A. albidula*, *E. heros*, *Dysdercus* sp., *N. viridula* e *D. speciosa* não diferiu significativamente entre Bt e não-Bt em ambos os métodos de amostragem. Entretanto, o número médio de adultos de *A. grandis* e de *E. meditabunda* diferiu significativamente entre as cultivares Bt e não-Bt no método de planta inteira não ocorrendo esta diferença no método pano-de-batida (Tabela 5).

No caso de *A. grandis* este resultado pode ser decorrente das estruturas reprodutivas das plantas servirem de local de alimentação e oviposição para este inseto, tornando sua visualização e quantificação facilitada no método planta inteira.

O número médio de larvas e adultos dos gêneros e espécies dominantes dos predadores *C. sanguinea*, *Scymnus* sp., *Chrysoperla* sp., *Geocoris* sp., *Orius* sp., Araneae e *C. grandis* não apresentou diferença significativa entre algodão-Bt e não-Bt em nenhum dos métodos de amostragem (Tabela 6).

Tabela 4

Número médio (desvio padrão) de indivíduos das espécies dominantes de pragas-alvo por tipo de algodão e método de amostragem, Dourados-MS, 2007.

<b>Planta inteira</b>	<b>Estágio*</b>	<b>Algodão Bt** (n=272)</b>	<b>Algodão não-Bt** (n=272)</b>	<b>t-Student<sup>1</sup></b>	<b>p</b>
<i>Alabama argillacea</i>	LP	0,03(0,19)a	0,14(0,40)b	3,844	0,000
<i>Alabama argillacea</i>	LG	0,00(0,00)a	0,07(0,27)b	4,023	0,000
<i>Pectinophora gossypiella</i>	Lag	0,00(0,00)a	0,14(0,61)b	4,023	0,000
<b>Pano-de-batida</b>	<b>Estágio*</b>	<b>Algodão Bt** (n=128)</b>	<b>Algodão não-Bt** (n=128)</b>	<b>t-Student<sup>1</sup></b>	<b>p</b>
<i>Alabama argillacea</i>	LP	0,00(0,00)a	0,12(0,38)b	3,502	0,001
<i>Alabama argillacea</i>	LG	0,00(0,00)a	0,13(0,37)b	3,847	0,000
<i>Pectinophora gossypiella</i>	Lag	0,00(0,00)a	0,27(0,85)b	3,867	0,000

<sup>1</sup>Dados originais transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para fins de análise estatística.

\*LP=Lagarta pequena; LG= Lagarta grande; Lag=Lagarta

\*\* Letras iguais nas linhas da tabela representam valores não significativos a 5%, assumindo variâncias iguais pelo teste de Levene.

Tabela 5

Número médio (desvio-padrão) de indivíduos de espécies dominantes de pragas não-alvo por tipo de algodão e método de amostragem, Dourados-MS, 2007.

<b>Planta Inteira</b>	<b>Estágio*</b>	<b>Algodão-Bt** (n=272)</b>	<b>Algodão não-Bt** (n=272)</b>	<b>t-Student<sup>1</sup></b>	<b>p</b>
<i>Horciasoides nobilellus</i>	Ad	2,25(3,28)a	2,02(3,29)a	0,848	0,397
<i>Anthonomus grandis</i>	Ad	0,86(1,62)a	0,57(1,19)b	2,267	0,024
<i>Agallia albidula</i>	Ad	1,16(1,47)a	0,96(1,33)a	1,703	0,089
<i>Nezara viridula</i>	N	0,06(0,25)a	0,03(0,17)a	1,345	0,179
<i>Nezara viridula</i>	Ad	0,17(0,59)a	0,19(0,56)a	0,594	0,553
<i>Euschistus heros</i>	N	0,04(0,23)a	0,03(0,19)a	0,787	0,431
<i>Euschistus heros</i>	Ad	0,38(0,84)a	0,31(0,95)a	1,017	0,309
<i>Edessa meditabunda</i>	N	0,04(0,38)a	0,03(0,20)a	0,319	0,750
<i>Edessa meditabunda</i>	Ad	0,43(1,08)a	0,24(0,73)b	2,451	0,015
<i>Dysdercus</i> sp.	N	0,06(0,27)a	0,07(0,38)a	0,316	0,752
<i>Dysdercus</i> sp.	Ad	0,74(1,41)a	0,73(1,33)a	0,121	0,903
<i>Diabrotica speciosa</i>	Ad	0,19(0,47)a	0,17(0,45)a	0,679	0,498

<b>Pano-de-batida</b>	<b>Estágio*</b>	<b>Algodão-Bt** (n=128)</b>	<b>Algodão não-Bt** (n=128)</b>	<b>t-Student<sup>1</sup></b>	<b>p</b>
<i>Horciasoides nobilellus</i>	Ad	1,11(1,43)a	1,17(1,52)a	0,250	0,803
<i>Anthonomus grandis</i>	Ad	0,37(0,79)a	0,35(0,78)a	0,209	0,834
<i>Agallia albidula</i>	Ad	0,09(0,28)a	0,09(0,50)a	0,219	0,827
<i>Nezara viridula</i>	N	0,08(0,29)a	0,06(0,27)a	0,463	0,644
<i>Nezara viridula</i>	Ad	0,23(0,55)a	0,18(0,46)a	0,812	0,418
<i>Euschistus heros</i>	N	0,00(0,00)a	0,02(0,12)a	1,420	0,157
<i>Euschistus heros</i>	Ad	0,31(0,64)a	0,23(0,53)a	1,111	0,268
<i>Edessa meditabunda</i>	N	0,01(0,08)a	0,00(0,00)a	1,000	0,318
<i>Edessa meditabunda</i>	Ad	0,47(1,37)a	0,59(1,97)a	0,241	0,810
<i>Dysdercus</i> sp.	N	0,02(0,15)a	0,06(0,62)a	0,438	0,662
<i>Dysdercus</i> sp.	Ad	0,75(1,23)a	1,23(2,03)a	1,821	0,070
<i>Diabrotica speciosa</i>	Ad	0,27(0,64)a	0,20(0,49)a	0,859	0,391

<sup>1</sup> Dados originais transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para fins de análise estatística.

\*N=Ninfa; Ad=adulto

\*\*Letras iguais nas linhas da tabela representam valores não significativos a 5%, assumindo variâncias iguais pelo teste de Levene.

Tabela 6

Número médio de espécimes (desvio-padrão) de indivíduos de espécies dominantes de inimigos naturais por tipo de algodão e método de amostragem, Dourados-MS, 2007.

<b>Planta Inteira</b>	<b>Estágio*</b>	<b>Algodão Bt** (n=272)</b>	<b>Algodão não-Bt** (n=272)</b>	<b>t-Student<sup>1</sup></b>	<b>p</b>
<i>Cycloneda sanguinea</i>	L	0,20(0,58)a	0,21(0,82)a	0,231	0,817
<i>Cycloneda sanguinea</i>	Ad	0,07(0,31)a	0,07(0,29)a	0,235	0,815
<i>Scymnus</i> sp.	L	0,56(1,29)a	0,46(1,15)a	0,771	0,441
<i>Scymnus</i> sp.	Ad	0,15(0,41)a	0,18(0,58)a	0,425	0,671
<i>Chrysoperla</i> sp.	L	0,10(0,51)a	0,08(0,28)a	0,332	0,740
<i>Geocoris</i> sp.	Ad	0,15(0,44)a	0,19(0,53)a	0,951	0,342
<i>Orius</i> sp.	Ad	0,10(0,45)a	0,17(0,62)a	1,326	0,185
Araneae	Ad	0,56(0,93)a	0,68(1,00)a	1,629	0,104
<i>Catolaccus grandis</i>	L	0,14(0,62)a	0,12(0,64)a	0,533	0,594

<b>Pano-de-batida</b>	<b>Estágio*</b>	<b>Algodão Bt** (n=128)</b>	<b>Algodão não-Bt** (n=128)</b>	<b>t-Student<sup>1</sup></b>	<b>p</b>
<i>Cycloneda sanguinea</i>	L	0,27(0,70)a	0,27(1,09)a	0,577	0,564
<i>Cycloneda sanguinea</i>	Ad	0,07(0,31)a	0,08(0,26)a	0,367	0,714
<i>Scymnus</i> sp.	L	0,61(1,13)a	0,56(0,91)a	0,063	0,950
<i>Scymnus</i> sp.	Ad	0,11(0,36)a	0,08(0,26)a	0,694	0,489
<i>Chrysoperla</i> sp.	L	0,20(0,71)a	0,16(0,38)a	0,258	0,797
<i>Geocoris</i> sp.	Ad	0,16(0,40)a	0,22(0,46)a	1,160	0,247
<i>Orius</i> sp.	Ad	0,18(0,63)a	0,32(0,84)a	1,518	0,130
Araneae	Ad	0,45(0,85)a	0,56(0,81)a	1,343	0,180
<i>Catolaccus grandis</i>	L	0,29(0,88)a	0,25(0,93)a	0,546	0,585

<sup>1</sup>Dados originais transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para fins de análise estatística.

\*L=Larva; Ad=adulto

\*\*Letras iguais nas linhas da tabela representam valores não significativos a 5%, assumindo variâncias iguais pelo teste de Levene.

#### 4. Discussão

Os inimigos naturais principalmente predadores amostrados em DeltaOpal<sup>®</sup>, como *Orius* sp., *Geocoris* sp., *Podisus nigrispinus*, *Zelus* sp., *Nabis* sp., *Scymnus* sp., *C. sanguinea*, *E. connexa*, *Callida* sp., *L. concinna*, *Chrysoperla* sp., *S. invicta*, *D. luteipes*; Syrphidae, Pteromalidae e Araneae, também foram observados por Barros et al. (2006) em Dourados-MS e relatados por Evangelista-Júnior et al. (2006) em algodoeiro não-Bt em condições de cultivo brasileiras.

A eficiência de controle de Bollgard<sup>®</sup> verificada sobre as pragas-alvo, principalmente sobre a espécie *P. gossypiella*, também foi verificada em condições de cultivo brasileiras na safra 2006/2007 por Ballaminut et al., (2007), Ferreira et al., (2007) e Parisi et al., (2007). Esta constatação demonstra a importância do monitoramento dos insetos-alvo em campo para verificação da eficiência de controle da toxina Cry1Ac sobre estes insetos, bem como, possíveis casos de evolução de resistência, os quais possam reduzir a eficácia de controle de Bollgard<sup>®</sup>.

A análise faunística das espécies não-alvo amostradas entre os ambientes NuOpal<sup>®</sup> e DeltaOpal<sup>®</sup>, demonstrou que a abundância, dominância e constância destas espécies pode ser atribuída a fatores como a possível ausência de atividade inseticida da toxina Cry1Ac presente na cultivar transgênica sobre estes insetos, à redução de competição alimentar no caso dos herbívoros não-alvo com os insetos-alvo controlados pela tecnologia Bollgard<sup>®</sup> e ao método de amostragem utilizado, como foi observado para percevejos como *N. viridula*, os quais foram dominantes em pano-de-batida, pois são insetos melhor quantificados neste método por apresentarem maior mobilidade.

Outro fator que possivelmente pode ter influenciado a abundância de predadores foi a ausência da aplicação de controle químico durante todo o ciclo de desenvolvimento das duas

cultivares. Neste estudo este fator pode ter influenciado os gêneros e espécies não-alvo *A. grandis*, *B. tabaci*, *A. albidula*, *H. nobilellus*, *E. meditabunda* e *Dysdercus* sp., Araneae, *C. sanguinea*, *Scymnus* sp. e *Orius* sp. Este fator também foi observado sobre populações de *Orius* sp. por Yang et al. (2005), as quais foram abundantes tanto em algodão-Bt quanto em não-Bt.

O fato da diversidade dos predadores pertencentes aos gêneros *Scymnus* sp., *Geocoris* sp. e *Orius* sp. não apresentar diferença significativa dentro do grupo de inimigos naturais entre algodão NuOpal<sup>®</sup> e DeltaOpal<sup>®</sup> na amostragem planta inteira, não foi observado por Men et al. (2003), os quais verificaram que a diversidade deste grupo não-alvo que também incluía estes gêneros de predadores foi reduzida em algodão-Bt. No entanto, Naranjo (2005) observou pouca diferença na densidade populacional de *Geocoris* sp entre algodão-Bt e não-Bt ambos sem aplicação de controle químico. Esta constatação pode ser atribuída à disponibilidade de presas entre as cultivares, que pode influenciar a abundância destes insetos e conseqüentemente a diversidade do grupo ao qual pertencem.

A ausência de indivíduos adultos da família Aleyrodidae (mosca-branca) na amostragem pano-de-batida, também foi verificada por Whitehouse et al. (2007) em algodão-Bt em comparação ao não-Bt. Este resultado possivelmente decorra da dificuldade de amostragem destes insetos neste método, por serem considerados insetos pequenos e apresentarem pouca mobilidade, sendo, sua visualização facilitada na amostragem planta inteira, como foi observado neste estudo e também por Sisterson et al. (2004).

O fato de *B. tabaci* ter sido a praga não-alvo mais abundante e com densidade populacional similar entre algodão-Bt e não-Bt no método planta inteira foi também verificado por Naranjo (2005). Isso demonstra a importância da escolha do método de amostragem adequado para monitoramento de insetos não-alvo em cultivares transgênicas em campo, como foi confirmado por Naranjo et al. (2005).

O fato do número médio de indivíduos dos predadores *Orius* sp. e Araneae não apresentar diferença significativa entre NuOpal<sup>®</sup> e DeltaOpal<sup>®</sup> em nenhum dos métodos de amostragem utilizados não foi observado por Wan et al (2002) e Hagerty et al. (2005), onde o número médio destes predadores em algodão-Bt foi maior do que em não-Bt. Esta diferença de resultado pode ser decorrente das condições climáticas existentes em cada país que podem afetar a biologia e comportamento destes insetos nas cultivares Bt e não-Bt. Também a similaridade do número médio destes predadores, foi verificada em outras culturas transgênicas, como no caso do milho-Bt em condições de cultivo brasileiras por Fernandes et al. (2007).

A não diferença significativa do número médio de indivíduos pertencentes à família Coccinellidae amostrados em sistema de produção sem a aplicação de inseticidas entre algodão-Bt e não-Bt, também foi verificada por Yang et al. (2005). No entanto, a diferença no número médio de espécimes desta família de predadores foi verificada por Hofs et al. (2005) e Hagerty et al. (2005). Esta diferença pode ser atribuída ao número de presas amostradas entre algodão-Bt e não-Bt apresentarem desenvolvimento favorecido pela ausência da ação de inseticidas que comumente são aplicados para seu controle.

A similaridade do número de indivíduos da família Chrysopidae entre algodão-Bt e não-Bt também foi observada por Whitehouse et al. (2005), sendo a presença de indivíduos desta família também verificada em algodão-Bt por Sisterson et al. (2004). No entanto, Hagerty et al. (2005), verificaram que populações de crisopídeos pertencentes às famílias Chrysopidae e Hemerobiidae, apresentaram-se mais abundantes em algodão Bollgard<sup>®</sup> quando comparados ao algodão não-Bt.

O resultado de presença destes insetos em ambas as cultivares observado no presente estudo, pode ser decorrente de presas como lagartas de lepidópteros que se alimentam da toxina de Bt possivelmente apresentarem-se como fonte alimentar de baixa qualidade

nutricional para estes predadores, provavelmente devido a mudança na composição de aminoácidos da hemolinfa destes lepidópteros como foi observado em milho-Bt por (Dutton et al. 2003), conduzindo estes predadores à busca de outras presas com melhor qualidade nutricional.

## 5. Conclusão

O estudo de biodiversidade conduzido na ausência da aplicação de inseticidas em condições brasileiras, possibilitou a verificação da ausência de impacto negativo da toxina Cry1Ac presente em NuOpal<sup>®</sup> sobre a biodiversidade de pragas não-alvo (herbívoros e mastigadores) e de seus inimigos naturais, principalmente predadores.

Também foi verificado que dependendo da espécie de inseto amostrada, há um método de amostragem específico, planta inteira ou pano-de-batida, o que pode influenciar a quantidade de indivíduos amostrados entre algodão-Bt e não-Bt, como por exemplo, no caso de *B. tabaci* e *Frankliniella* sp., que foram melhor amostrados em planta inteira por serem considerados insetos de pouca mobilidade. Isso demonstra que o tipo de amostragem utilizado pode auxiliar no monitoramento das pragas não-alvo e conseqüentemente na avaliação do risco de resistência destes insetos à proteína Cry1Ac em algodão-Bt.

Este estudo também relatou a diversidade dos grupos de pragas não-alvo e inimigos naturais (predadores) existentes na região de Dourados, estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. Este inventário de espécies em condições de cultivo brasileiras direciona a necessidade de novos estudos em diferentes regiões do Brasil e de estudos caso a caso, para que possam ser verificados e comparados os resultados sobre o impacto da tecnologia Bollgard<sup>®</sup> sobre estes grupos de artrópodes, avaliando os benefícios e malefícios desta tecnologia sobre a artropodofauna e produção de algodão nacional.

## Agradecimentos

Os autores agradecem Pierre Jean Silvie (CIRAD) pela identificação dos gêneros e espécies *Oxycarenus* sp., *Zelus longipes*, *Zelus armillatus*, *Repipta* sp., *Hypselonotus* sp., *Horciasinus signoreti*, *Horciasoides nobilellus*, *Hyperaspis festiva* e *Olla v-nigrum* e pela indicação de taxonomistas para identificação de outros insetos, Sérgio Vanin (Universidade de São Paulo) pela identificação do crisomelídeo *Jansonius boggianii subaeneus*, Ayres de Menezes Jr. (Universidade Estadual de Londrina) pela identificação do himenóptero parasitóide *C. grandis*, Rogério Silvestre e Manoel Fernando Demétrio (Universidade Federal da Grande Dourados) pelas identificações das formigas (*Solenopsis invicta* e *Atta* sp.), à empresa MDM pela concessão das sementes de ambas as cultivares utilizadas no experimento e ao CNPq pela bolsa concedida ao primeiro autor.

## Referências

- Ballaminut, C. E. C., Chiavegato, E. J., Moreira, M. S., Gottardo, L. C., Brandão, G., 2007. Cultivares transgênicas (Bollgard I) e não transgênicas em relação ao ataque de lagarta desfolhadora. In: Anais do VI Congresso Brasileiro de Algodão, Uberlândia/MG, 2007. Uberlândia/MG: Center Convention, pp. 30.
- Barros, R., Degrande, P. E., Ribeiro, J. F., Rodrigues, A. L. L., Nogueira, R. F., Fernandes, M. G., 2006. Flutuação populacional de insetos predadores associados a pragas do algodoeiro. *Arquivos do Instituto Biológico*. 73, 57-64.
- Degrande, P. E., Oliveira, M. A. de, Ribeiro, J. F., Barros, R., Nogueira, R. F., Rodrigues, A. L. L., Fernandes, M. G., 2003. Avaliação de métodos para quantificar predadores de pragas do algodoeiro. *Arquivos do Instituto Biológico*. 70, 291–294.
- Dutton, A., Klein, H., Romeis, J., Bigler, F. 2003. Preymediated effect of *Bacillus thuringiensis* spray on the predator *Chrysoperla carnea* in maize. *Biol. Control*. 26, 209-215.
- Embrapa Agropecuária Oeste. 2001. Algodão: tecnologia de produção. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados/MS, Brasil.
- Evangelista-Júnior, W. J., Zanuncio-Júnior, J. S., Zanuncio, J. C., 2006. Controle biológico de artrópodes pragas do algodoeiro com predadores e parasitóides. *Revista Brasileira de oleaginosas e fibrosas*. 10, 1147-1165.
- Fernandes, O. A., Faria, M., Martinelli, S., Schmidt, F., Carvalho, V. F., Moro, G., 2007. Short-term assessment of Bt maize on non-target arthropods in Brazil. *Scientia Agrícola*. 64, 249-255.
- Ferreira, F. Dos S., Fuscolim, R., Torres, R.G., Dona, C.A., Freitas, D.R., Bosqueiro, M.A., Chaves, A.A., Corbo, E., Marchiori Jr., O., Boer, C.A., 2007. Algodão Bollgard (Mon

- 531) no controle dos lepidópteros praga nas principais regiões produtoras do Brasil. In: Anais do VI Congresso Brasileiro de Algodão, Uberlândia/MG, 2007. Uberlândia/MG: Center Convention, pp. 16.
- Hagerty, A. M., Kilpatrick, A. L., Turnipseed, S. G., Sullivan, M. J., 2005. Predaceous arthropods and lepidopteran pests on conventional, Bollgard, and Bollgard II cotton under untreated and disrupted conditions. *Environmental Entomology*. 34, 105-114.
- Hilbeck, A., Andow, D. A., Arpaia, S., Birch, A. N. E., Fontes, E. M. G., Lövei, G. L., Sujii, E. R., Wheatley, R. E., Underwood, E., 2006. Methodology to support non-target and biodiversity risk assessment. In: Hilbeck, A., Andow, D. A., Fontes, E. M. G. (Eds.), *Environmental risk assessment of genetically modified organisms: Methodologies for assessing Bt cotton in Brazil*. Cabi Publishing, pp.108-132.
- Hofs, J. L., Schoeman, A., Mellet, M., Vaissayre, M., 2005. Impact des cotonniers génétiquement modifiés sur la biodiversité de la faune entomologique: Le cas du coton Bt em Afrique du Sud. *International Journal of Tropical Insect Science*. 25, 63–72.
- Mato Grosso do Sul, 1990. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral. Atlas Multireferencial, Campo Grande.
- Men, X., Ge, F., Liu, X., Yardim, E. N., 2003. Diversity of arthropod communities in transgenic Bt cotton and nontransgenic cotton agroecosystems. *Environmental Entomology*. 32, 270-275.
- Naranjo, S. E., 2005. Long-term assessment of the effects of transgenic *Bt*-cotton on the abundance of nontarget arthropod natural enemies. *Environmental Entomology*. 34, 1193–1210.
- Naranjo, S. E., Head, G., Dively, G. P., 2005. Field studies assessing arthropod nontarget effects in *Bt* transgenic crops: Introduction. *Environmental Entomology*. 34, 1178–1180.

- Parisi, H.A.M., Ballaben, R.S., Silva, E.A., Michelotto, M.D., Busoli, A.C., 2007. Infestação de *Alabama argillacea* na variedade NuOpal (Bollgard I) e em outras sete variedades comerciais de algodão em Jaboticabal, SP. In: Anais do VI Congresso Brasileiro de Algodão, Uberlândia/MG, 2007. Uberlândia/MG: Center Convention, pp. 45.
- Poole, R.W., 1974. An introduction to quantitative ecology. New York, McGraw-Hill.
- Ramiro, Z. A., Faria, A. M. de., 2006. Levantamento de insetos predadores nos cultivares de algodão Bollgard<sup>®</sup>DP90 e convencional Delta Pine Acala 90. Arquivos do Instituto Biológico. 73, 119-121.
- Romeis, J., Meissle, M., Bigler, F., 2006. Transgenic crops expressing *Bacillus thuringiensis* toxins and biological control. Nature Biotechnology. 24, 63-71.
- Silveira Neto, S., Nakano, O., Barbin, D., Vila Nova, N. A., 1976. Manual de ecologia dos insetos. Ceres, São Paulo.
- Sisterson, M. S., Biggs, R. W., Olson, C., Carrière, Y., Dennehy, T. J., Tabashnik, B. E., 2004. Arthropod Abundance and Diversity in Bt and Non-Bt Cotton Fields. Environmental Entomology. 33, 921–929.
- Southwood, T. R. E., 1995. Ecological methods: with particular reference to the study of insect populations. Chapman & Hall, London.
- Uramoto, K., Walder, J. M. M., Zucchi, R. A., 2005. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. Neotropical Entomology. 34, 33-39.
- Zhao, J. Z., Cao, J., LI, Y., Collins, H. L., Roush, R. T., Earle, E. D., Shelton, A. M., 2003. Transgenic plants expressing two *Bacillus thuringiensis* toxins delay insect resistance evolution. Nature Biotechnology. 21, 1493-1497.

- Wan, F. H., Liu, W. X., Guo, J. Y., 2002. Comparison analyses of the functional groups of natural enemy in transgenic bt-cotton field and non-transgenic cotton fields with IPM and chemical control. *Acta Ecologica Sinica*. 22, 935-942.
- Whitehouse, M. E. A., Wilson, L. J., Fitt, G. P., 2005. A comparison of arthropod communities in transgenic Bt and conventional cotton in Australia. *Environmental Entomology*. 34, 1224-1241.
- Whitehouse, M. E. A., Wilson, L. J., Constable, G. A., 2007. Target and non-target effects on the invertebrate community of Vip cotton, a new insecticidal transgenic. *Australian Journal of Agricultural Research*. 58, 273-285.
- Yang, P., Li, K., Shi, S., Xia, J., Guo, R., Li, S., Wang, L., 2005. Impacts of transgenic Bt cotton and integrated pest management education on smallholder cotton farmers. *International Journal of Pest Management*. 51, 231–244.

## Capítulo II

### **Impacto do algodoeiro geneticamente modificado Bollgard® sobre a biodiversidade de artrópodes sob condições práticas de campo**

**Danielle Thomazoni<sup>1</sup>, Paulo Eduardo Degrande<sup>2,\*</sup>,  
Pierre Jean Silvie<sup>3</sup> e Odival Faccenda<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal da Grande Dourados, Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Departamento de Ciências Biológicas /Unidade II. Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Caixa Postal: 241, Cep: 79804-970, Dourados/MS, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal da Grande Dourados, Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências Agrárias /Unidade II. Rodovia Dourados-Itahum, Km 12 - Cidade Universitária - Agronomia/Entomologia. Aeroporto. Caixa-Postal: 533, Cep: 79804-970, Dourados/MS, Brasil.

<sup>3</sup>CIRAD-CA Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Avenue Agropolis, 34398 – Montpellier Cedex 5 – França

<sup>4</sup>Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Graduação em Ciências da Computação e Sistemas de Informação. Unidade II. Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Caixa Postal: 241, Cep: 79804-970, Dourados/MS, Brasil.

\*e-mail : [degrande@ufgd.edu.br](mailto:degrande@ufgd.edu.br)

## Abstract

The technology of the genetically modified cotton has given to the producers an option to control of the lepidopteran pests *Alabama argillacea* (Hübner, 1823), *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) and *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1844) in cotton crop. Thus, the cotton plant that expresses the gene bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt), which codes the protein of insecticidal effect (Cry1Ac) to these lepidopterans, has generated the possibility to reduce the number of pesticide applications during the crop cycle. Therefore, it was evaluated in field during crop season 2006/2007 in Dourados/MS, Brazil, the impact of transgenic cotton (NuOpal<sup>®</sup>) in comparison with non-Bt isogenic line (DeltaOpal<sup>®</sup>) on lepidopteran pests, non-target pests and natural enemies (mainly predators), by using two sampling methods: beatsheet and whole plant observation, under conventional growing conditions. Both varieties were cultivated with application of insecticides for pests that reached the threshold level, according to the Integrated Pest Management (IPM) practices. It was verified that the average number of specimens of target-pests with both sampling methods was significantly lower in Bt-cotton than in non-Bt cotton. However, the average number of specimens of non-target pests and natural enemies did not differ significantly between Bt-cotton and non-Bt cotton in both sampling methods. The diversity of nontarget pests characterized by Shannon-Wiener index was significantly higher in Bt-cotton in the whole plant observation. However, the diversity of the natural enemies did not differ in this sampling method.

**KEY WORDS:** Bt-cotton; arthropods; cotton production; biodiversity; Brazil.

## Resumo

A tecnologia do algodão geneticamente modificado tem proporcionado aos produtores uma opção de controle aos lepidópteros-praga da cultura como *Alabama argillacea* (Hübner, 1823), *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) e *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1844). Dessa forma, cultivares do algodoeiro que expressam gene da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt), o qual produz proteína de efeito inseticida (Cry1Ac) a estes lepidópteros, tem gerado a possibilidade de redução do número de aplicações de inseticidas durante o ciclo da cultura. Neste sentido, objetivou-se determinar no campo durante a safra 2006/2007 em Dourados/MS, Brasil, o impacto da cultivar transgênica (NuOpal<sup>®</sup>) em comparação com a cultivar isogênica não-transgênica (DeltaOpal<sup>®</sup>) sobre pragas-alvo, pragas não-alvo e inimigos naturais, utilizando-se duas metodologias de amostragem: “pano-de-batida” e “planta inteira” em condições de plantio convencional, sendo que ambas as variedades foram cultivadas em sistema de cultivo com aplicação de inseticidas para pragas que atingissem o nível de controle preconizado pelo Manejo Integrado de Pragas. Verificou-se que o número médio de espécimes de pragas-alvo em ambos os métodos de amostragem foi significativamente menor em algodão-Bt do que em algodão não-Bt. Entretanto, o número médio de espécimes de pragas não-alvo e inimigos naturais não apresentou diferença significativa entre as cultivares em nenhum dos métodos avaliados. A diversidade de pragas não-alvo caracterizada pelo índice de Shannon-Wiener apresentou diferença significativa entre algodão-Bt e não-Bt no método de amostragem planta inteira, enquanto que para inimigos naturais não houve diferença nesse mesmo método de amostragem.

**PALAVRAS-CHAVE:** algodão-Bt; artrópodofauna; produção de algodão; biodiversidade; Brasil.

## INTRODUÇÃO

Com uma área de 1,07 milhões de hectares (ha), a produção total de algodão avaliada para a safra de 2006/2007 no Brasil foi de 3,75 milhões de toneladas, sendo deste total 120.000 ha estimados para o cultivo de duas variedades transgênicas autorizadas, NuOpal<sup>®</sup> e DP90B (4), expressando o gene Cry1Ac que proporciona ao cultivar resistência contra as pragas-alvo *Alabama argillacea* (Hübner, 1823), *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1844) e *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781).

Estas variedades têm sido cultivadas em países como os Estados Unidos, Argentina, Austrália, China, México e África do Sul, proporcionando redução na aplicação de inseticidas e promovendo a preservação dos inimigos naturais (8,18).

Na China, produtores que adotaram a tecnologia do algodão-Bt reduziram a aplicação de inseticidas contra *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808), entre 60% a 80%, resultando em um aumento de 24% na população de inimigos naturais (14). Na Índia houve um aumento de 29% da produção de fibra e economia de 60% em aplicação de inseticidas (2), enquanto que no México a redução do uso de pesticidas foi de 80% (21).

Com a liberação da variedade de algodoeiro geneticamente modificada NuOpal<sup>®</sup> (Bollgard<sup>®</sup>) para a safra 2006/2007 no Brasil, objetivou-se avaliar no campo o impacto desta tecnologia sobre a biodiversidade de pragas-alvo, pragas não-alvo e os seus inimigos naturais em comparação ao cultivar isogênico não-transgênico (DeltaOpal<sup>®</sup>), em sistema de produção com aplicação de inseticidas para pragas que atingissem o nível de controle preconizado pelo Manejo Integrado de Pragas (MIP).

## MATERIAL E MÉTODOS

**Local de estudo** O trabalho foi realizado na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), na Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), no município de Dourados, estado do Mato Grosso do Sul durante o período de novembro de 2006 a abril de 2007. A Universidade situa-se em latitude de 22°14' de latitude Sul, 54°44' de longitude Oeste e altitude de 452 m. O clima da região, segundo a classificação pelo sistema internacional de Köppen é Mesotérmico Úmido; do tipo Cwa. A quantidade de precipitação ocorrida na área experimental ao longo da condução do experimento pode ser observada na Fig. 1. O solo dessa área é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico de textura muito argilosa (65,3% de argila, 17,4% de silte e 17,3% de areia) (15).

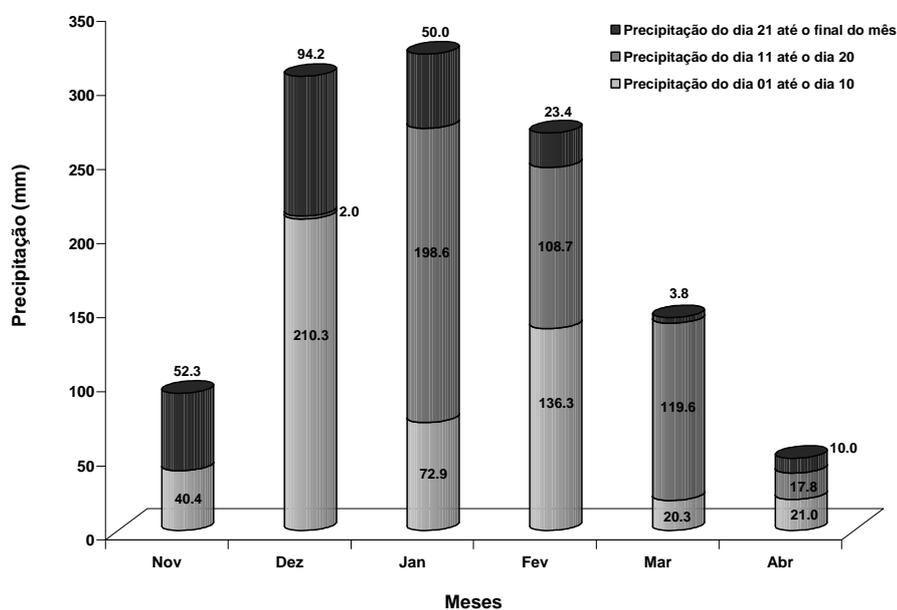


Fig. 1. Precipitação ocorrida nos meses em que o experimento foi conduzido (novembro de 2006 a abril de 2007). Dourados, MS, 2007.

**Descrição da área amostral** Foi demarcada uma área total de 70 m por 70 m (0,49 hectare), a qual foi dividida em duas subáreas. Cada subárea foi dividida em dez faixas constituídas de oito linhas da variedade com 7,2 m por 35 m, espaçadas 0,9 m entre si, que representaram dez repetições para cada tratamento, de acordo com os métodos propostos por (13, 19). A área útil de cada faixa foi constituída por seis linhas onde foram amostradas as duas linhas centrais, sendo que uma linha em cada uma das duas extremidades de cada faixa constituiu a bordadura da unidade amostral.

O delineamento experimental utilizado foi o de experimento em faixas, constituído por dois tratamentos: variedades NuOpal<sup>®</sup> e DeltaOpal<sup>®</sup>. Para efeito de análise dos dados no método de amostragem planta inteira a unidade amostral foi constituída por dez plantas para cada tratamento, formada pela soma dos indivíduos das dez plantas amostradas separadamente em cada uma das dez faixas. A amostragem planta inteira apresentou 430 repetições ao longo do período de condução do experimento, totalizando 43 amostragens. No método de amostragem pano-de-batida a unidade amostral foi constituída pela soma dos indivíduos amostrados em duas plantas para cada tratamento, sendo realizadas 270 repetições a partir do estágio de florescimento (F1) das plantas, totalizando 27 amostragens.

Para minimizar os efeitos dos produtos aplicados e favorecer a presença de insetos sugadores (percevejos) migrantes da soja para as cultivares de algodoeiro por ocasião do final do ciclo da oleaginosa, uma área de intervalo de 10 m entre as duas cultivares de algodão foi cultivada com a variedade de soja CD 219RR, a qual não recebeu tratamento fitossanitário durante a condução do experimento.

As sementes de soja foram previamente tratadas com micronutrientes, Co e Mo, 100g.60kg<sup>-1</sup> de sementes, e inoculante turfoso (*Bradhyrizobium japonicum*), 100g.60kg<sup>-1</sup>. Uma adubação de 400 Kg.ha<sup>-1</sup> da fórmula 08-20-20+Zn foi realizada na linha de semeadura. A

semeadura foi realizada no dia 03 de novembro de 2006, com emergência no dia 10 de novembro 2006.

**Preparo da área amostral, semeadura das cultivares e tratos culturais** A área experimental foi preparada de maneira a adequar-se às condições físicas, químicas e biológicas do solo à cultura do algodoeiro, sendo que as adubações de base e a cobertura foram realizadas de acordo com a análise de solo e as recomendações da cultura para a região (9). O preparo de solo foi realizado através de aração e gradagem, sendo o plantio realizado de forma convencional após dessecação da área cultivada com a variedade de soja RR (CD 219) com Reglone<sup>®</sup> (diquat) (3 l/ha). A tabela 1 apresenta os tratos culturais aplicados à área de experimentação com algodão Bt e não-Bt.

TABELA 1 Tratos culturais aplicados nas variedades NuOpal<sup>®</sup> e DeltaOpal<sup>®</sup>. Dourados/MS, 2006/2007.

<b>Produto aplicado (ingrediente ativo)</b>	<b>Quantidade aplicada por hectare (ha) (Kg ou l)</b>	<b>Data da aplicação</b>
N-P-K (08-20-20)	400 Kg	26/11/2006
Fusilade <sup>®</sup> (fluazifope-P-butílico)	0,8 l	18/12/2006
Envoke <sup>®</sup> (trifloxissulfurom-sódico)	0,005 Kg	27/12/2006
Staple <sup>®</sup> (pirtiobaque-sódico)	0,15 l	27/12/2006
Sulfato de amônio	0,15 Kg	02/01/2007

As sementes das cultivares NuOpal<sup>®</sup> (Bt) e DeltaOpal<sup>®</sup> (não-Bt) utilizadas no experimento foram fornecidas pela empresa MDM-Sementes de Algodão<sup>®</sup>, sendo previamente tratadas com os fungicidas Euparen<sup>®</sup> (tolifluanida) (200g/100Kg sementes), Monceren<sup>®</sup> (pencicurom) (200g/100Kg sementes) e Baytan<sup>®</sup> (triadimenol) (40ml/20 Kg sementes), visando o controle de doenças que causam tombamento.

A semeadura mecanizada das cultivares foi realizada no dia 27 de novembro de 2006, com densidade de 13 sementes por metro e espaçamento entre fileiras de 0,90 metros. A emergência ocorreu no dia 4 de dezembro de 2006.

Para o controle de plantas daninhas foi realizada capina manual e controle químico (Tabela 1) durante todo o ciclo de desenvolvimento das duas áreas da cultura. Houve cuidado especial para o controle de formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, durante o desenvolvimento da cultura, sendo aplicado iscas de Blitz<sup>®</sup> (fipronil) nos 15 e 30 dias após a emergência (DAE) em áreas adjacentes ao experimento nas faixas 9 e 10 da cultivar NuOpal<sup>®</sup>.

**Definição da área experimental e amostragens para nível de decisão de controle** As aplicações de inseticidas estão detalhadas na Tabela 2 e foram realizadas quando a infestação de pragas atingiu o nível de controle proposto para a espécie presente (7), de forma tratorizada com pressão de trabalho constante ajustada com volume de calda de 100 l.ha<sup>-1</sup> e bico cone vazio. No caso de *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843), como a pressão de ataque foi elevada, foram necessárias 22 aplicações de inseticidas a partir dos 37 DAE (11 de janeiro de 2007) até o final do ciclo da cultura (19 de abril de 2007). Foram aplicados para controle deste inseto os seguintes produtos com suas respectivas doses e datas de aplicação: Thiodan<sup>®</sup> 350CE (endosulfan) (2 l/ha) nos dias 11, 16, 21, 26 e 31 de janeiro de 2007 e nos dias 05, 07, 12 e 17 de fevereiro de 2007, Folisuper<sup>®</sup> 600CE (parathion) (1 l/ha) nos dias 21 de fevereiro de 2007, 19 e 23 de março de 2007, 02, 04 e 19 de abril de 2007, Bulldock<sup>®</sup> 125SC (beta-ciflutrina) (0,1 l/ha) no dia 26/02/2007 e Karate<sup>®</sup> 50CE (lambda-cialotrina) (0,12 l/ha) nos dias 02, 06, 09, 13 e 16 de março de 2007 e no dia 11 de abril de 2007.

TABELA 2. Aplicação de inseticidas em cultivar NuOpal<sup>®</sup> (Bt) e DeltaOpal<sup>®</sup> (não-Bt) durante a safra 2006/2007. Dourados, MS, Brasil.

Produto (ingrediente ativo)	Pragas	Nível de Controle (lag/pl <sup>(1)</sup> ou % de dano)	Quantidade (Kg ou l ha <sup>-1</sup> )	Data de aplicação	
				NuOpal <sup>®</sup> 2007	DeltaOpal <sup>®</sup> 2007
Provado <sup>®</sup> (imidacloprido)	<i>Aphis gossypii</i>	40%	0,4 l	05-Jan	05-Jan
Cartap <sup>®</sup> (cartap)	<i>Alabama argillacea</i>	2 lag./pl	0,5 Kg	-	05-Jan
Abacmectin <sup>®</sup> (abamectina)	<i>Tetranychus urticae</i>	10%	0,5 l	02-Mar	02-Mar
Abacmectin <sup>®</sup> (abamectina)	<i>T. urticae</i>	10%	0,5 l	09-Mar	09-Mar
Provado <sup>®</sup> (imidacloprido)	<i>A. gossypii</i>	40%	0,4 l	19-Mar	19-Mar
Abacmectin <sup>®</sup> (abamectina)	<i>T. urticae</i>	10%	0,5 l	04-Abr	04-Abr
Abacmectin <sup>®</sup> (abamectina)	<i>T. urticae</i>	10%	0,5 l	11-Abr	11-Abr

<sup>(1)</sup> Lagartas por planta

**Métodos de amostragem** Dentro de cada faixa foram observadas plantas das duas linhas centrais. A amostragem foi realizada a cada três ou quatro dias, dependendo das condições ambientais de precipitação, iniciando-se a partir do estágio VE (emergência) da cultura e durante o período do dia 6 de dezembro de 2006 até o dia 27 de abril de 2007, avaliando a presença de espécies de pragas-alvo, pragas não-alvo e inimigos naturais, utilizando dois métodos: pano-de-batida e planta inteira.

Para o método de pano-de-batida foi utilizada a entrelinha de cultivo entre as duas linhas centrais de cada faixa, em dois pontos aleatórios totalizando 20 pontos por tratamento. O pano apresentava cor branca facilitando a visualização dos insetos, com largura igual ao espaçamento da cultura (0,90 m de largura por 1 m de comprimento), sendo ajustado de forma a cobrir toda a área compreendida entre as duas linhas de algodoeiro amostradas.

Para o processo de amostragem, utilizaram-se as recomendações de (6), onde o pano foi colocado entre duas fileiras de planta, sendo em seguida aberto sobre o solo. Posteriormente, as duas fileiras foram sacudidas vigorosamente para que os insetos tanto em estágio imaturo quanto adulto caíssem sobre o pano, possibilitando a sua visualização seguida

de sua quantificação e identificação em nível de família e/ou espécie ainda em campo. O número de lagartas de *P. gossypiella*, foi quantificado neste método a partir da queda de estruturas reprodutivas danificadas no pano-de-batida e posterior abertura das mesmas.

Para o método de avaliação de planta inteira, foram avaliadas 10 plantas separadamente por faixa, quantificando e identificando a família e/ou espécie os insetos ainda em campo, sendo, quando necessário, coletados e acondicionados em frascos com álcool 70% aqueles insetos não identificados em campo para posterior identificação em laboratório.

**Análise estatística** A análise faunística foi baseada nos cálculos dos índices de frequência, constância, abundância e dominância (22), considerando o número de lagartas pequenas (menores que 1,0 cm), lagartas grandes (maiores que 1,0 cm), larvas, ninfas e adultos. A frequência absoluta foi definida como o número total de espécimes observado nas diferentes condições de amostragem.

A constância foi definida como porcentagem de amostras em que uma determinada espécie esteve presente (26). Uma vez obtido o percentual da constância ao longo dos estádios fenológicos da planta, agrupou-se as espécies nas categorias:

- *constante* (w), presentes em mais de 50% das observações semanais;
- *acessórias* (y) presentes de 25 a 50% das observações; e
- *acidentais* (z), presentes em menos de 25% das observações.

A abundância é o número de indivíduos de uma determinada espécie pela unidade de superfície ou volume, podendo variar pelo espaço e tempo (24). Para estimar a abundância empregou-se os limites estabelecidos pelo intervalo de confiança (IC) a 5% e 1% de probabilidade e determinou-se as seguintes classes:

- *rara* (r), número de indivíduos da espécie, menor do que o limite inferior do IC a 1% de probabilidade;

- *dispersa* (d), número de indivíduos entre os limites inferiores dos intervalos de confiança a 1% e 5% de probabilidade;

- *comum* (c), número de indivíduos dentro do intervalo de confiança a 5%;

- *abundante* (a), número de indivíduos entre os limites superiores aos intervalos de confiança a 5% e 1% de probabilidade, e

- *muito abundante* (ma), número de indivíduos maior que o limite superior do IC a 1% de probabilidade.

Um organismo é considerado dominante quando recebe o impacto do ambiente e se adapta ao mesmo (22). Para o estudo, uma espécie foi considerada *dominante* quando apresentou frequência relativa superior a  $1/S$ , onde  $S$  é o número total de espécies encontradas no período de amostragem.

Para comparar a diferença das médias dos grupos de pragas-alvo, pragas não-alvo e inimigos naturais, considerou-se o estágio de desenvolvimento dos espécimes, entre os tratamentos Bt e não-Bt. Como as pressuposições de normalidade (Teste de Z de Kolmogorov-Smirnov) e homogeneidade entre as variâncias (Teste de Levene), não foram atendidas, tanto nos valores originais quanto nos valores transformados pela fórmula  $\sqrt{X + 0,5}$ , utilizou-se o teste estatístico não-paramétrico U de Mann-Whitney como alternativa para o teste  $t$  de *Student*. Todos os resultados foram analisados considerando o nível de significância  $\alpha = 5\%$ .

A diversidade de pragas-alvo, pragas não-alvo e inimigos naturais nos ambientes “algodão-Bt” e “algodão não-Bt” foi estudada utilizando-se o índice de Shannon-Wiener com fator de correção e logaritmo natural (20), através da frequência dos espécimes. Este índice mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido ao acaso, de uma amostra com  $S$  espécies e  $N$  indivíduos (22).

Quanto menor o valor do índice de Shannon, menor o grau de incerteza e, portanto, a diversidade da amostra é baixa. A diversidade tende a ser mais alta quanto maior o valor do índice (26). O teste *t* de *Student* foi utilizado para verificar se a diferença de diversidade de espécies entre estes ambientes foi significativa ao nível de significância  $\alpha = 5\%$ .

## RESULTADOS

**Biodiversidade e índices faunísticos** Durante o período das amostragens foi observado o total de 39 espécies distribuídas em 10 ordens e 25 famílias, as quais foram divididas em três grupos: pragas-alvo, pragas não-alvo e inimigos naturais (Tabela 3).

No método de avaliação planta inteira, das 1958 espécimes amostradas em NuOpal<sup>®</sup>, 17 (0,86%) pertenciam às espécies de pragas-alvo. Os indivíduos pertencentes às pragas não-alvo representaram 1270 (64,8%) da amostra, enquanto que 671 indivíduos representaram (34,2%) dos inimigos naturais. Em DeltaOpal<sup>®</sup> dos 2502 espécimes amostrados, 674 (26,9%) pertenciam à pragas-alvo, 1328 (53,0%) à pragas não-alvo e 500 (19,9%) aos inimigos naturais.

Para o método de pano-de-batida em algodão-Bt, dentre os 1288 espécimes amostrados, 16 (1,24%) pertenciam ao grupo de pragas-alvo. Para pragas não-alvo foram amostrados 601 espécimes (46,6%) e 671 (52,0%) indivíduos de inimigos naturais. Enquanto que para o algodão não-Bt, dos 2144 espécimes amostrados, 982 (45,4%) pertenciam à pragas-alvo, 614 (28,6%) à pragas não-alvo e 548 (25,5%) aos inimigos naturais.

**Amostragem planta inteira e pano-de-batida** A espécie de praga-alvo da tecnologia Bollgard<sup>®</sup> *A. argillacea* apresentou-se dominante tanto em NuOpal<sup>®</sup> quanto em DeltaOpal<sup>®</sup>, e em ambas as amostragens: planta inteira e pano-de-batida (Tabela 3).

A espécie de herbívoro não-alvo classificada como muito abundante, dominante e constante tanto em algodão NuOpal<sup>®</sup> quanto em DeltaOpal<sup>®</sup> em ambos os métodos de amostragem foi *A. grandis* (Tabela 3). Este resultado confirma o fato da toxina Cry1Ac inserida na cultivar Bt não apresentar efeito inseticida sobre este inseto e possivelmente decorra da migração deste inseto de áreas experimentais com soqueiras de algodão não-Bt adjacentes ao experimento, promovendo a adaptação da população deste inseto em ambos os tipos de algodão.

A espécie de sugador não-alvo *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889), apresentou-se como muito abundante, dominante e constante tanto em algodão-Bt quanto em algodão não-Bt somente em planta inteira. No entanto, neste mesmo método de amostragem uma espécie do gênero *Frankliniella* foi dominante somente em algodão-Bt (Tabela 3). Isso demonstra a importância da escolha do método de amostragem para monitoramento de cada gênero e/ou espécie de inseto na cultivar transgênica o que pode auxiliar a verificação de possíveis casos de evolução de resistência à toxina Cry1Ac.

Os herbívoros não-alvo *Euschistus heros* (Fabr., 1798), *Dysdercus* sp. e *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) foram dominantes tanto em NuOpal<sup>®</sup> quanto em DeltaOpal<sup>®</sup> em pano-de-batida. Entretanto, neste mesmo método de amostragem a espécie *Lagria villosa* (Fabr., 1783), foi dominante somente em algodão não-Bt (Tabela 3). Este resultado pode ser atribuído ao fato desta espécie ter encontrado maior disponibilidade de alimento na cultivar não transgênica, como as nervuras das folhas, devido a redução de competição com outras pragas não-alvo que possivelmente podem ter sido controladas pela ação de controle químico, como também de um possível efeito fagodeterrente de Cry1Ac sobre este inseto.

Os predadores abundantes e dominantes tanto em algodão-Bt quanto não-Bt em ambos os métodos de amostragem foram Araneae e *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Tabela 3). Possivelmente este resultado decorra da ação de controle químico aplicado à pragas não-alvo,

ter sido menos impactante sobre estes predadores que comumente habitam locais protegidos nas plantas, como por exemplo, no caso de *D. luteipes* que se abriga nas brácteas.

Na amostragem planta inteira, o predador *Scymnus* sp. foi abundante somente em algodão não-Bt e dominante em ambas as cultivares. No entanto, o himenóptero predador *Solenopsis invicta* (Buren) foi muito abundante somente em algodão-Bt neste método de amostragem. Enquanto que no método pano-de-batida, *Scymnus* sp. foi dominante somente em algodão não-Bt e *S. invicta* apresentou-se muito abundante e dominante em ambas as cultivares (Tabela 3).

Considerando a constância ao longo do período de amostragem, Araneae apresentou-se constante tanto em algodão-Bt quanto em algodão não-Bt em ambos os métodos de amostragem. Enquanto que *Scymnus* sp. foi constante tanto em NuOpal<sup>®</sup> quanto em DeltaOpal<sup>®</sup> somente em planta inteira, e a espécie de predador *D. luteipes* foi constante somente em NuOpal<sup>®</sup> neste mesmo método de amostragem, entretanto, no método pano-de-batida, *D. luteipes* foi constante em ambos os tipos de algodão (Tabela 3).

**Índice de diversidade (Shannon-Wiener)** Com relação a diversidade de pragas não-alvo, no método planta inteira o índice de Shannon-Wiener para o algodão-Bt foi de 1,52, enquanto que para o algodão não-Bt foi de 1,34, apresentando diferença estatisticamente significativa. No método pano-de-batida, o índice de diversidade foi de 1,94 para o algodão-Bt e 1,97 para o algodão não-Bt, não apresentando diferença significativa (Tabela 5).

Isto demonstra que a cultivar NuOpal<sup>®</sup> apresentou diversidade de pragas não-alvo maior do que a cultivar DeltaOpal<sup>®</sup> no método planta inteira. Entretanto, no método pano-de-batida, a diversidade de pragas não-alvo não diferiu entre os ambientes algodão-Bt e algodão não-Bt. Possivelmente este resultado decorra do maior número de indivíduos amostrados no método de planta inteira, como no caso de *B. tabaci* e *Frankliniella* sp.

Em relação a diversidade de inimigos naturais (principalmente predadores), no método planta inteira o índice de Shannon-Wiener para o algodão-Bt foi de 1,67, enquanto que para o algodão não-Bt foi de 1,64 não ocorrendo diferença significativa. Em pano-debatida, o índice foi de 1,51 para o algodão-Bt e 1,60 para o algodão não-Bt, ocorrendo diferença marginalmente significativa (Tabela 5). Este resultado demonstra que a diversidade de predadores foi pouco maior em algodão não-Bt do que em algodão-Bt no método pano-debatida. Este resultado pode ser decorrente da ação de inseticidas sobre estes insetos benéficos, bem como da redução da população de lagartas-alvo que servem de alimento para as presas destes inimigos naturais em algodão-Bt.

TABELA 3. Análise faunística dos grupos de pragas alvo, pragas não-alvo e inimigos naturais por ordem, família e espécie, método de amostragem e tipo de algodão. Dourados/MS, 2007.

Grupo	Ordem/Família	Espécie	Estágio*	Método de amostragem							
				Planta Inteira				Pano-de-Batida			
				NuOpal®		DeltaOpal®		NuOpal®		DeltaOpal®	
F	C (A) D**	F	C (A) D**	F	C (A) D**	F	C (A) D**				
<b>Pragas-alvo</b>	Lepidoptera/Noctuidae	<i>Alabama argillacea</i>	LP+LG	11z(c)s	613w(c)s	11z(c)s	967w(c)s				
	Lepidoptera/Noctuidae	<i>Heliothis virescens</i>	LP+LG	6z(c)n	14z(c)n	5z(c)n	9z(c)n				
	Lepidoptera/Gelechiidae	<i>Pectinophora gossypiella</i>	Lag	0	47z(c)n	0	6z(c)n				
<b>Total</b>				<b>17</b>	<b>674</b>	<b>16</b>	<b>982</b>				
<b>Pragas não-alvo</b>	Coleoptera/Chrysomelidae	<i>Cerotoma arcuata</i>	Ad	0	0	2z(d)n	0				
	Coleoptera/Chrysomelidae	<i>Diabrotica speciosa</i>	Ad	3 z(c)n	7 z(c) n	15y(c)n	26y(c)n				
	Coleoptera/Chrysomelidae	<i>Jansonius boggianii subaeneus</i>	Ad	1 z(c)n	1 z (c) n	2 z(d)n	5z(d)n				
	Coleoptera/Curculionidae	<i>Aracanthus</i> sp.	Ad	0	0	16 y(c)n	8 z(c)n				
	Coleoptera/Curculionidae	<i>Anthonomus grandis</i>	L+Ad	390 w(ma)s	330 w(ma)s	201 w(ma)s	210 w(ma)s				
	Coleoptera/Lagriidae	<i>Lagria villosa</i>	Ad	7 z(c)n	7 z (c) n	28 z(c)n	38 y(c)s				
	Coleoptera/Melyridae	<i>Astylus variegatus</i>	Ad	14 z(c)n	10 z(c)n	16 z(c)n	5 y(d)n				
	Hemiptera/Aleyroidade	<i>Bemisia tabaci</i>	Ad	583 w(ma)s	761 w(ma)s	0	0				
	Hemiptera/Cicadellidae	<i>Agallia albidula</i>	Ad	43 y(c)n	44 z (c) n	4 z(d)n	7 z(c)n				
	Hemiptera/Coreidae	<i>Hypselonotus</i> sp.	Ad	0	1 z(c)n	0	1z(d)n				
	Hemiptera/Coreidae	<i>Leptoglossus zonatus</i>	Ad	1z(c)n	2z(c)n	10z(c)n	6z(c)n				
	Hemiptera/Miridae	<i>Horciasoides nobilellus</i>	Ad	4 z(c)n	11 z (c) n	9z(c)n	6 z (c) n				
	Hemiptera/Pentatomidae	<i>Edessa meditabunda</i>	N+Ad	1 z(c)n	0	2 z(d)n	2 z(d)n				
	Hemiptera/Pentatomidae	<i>Euschistus heros</i>	N+Ad	35 y(c)n	35 z (c) n	153 w(ma)s	149 w(ma)s				
	Hemiptera/Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i>	N+Ad	0	0	1 z(d)n	1 z(d)n				
	Hemiptera/Pyrrochoridae	<i>Dysdercus</i> sp.	N+Ad	8 z(c)n	10 z (c) n	39 y(c)s	43 y(c)s				
Lepidoptera/Noctuidae	<i>Spodoptera eridania</i>	LP+LG	11 z(c)n	4 y (c) n	2 z(d)n	10 y(c)n					

Tabela 3. Continuação.

	Lepidoptera/Noctuidae	<i>Spodoptera frugiperda</i>	LP+LG	71 y(c)n	28w(c) n	82w(ma)s	65w(a)s
	Lepidoptera/Noctuidae	<i>Pseudoplusia includens</i>	LP+LG	12 z(c)n	9 y(c)n	19 y(c)n	31 z(c)n
	Orthoptera/Tettigonidae	Tettigonidae sp.1	Ad	1 z(c)n	0	0	1 z(d)n
	Thysanoptera/Thripidae	<i>Frankliniella</i> sp.	Ad	85y(c)s	68 z(c)n	0	0
<b>Total</b>				<b>1270</b>	<b>1328</b>	<b>601</b>	<b>614</b>
	Araneae	Araneae	Ad	215 w(ma)s	210 w(ma)s	194 w(ma)s	132 w(ma)s
	Coleoptera/Carabidae	<i>Callida</i> sp.	Ad	1 z(d) n	3 z (c) n	13 y (d) n	16 y (c) n
	Coleoptera/Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i>	L+Ad	20 y (c) n	20 y (c) n	16 y (d) n	10 z (c) n
	Coleoptera/Coccinellidae	<i>Eriopsis connexa</i>	L+Ad	4 z(d)n	6 z(c)n	1 z(c)n	1 z(d)n
	Coleoptera/Coccinellidae	<i>Hippodamia convergens</i>	L+Ad	0	0	2 z(d)n	1 z(d)n
	Coleoptera/Coccinellidae	<i>Scymnus</i> sp.	L+Ad	90 w(c)s	114 w(ma)s	59 y(d)n	73 y(c)s
<b>Inimigos Naturais</b>	Dermoptera/Forficulidae	<i>Doru luteipes</i>	Ad	111 w(a)s	76 y(a)s	130 w(a)s	125 w(ma)s
	Diptera/Syrphidae	<i>Toxomerus</i> sp.	L+Ad	13 z(c)n	4 z(c)n	0	2 z(d)n
	Hemiptera/Anthocoridae	<i>Orius</i> sp.	Ad	6 z(d)n	10 z(c)n	4 z(d)n	1 z(d)n
	Hemiptera/Lygaeidae	<i>Geocoris</i> sp.	Ad	6 z(d)n	2 z(c)n	0	5 z(c)n
	Hemiptera/Pentatomidae	<i>Podisus</i> sp.	N+Ad	0	2 z(c)n	0	0
	Hemiptera/Reduviidae	<i>Zelus longipes</i>	Ad	12 z(c)n	2 z(c)n	0	1 z(d)n
	Hymenoptera/Formicidae	<i>Solenopsis invicta</i>	Ad	192 y(ma)s	44 z(c)s	248 y(ma)s	179 y(ma)s
	Neuroptera/Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i> sp.	L	1 z(d)n	7 z(c)n	3 z(d)n	2 z(d)n
	Neuroptera/Hemerobiidae	<i>Nusulala</i> sp.	L	0	0	1 z(c)n	0
<b>Total</b>				<b>671</b>	<b>500</b>	<b>671</b>	<b>548</b>
<b>Total Geral</b>				<b>1958</b>	<b>2502</b>	<b>1288</b>	<b>2144</b>

\*LP=Lagarta Pequena; LG= Lagarta Grande; Lag= Lagarta; L= Larva; N= Ninfa; Ad= Adulto

\*\* (F) Número total observado nas diferentes condições de amostragem; (C) Constância: (w) constante, (y) acessória, (z) acidental; (A) abundância: (ma) muito abundante, (a) abundante, (c) comum, (d) dispersa, (r) rara; (D) dominância: (s) dominante, (n) não dominante.

TABELA 4. Número total e porcentagem de ovos não parasitados e parasitados de pragas-alvo nas cultivares NuOpal<sup>®</sup> e DeltaOpal<sup>®</sup> no método de amostragem planta inteira. Dourados/MS, 2007.

<b>Ovos não parasitados</b>	<b>NuOpal<sup>®</sup></b>	<b>DeltaOpal<sup>®</sup></b>
<i>Heliothis virescens</i>	3183 (99,9%)	3202 (99,1%)
<i>Alabama argillacea</i>	4873 (72,9%)	6222 (77,2%)
<b>Ovos parasitados</b>	<b>NuOpal<sup>®</sup></b>	<b>DeltaOpal<sup>®</sup></b>
<i>Heliothis virescens</i>	2 (0,06%)	28 (0,86%)
<i>Alabama argillacea</i>	1805 (27%)	1834 (22,7%)

TABELA 5. Índice de diversidade de Shannon-Wiener, (Variância) e número de espécies de pragas não-alvo e inimigos naturais presentes nos ambientes algodão-Bt e algodão não-Bt. Dourados/MS, 2007.

<b>Planta inteira</b>	<b>Algodão-Bt* (n=430)</b>	<b>Algodão Não-Bt* (n=430)</b>	<b>t-Student</b>	<b>p</b>
Pragas não-alvo	1,52(0,001)(17)a	1,34(0,001)(16)b	3,718	0,000
Inimigos Naturais	1,67(0,001)(12)a	1,64(0,002)(13)a	0,418	0,675
<b>Pano-de-batida</b>	<b>Algodão-Bt* (n=270)</b>	<b>Algodão Não-Bt* (n=270)</b>	<b>t-Student</b>	<b>p</b>
Pragas não-alvo	1,94(0,001)(17)a	1,97(0,001)(18)a	- 0,515	0,606
Inimigos Naturais	1,51(0,001)(11)a	1,60(0,001)(13)b	-2,092	0,037

\*Letras iguais na linha da tabela representam valores não significativos a 5%, assumindo variâncias iguais pelo teste de Levene.

**Número médio de indivíduos de pragas-alvo, pragas não-alvo e inimigos naturais** O algodão NuOpal<sup>®</sup> apresentou número médio de espécimes das pragas-alvo *A. argillacea*, *H. virescens* e *P. gossypiella* significativamente menor do que o observado no algodão DeltaOpal<sup>®</sup> em ambos os métodos de amostragem (Tabela 6). Esta constatação, principalmente para as espécies *A. argillacea* e *H. virescens* pode ser decorrente do número total de ovos tanto não parasitados quanto parasitados amostrados em DeltaOpal<sup>®</sup> (Tabela 4), demonstrando que lagartas neonatas destas espécies-alvo foram controladas por Cry1Ac na cultivar Bt, direcionando pesquisas futuras acerca de um possível efeito repulsivo de NuOpal<sup>®</sup> sobre a preferência de oviposição destes insetos-alvo.

O número médio de indivíduos dos grupos de pragas não-alvo e de inimigos naturais (principalmente predadores), não apresentou diferença significativa entre NuOpal<sup>®</sup> e DeltaOpal<sup>®</sup> em nenhum dos métodos de amostragem utilizados (Tabela 6).

TABELA 6. Número médio de espécimes (desvio padrão) de artrópodes presentes na amostra por método de amostragem e tipo de algodão. Dourados/MS, 2006/2007.

<b>Planta Inteira</b>	<b>Algodão-Bt* (n=430)</b>	<b>Algodão Não-Bt* (n=430)</b>	<b>U de Mann-Whitney<sup>ns</sup></b>	<b>p</b>
Pragas-alvo	0,04(0,21)a	1,57(3,80)b	-12,821	0,000
Pragas não-alvo	2,95(4,02)a	3,08(5,67)a	-0,985	0,325
Inimigos naturais	1,56(3,28)a	1,16(1,73)a	-0,569	0,570
<b>Pano-de-batida</b>	<b>Algodão-Bt* (n=270)</b>	<b>Algodão Não-Bt* (n=270)</b>	<b>U de Mann-Whitney<sup>ns</sup></b>	<b>p</b>
Pragas-alvo	0,06(0,31)a	3,64(8,28)b	-13,012	0,000
Pragas não-alvo	2,22(2,61)a	2,27(2,28)a	-1,368	0,171
Inimigos naturais	2,48(3,98)a	2,02(3,12)a	-0,144	0,886

<sup>ns</sup>As médias dos tratamentos dois a dois não difere significativamente;  $p > 0,05$ .

\*Letras iguais nas linhas da tabela representam valores não significativos a 5%, assumindo variâncias iguais pelo teste de Levene.

## DISCUSSÃO

A artropodofauna de inimigos naturais amostrada neste estudo, principalmente constituída pelos predadores *Orius* spp., *Geocoris* sp., *Podisus nigrispinus*, *Zelus* spp., *Scymnus* spp., *Cycloneda sanguinea*, *Eriopis connexa*, *Callida* spp., *Chrysoperla* sp., *S. invicta*, *Doru luteipes*; Syrphidae e Araneae, também foi observada por (1) em Dourados, estado do Mato Grosso do Sul, Brasil e relatadas por (10) em algodão não-Bt em condições de cultivo brasileiras.

Como esperado, tanto o método de amostragem planta inteira quanto pano-de-batida mostraram que os lepidópteros-alvo apresentaram sobrevivência reduzida em NuOpal<sup>®</sup>. Isso pode ser explicado principalmente para as espécies *A. argillacea* e *H. virescens* pela atividade de oviposição na cultivar DeltaOpal<sup>®</sup>, onde nesta cultivar lagartas neonatas destes

lepidópteros não sofrem impacto inseticida da toxina Cry1Ac que é presente na cultivar Bt. Este resultado também foi observado no Brasil por (3), onde para a espécie-alvo *A. argillacea*, foi possível detectar a presença de lagartas neonatas na cultivar NuOpal<sup>®</sup>, não sendo detectada a presença de lagartas grandes e pupas, sendo também observado o controle da espécie-alvo *H. virescens* por (12).

A análise faunística das espécies não-alvo amostradas entre os ambientes NuOpal<sup>®</sup> e DeltaOpal<sup>®</sup>, demonstrou que a abundância, dominância e constância destas espécies pode ser atribuída a fatores como a possível ausência de atividade inseticida da toxina Cry1Ac presente na cultivar transgênica sobre estes insetos, como foi confirmado neste estudo no caso de *A. grandis*, à redução de competição alimentar entre herbívoros não-alvo e insetos-alvo controlados pela tecnologia Bollgard<sup>®</sup> sugerindo que reduções nas populações destes lepidópteros podem também afetar a dinâmica de predadores como por exemplo no caso de *Nabis* sp., (espécie amostrada neste estudo), sendo este fato também observado por (5) e (27) em milho e algodão-Bt, respectivamente.

Outros fatores como o método de amostragem utilizado e a aplicação de controle químico (principalmente piretróides) a determinadas pragas não-alvo de Bt, como por exemplo, *A. grandis*, também podem ter afetado estes parâmetros faunísticos, onde a sobrevivência de insetos-praga aliada à ação dos inseticidas aplicados, pode ter afetado negativamente as populações de seus inimigos naturais (11), reduzindo suas populações e promovendo uma maior uniformidade na abundância das populações de indivíduos sobreviventes.

O fato da amostragem de adultos de *B. tabaci* (mosca-branca) ter sido facilitada no método planta inteira, por se tratar de um inseto de pouca mobilidade, também foi observado por (23). Este resultado direciona pesquisas futuras acerca do método de amostragem

adequado para monitoramento de insetos em cultivares transgênicas, auxiliando a detecção de possíveis casos de resistência à toxina Cry1Ac.

A constatação da espécie de lepidóptero não-alvo *S. frugiperda* ter sido muito abundante em algodão NuOpal<sup>®</sup> quando comparado ao DeltaOpal<sup>®</sup> na amostragem pano-debatida, não foi verificada por (12), onde lagartas deste lepidóptero ocorreram esporadicamente. Este resultado pode ser atribuído possivelmente à ação direta de inseticidas aplicados para controle de outras pragas não-alvo em ambas as cultivares que podem ter influenciado a dinâmica populacional destes insetos.

Apesar da abundância dos predadores Araneae e *D. luteipes* não ter apresentado diferença entre as cultivares NuOpal<sup>®</sup> e DeltaOpal<sup>®</sup> em ambos os métodos de amostragem, para os predadores *Scymnus* sp. e *S. invicta* houve esta diferença. Este resultado não foi observado na Austrália por (12) e (28), onde em pano-debatida ocorreu pouca, mas consistente diferença para Araneae e *S. invicta* entre algodão-Bt (Vip) e não-Bt. Esta diferença entre resultados pode ser atribuída às diferentes condições climáticas de cada país e também ao tipo de amostragem utilizada, como também provavelmente ao número de aplicações de inseticidas realizadas entre algodão-Bt e não-Bt.

O fato da diversidade de indivíduos pertencentes à família Coccinellidae não ter sido afetada negativamente pela toxina Cry1Ac em sistema de produção com adoção de controle químico para pragas que atingissem o nível de controle, também foi observado por (16) e (25). Esta verificação pode ser possivelmente explicada pelo fato de joaninhas em algodão-Bt estarem mais expostas à predação intraguilda do que em algodão não-Bt, devido à alta abundância de indivíduos de *S. invicta* e Araneae em algodão-Bt, resultado este também observado por (12).

O resultado da diversidade de pragas não-alvo calculada pelo índice de Shannon-Wiener ter sido maior em NuOpal<sup>®</sup> no método planta inteira, pode ser explicado pela redução

de competitividade alimentar com as pragas-alvo controladas pela cultivar Bt, explicação esta também observada em estudos conduzidos por (17).

O fato da diversidade de predadores não ter diferido significativamente pelo índice de Shannon-Wiener entre NuOpal<sup>®</sup> e DeltaOpal<sup>®</sup> em planta inteira, pode ser explicado por estes insetos terem encontrado condições favoráveis ao seu desenvolvimento tanto na cultivar Bt quanto em não-Bt, como também por Cry1Ac não apresentar efeitos de impacto negativo sobre este grupo de insetos.

Entretanto, este mesmo resultado não foi observado na Austrália por (27), onde houve menor diversidade de insetos benéficos, como no caso de Araneae em algodão não-Bt do que em Ingard<sup>®</sup>, ambos em sistema de produção com adoção de controle químico, podendo este resultado ser atribuído ao fato de muitas espécies não-alvo terem sido controladas pelos inseticidas afetando a dinâmica populacional destes predadores (17).

## CONCLUSÃO

O estudo de biodiversidade conduzido em dois sistemas de manejo (NuOpal<sup>®</sup> x DeltaOpal<sup>®</sup>) adotando-se a aplicação de inseticidas quando necessário e de acordo com o MIP em condições brasileiras, possibilitou a verificação da eficiência de controle dos lepidópteros-alvo *A. argillacea*, *H. virescens* e *P. gossypiella* pela cultivar NuOpal<sup>®</sup>. O estudo também promoveu a constatação da ausência de impacto negativo de algodão-Bt sobre a diversidade de pragas não-alvo e de inimigos naturais (principalmente predadores) em sistema de produção com adoção de controle químico.

Também foi verificado que o método de amostragem utilizado pode influenciar a quantidade de espécimes amostrados entre algodão-Bt e não-Bt e que a adoção da aplicação de inseticidas para controle pragas não-alvo, como *A. grandis*, pode afetar a ressurgência de

outras pragas não-alvo e a eficiência de controle natural de predadores existentes nos ambientes de algodão-Bt e algodão não-Bt, bem como onerar o custo de produção de NuOpal<sup>®</sup> ao cotonicultor, devido as pulverizações necessárias ao controle desta e de outras pragas não-alvo.

O estudo também direciona novas pesquisas acerca da preferência de oviposição dos insetos-alvo nas cultivares algodão-Bt e não-Bt, como também possíveis efeitos fagoderrentes da toxina Cry1Ac sobre herbívoros não-alvo, como por exemplo, no caso de *L. villosa*, bem como a necessidade de experimentos futuros sobre o efeito de áreas de refúgio e diferentes sistemas de produção de algodão transgênico na dinâmica populacional de insetos não-alvo (principalmente predadores) em condições de cultivo brasileiras.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem Sérgio Vanin (Universidade de São Paulo) pela identificação do crisomelídeo *Jansonius boggianii subaeneus*, Rogério Silvestre e Manoel Fernando Demétrio (Universidade Federal da Grande Dourados) pelas identificações das formigas (*Solenopsis invicta* e *Atta* sp.), à empresa MDM pela concessão das sementes de ambas as cultivares utilizadas no experimento e ao CNPq pela bolsa concedida ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

1. Barros, R., Degrande, P. E., Ribeiro, J. F., Rodrigues, A. L. L., Nogueira, R. F. e Fernandes, M. G. (2006) Flutuação populacional de insetos predadores associados a pragas do algodoeiro. *Arquivos do Instituto Biológico*. 73: 57-64.
2. Barwale, R.B., Gadwal, R.B., Zehr, U. e Zehr, B. (2004) Prospects for *Bt* cotton technology in India. *AgBioForum*. 7: 23-26.
3. Busoli, C.A., Silva, E.A., Parisi, H.A.M., Simprini, E.S. e Faciolo, T. de P. (2007) Infestação de *Alabama argillacea* em algodoeiro variedade Bollgard I (NuOpal) em relação às variedades DeltaOpal e Acala 90. *Anais 2007 X Simpósio de Controle Biológico*. (Brasília-DF, Brasil), pp.30.
4. Conab–Companhia Nacional de Abastecimento. (2007) Acompanhamento da safra brasileira: grãos: décimo levantamento. Conab, Brasília-DF, Brasil. 29 p.
5. Daly, T. e Buntin, D. (2005) Effect of *Bacillus thuringiensis* transgenic corn for lepidopteran control on nontarget arthropods. *Environmental Entomology*. 34:1292-1301.
6. Degrande, P. E., Oliveira, M. A. de, Ribeiro, J. F., Barros, R., Nogueira, R. F., Rodrigues, A. L. L. e Fernandes, M. G. (2003) Avaliação de métodos para quantificar predadores de pragas do algodoeiro. *Arquivos do Instituto Biológico*. 70: 291–294.
7. Degrande, P. E. (2004). Níveis de controle das pragas do algodoeiro. *Atualidades Agrícolas*. Editora Basf, São Paulo, pp. 23-24.
8. Edge, J. M., Benedict, J. H., Carroll, J. P., Reding, H. K. (2001) Bollgard Cotton: An Assessment of Global Economic, Environmental, and Social Benefits. *The Journal of Cotton Science*. 5: 121-136.
9. Embrapa Agropecuária Oeste (2001) Algodão: tecnologia de produção. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados/MS, Brasil. 296 p.

10. Evangelista-Júnior, W. J., Zanuncio-Júnior, J. S., Zanuncio, J. C. (2006) Controle biológico de artrópodes pragas do algodoeiro com predadores e parasitóides. *Revista Brasileira de oleaginosas e fibrosas*. 10: 1147-1165.
11. Hagerty, A. M., Turnipseed, S. G. e Sullivan, M. J. (2000) Impact of beneficial arthropod conservation in Bt and conventional cotton. *in*: Dugger, C. P. e Richer, D. A. [Eds.], *Proceedings, Beltwide Cotton Production Research Conferences, San Antonio, TX, National Cotton Council of America, Memphis, TN*. pp. 976-978.
12. Head, G., Moar, W., Eubanks, M., Freeman, B., Ruberson, J., Hagerty, A. e Turnipseed, S. (2005) A Multiyear, large-scale comparison of arthropod populations on commercially managed Bt and non-Bt cotton fields. *Environmental Entomology*. 34: 1257-1266.
13. Hilbeck, A., Andow, D. A., Arpaia, S., Birch, A. N. E., Fontes, E. M. G., Lövei, G. L., Sujii, E. R., Wheatley, R. E., Underwood, E. (2006) Methodology to support non-target and biodiversity risk assessment. *in*: Hilbeck, A., Andow, D. A., Fontes, E. M. G. (Eds.), *Environmental risk assessment of genetically modified organisms: Methodologies for assessing Bt cotton in Brazil*. Cabi Publishing, pp.108-132.
14. Huang, J., Pray, C. e Scott, R. (2002) Enhancing the crops to feed the poor. *Nature*. 418: 678-684.
15. Mato Grosso do Sul, (1990) Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral. Atlas Multireferencial, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.
16. Men, X., Ge, F., Edwards, C. A. e Yardim, E. N. (2004) Influence of Pesticide Applications on Pest and Predatory Arthropods Associated with Transgenic *Bt* Cotton and Nontransgenic Cotton Plants. *Phytoparasitica*. 32: 246-254.
17. Naranjo, S. E. (2005) Long-term assessment of the effects of transgenic *Bt*-cotton on the abundance of nontarget arthropod natural enemies. *Environmental Entomology*. 34: 1193–1210.

18. Perlak, F. J., Oppenhuizen, M., Gustafson, K., Voth, S., Sivasupramaniam K., Heering D., Carey, B., Ihrig, R. A. e Roberts, J. K. (2001) Development and commercial use of Bollgard cotton in the USA early promises versus today's reality. *Plant Journal*. 27: 489-501.
19. Perrett, J. J. e Higgins, J. J. (2006) A method for analyzing unreplicated agricultural experiments. *Crop Science*. 46: 2482-2485.
20. Poole, R.W. (1974) *An introduction to quantitative ecology*. New York, McGraw-Hill.
21. Sanvido, O., Stark, M., Romeis, J. e Bigler, F. (2006) Ecological impacts of genetically modified crops: Experiences from ten years of experimental field research and commercial cultivation. *Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART Reckenholzstrasse*. pp. 108.
22. Silveira Neto, S., Nakano, O., Barbin, D., Vila Nova, N. A. (1976) *Manual de ecologia dos insetos*. Ceres, São Paulo.
23. Sisterson, M. S., Biggs, R. W., Olson, C., Carrière, Y., Dennehy, T. J., Tabashnik, B. E. (2004) Arthropod Abundance and Diversity in Bt and Non-Bt Cotton Fields. *Environmental Entomology*. 33: 921-929.
24. Southwood, T. R. E. (1995) *Ecological methods: with particular reference to the study of insect populations*. Chapman & Hall, London.
25. Torres, J. B. e Ruberson, J. R. (2005) Canopy- and Ground-Dwelling Predatory Arthropods in Commercial *Bt* and non-*Bt* Cotton Fields: Patterns and Mechanisms. *Environmental Entomology*. 34: 1242-1256.
26. Uramoto, K., Walder, J. M. M. e Zucchi, R. A. (2005) Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. *Neotropical Entomology*. 34: 33-39.

27. Whitehouse, M. E. A., Wilson, L. J. e Fitt, G. P. (2005) A comparison of arthropod communities in transgenic Bt and conventional cotton in Australia. *Environmental Entomology*. 34: 1224-1241.
28. Whitehouse, M. E. A., Wilson, L. J. e Constable, G. A. (2007) Target and non-target effects on the invertebrate community of Vip cotton, a new insecticidal transgenic. *Australian Journal of Agricultural Research*. 58: 273-285.

**Anexos**  
**(Instruções para o envio dos manuscritos às revistas científicas)**

## **Agriculture, Ecosystems & Environment**

**An International Journal for Scientific Research on the Interaction Between Agroecosystems and the Environment**

**Elsevier**

**<http://www.elsevier.com>**

### **Guide for Authors**

Agriculture, Ecosystems & Environment deals with the interface between agriculture and the environment. Preference is given to papers that develop and apply interdisciplinarity, bridge scientific disciplines, integrate scientific analyses derived from different perspectives of agroecosystem sustainability, and are put in as wide an international or comparative context as possible. It is addressed to scientists in agriculture, food production, agroforestry, ecology, environment, earth and resource management, and administrators and policy-makers in these fields.

The journal regularly covers topics such as: ecology of agricultural production methods; influence of agricultural production methods on the environment, including soil, water and air quality, and use of energy and non-renewable resources; agroecosystem management, functioning, health, and complexity, including agro-biodiversity and response of multi-species ecosystems to environmental stress; the effect of pollutants on agriculture; agro-landscape values and changes, landscape indicators and sustainable land use; farming system changes and dynamics; integrated pest management and crop protection; and problems of agroecosystems from a biological, physical, economic, and socio-cultural standpoint.

#### **Types of contribution**

1. Original papers (Regular Papers) should report the results of original research. The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form.

2. Reviews should cover a part of the subject of active current interest. They may be submitted or invited.

3. A Short Communication is a concise, but complete, description of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Short Communications should be as completely documented, both by reference to the literature and description of the experimental procedures employed, as a regular paper. They should not occupy more than 6 printed pages (about 12 manuscript pages, including figures, etc.).

4. The section Views and Ideas offers comment or useful critique on material published in the journal or on relevant issues. Contributions to this section should not occupy more than 2 printed pages (about 4 manuscript pages)

5. Book Reviews will be included in the journal on a range of relevant books which are not more than 2 years old. Book reviews will be solicited by the Book Review Editor. Unsolicited reviews will not usually be accepted, but suggestions for appropriate books for review may be sent to the Book Review Editor:

Edward Gregorich  
Agriculture Canada  
Neatby Bldg.  
Central Experimental Farm  
Ottawa  
Ontario K1A 0P6  
Canada

Please bookmark this page as: External link

<http://www.elsevier.com/locate/agee>

For more information/suggestions/comments please contact  
[AuthorSupport@elsevier.com](mailto:AuthorSupport@elsevier.com)

### **Online Submission of manuscripts**

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the Publisher.

Upon acceptance of an article, authors will be asked to sign a "Journal Publishing Agreement" (for more information on copyright see External link <http://wwwauthors.elsevier.com/copyright>). This transfer will ensure the widest possible dissemination of information. A letter will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript. A form facilitating transfer of copyright will be provided.

If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: contact Elsevier's Rights Department, Oxford, UK; phone: (+44) 1865 843830, fax: (+44) 1865 853333, e-mail: [permissions@elsevier.com](mailto:permissions@elsevier.com) <<mailto:permissions@elsevier.com>>. Requests may also be completed on-line via the Elsevier homepage (<http://elsevier.com/locate/permissions> <<http://elsevier.com/locate/permissions>>).

English language help service: Upon request, Elsevier will direct Authors to an agent who can check and improve the English of their paper (before submission). Please contact External link [www.elsevier.com/locate/elsevierpublishing](http://www.elsevier.com/locate/elsevierpublishing)

Papers for consideration should be submitted to: Elsevier Editorial System <<http://ees.elsevier.com/agee>>

Submission to this journal proceeds totally on-line. Use the following guidelines to prepare your article. Via the journal's homepage (External link <http://www.elsevier.com/locate/agee>) you will be guided stepwise through the creation and uploading of the various files. Once the uploading is done, our system automatically generates an electronic (PDF) proof, which is then used for reviewing. It is crucial that all graphical elements be uploaded in separate files, so that the PDF is suitable for reviewing. Authors can upload their article as a LaTeX, Microsoft (MS) Word, WordPerfect, or PostScript files. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revisions, will be by e-mail.

## Electronic format requirements for accepted articles

We accept most wordprocessing formats, but Word, WordPerfect or LaTeX is preferred. Always keep a backup copy of the electronic file for reference and safety. Save your files using the default extension of the program used.

### Wordprocessor documents

It is important that the file be saved in the native format of the wordprocessor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the wordprocessor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. Do not embed 'graphically designed' equations or tables, but prepare these using the wordprocessor's facility. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also Elsevier's Quickguide (External link [www.elsevier.com/locate/guidepublication](http://www.elsevier.com/locate/guidepublication))). Do not import the figures into the text file but, instead, indicate their approximate locations directly in the electronic text and on the manuscript. See also the section on Preparation of electronic illustrations.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spellchecker' function of your wordprocessor.

## Preparation of manuscripts

1. Manuscripts should be written in English. Authors whose native language is not English are strongly advised to have their manuscripts checked by an English-speaking colleague prior to submission. English language help service: Upon request, Elsevier will direct authors to an agent who can check and improve the English of their paper (before submission). Please contact [authorsupport@elsevier.com](mailto:authorsupport@elsevier.com) <<mailto:authorsupport@elsevier.com>> for further information.

2. Manuscripts should be prepared with wide margins and double spacing throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc. should be numbered. Authors are requested to submit, with their manuscripts, the names and addresses of four potential referees. However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary, one may refer to sections. Underline words that should be in italics, and do not underline any other words. Avoid excessive use of italics to emphasize part of the text.

3. Manuscripts in general should be organized in the following order:

- Title (should be clear, descriptive and not too long)
- Name(s) of author(s)
- Complete postal address(es) of affiliations
- Full telephone, Fax. no. and E-mail of the corresponding author
- Present address(es) of author(s) if applicable
- Complete correspondence address to which the proofs should be sent
- Abstract
- Key words (indexing terms), normally 3-6 items

- Introduction
- Material studied, area descriptions, methods, techniques
- Results
- Discussion
- Conclusion
- Acknowledgements and any additional information concerning research grants, etc.
- References
- Tables
- Figure captions

4. In typing the manuscript, titles and subtitles should not be run within the text. They should be typed on a separate line, without indentation. Use lower-case lettertype.

5. Elsevier reserves the privilege of returning to the author for revision accepted manuscripts and illustrations which are not in the proper form given in this guide.

Articles in Special Issues: Please ensure that the words 'this issue' are added (in the list and text) to any references to other articles in this Special Issue.

#### Abstracts

The abstract should be clear, descriptive and not longer than 400 words.

#### Formulate

1. Subscripts and superscripts should be clear.
2. Give the meaning of all symbols immediately after the equation in which they are first used.
3. For simple fractions use the solidus (/) instead of a horizontal line.
4. Equations should be numbered serially at the right-hand side in parentheses. In general only equations explicitly referred to in the text need be numbered.
5. The use of fractional powers instead of root signs is recommended. Also powers of e are often more conveniently denoted by exp.
6. Levels of statistical significance which can be mentioned without further explanation are \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$  and \*\*\*  $P < 0.001$ .
7. In chemical formulae, valence of ions should be given, as, e.g.  $\text{Ca}^{2+}$  not as  $\text{Ca}^{++}$ .
8. Isotope numbers should precede the symbols, e.g.  $^{18}\text{O}$ .
9. The repeated writing of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g. phosphate as  $\text{P}_2\text{O}_5$ ).

#### Units and abbreviations

In principle SI units should be used except where they conflict with current practise or are confusing. Other equivalent units may be given in parentheses. Units and their abbreviations should be those approved by ISO (International Standard 1000:1992. SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units). Abbreviate units of measure only when used with numerals.

## Nomenclature

1. Authors and editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the International Code of Botanical Nomenclature, the International Code of Nomenclature of Bacteria, and the International Code of Zoological Nomenclature.

2. All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals.

3. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.

4. For chemical nomenclature, the conventions of the International Union of Pure and Applied Chemistry and the official recommendations of the IUPAC IUB Combined Commission on Biochemical Nomenclature should be followed.

## Tables

1. Authors should take notice of the limitations set by the size and lay-out of the journal. Large tables should be avoided. Reversing columns and rows will often reduce the dimensions of a table.

2. If many data are to be presented, an attempt should be made to divide them over two or more tables.

3. Tables should be numbered according to their sequence in the text. The text should include references to all tables.

4. Each table should be typewritten on a separate page of the manuscript. Tables should never be included in the text.

5. Each table should have a brief and self-explanatory title.

6. Column headings should be brief, but sufficiently explanatory. Standard abbreviations of units of measurement should be added between parentheses.

7. Vertical lines should not be used to separate columns. Leave some extra space between the columns instead.

8. Any explanation essential to the understanding of the table should be given as a footnote at the bottom of the table.

9. Wherever possible, columns should represent individual variables or variables with common units, and rows should represent observations.

10. Present data with no more digits than justified by the accuracy of their measurement or simulation, and no more digits than needed for the purpose of the table. Using fewer digits usually enhances readability of tables.

## Preparation of electronic illustrations

Submitting your artwork in an electronic format helps us to produce your work to the best possible standards, ensuring accuracy, clarity and a high level of detail.

### General points

- Always supply high-quality printouts of your artwork, in case conversion of the electronic artwork is problematic.

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork. •Save text in illustrations as "graphics" or enclose the font.
- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Helvetica, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files, and supply a separate listing of the files and the software used.
- Provide all illustrations as separate files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.
- Illustration should be numbered according to their sequence in the text. References should be made in the text to each illustration.
- Illustrations should be designed with the format of the page of the journal in mind. Illustrations should be of such a size as to allow a reduction of 50%.
- Make sure that the size of the lettering is big enough to allow a reduction of 50% without becoming illegible.
- If a scale should be given, use bar scales on all illustrations instead of numerical scales that must be changed with reduction

Mark the appropriate position of a figure in the article.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website: External link <http://www.elsevier.com.com/artworkinstruction>

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

#### Colour illustrations

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF, EPS or MSOffice) and with the correct resolution. Polaroid colour prints are not suitable. If, together with your accepted article, you submit usable colour figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in colour on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the printed version. For colour reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. Please indicate your preference for colour print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see External link <http://www.elsevier.com.com/artworkinstruction>.

Mark the appropriate position of a figure in the article.

#### Supplementary files

Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, movies, animation sequences, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier web products, including ScienceDirect:<http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please ensure that data is provided in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a

concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit the artwork instruction pages at External link <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

## References

1. All publications cited in the text should be presented in a list of references following the text the manuscript. The manuscript should be carefully checked to ensure that the spelling of author's names and dates are exactly the same in the text as in the reference list.

2. In the text refer to the author's name (without initial) and year of publication, followed - if necessary - by a short reference to appropriate pages. Examples: "Since Peterson (1988) has shown that..." "This is in agreement with results obtained later (Kramer, 1989, pp. 12-16)".

3. If reference is made in the text to a publication written by more than two authors the name of the first author should be used followed by "et al." This indication, however, should never be used in the list of references. In this list names of first author and co-authors should be mentioned.

4. References cited together in the text should be arranged chronologically. The list of references should be arranged alphabetically on author's names, and chronologically per author. If an author's name in the list is also mentioned with co-authors the following order should be used: publications of the single author, arranged according to publication dates - publications of the same author with one co-author - publications of the author with more than one co-author. Publications by the same author(s) in the same year should be listed as 1974a, 1974b, etc.

5. Use the following system for arranging your references: a. For periodicals Tietema, A., Riemer, L., Verstraten, J.M., van der Maas, M.P., van Wijk, A.J., van Voorthuyzen, I., 1992. Nitrogen cycling in acid forest soils subject to increased atmospheric nitrogen input. *For. Ecol. Manage.* 57, 29-44.

b. For edited symposia, special issues, etc. published in a periodical Rice, K., 1992. Theory and conceptual issues. In: Gall, G.A.E., Staton, M. (Eds.), *Integrating Conversation Biology and Agricultural Production*. *Agric. Ecosyst. Environ.* 42, 9-26.

c. For books Gaugh, Jr., H.G., 1992. *Statistical Analysis of Regional Yield Trials*. Elsevier, Amsterdam.

d. For multi-author books Baker, Jr., 1993. *Insects*. In: De Hertogh, A., Le Nard, M. (Eds.), *The Physiology of Flower Bulbs*. Elsevier, Amsterdam, pp. 101-153.

6. In the case of publications in any language other than English, the original title is to be retained. However, the titles of publications in non-Latin alphabets should be transliterated, and a notation such as "(in Russian)" or "(in Greek, with English abstract)" should be added.

7. Work accepted for publication but not yet published should be referred to as "in press".

8. References concerning unpublished data and "personal communications" should not be cited in the reference list but may be mentioned in The text.

## Copyright

1. An author, when quoting from someone else's work or when considering reproducing an illustration or table from a book or journal article, should make sure that he is not infringing a copyright.

2. Although in general an author may quote from other published works, he should obtain permission from the holder of the copyright if he wishes to make substantial extracts or to reproduce tables, plates, or other illustrations. If the copyright-holder is not the author of the quoted or reproduced material, it is recommended that the permission of the author should also be sought.

3. Material in unpublished letters and manuscripts is also protected and must not be published unless permission has been obtained.

4. A suitable acknowledgment of any borrowed material must always be made.

## Proofs

When your manuscript is received by the Publisher it is considered to be in its final form. Proofs are not be regarded as 'drafts'.

One set of proofs in PDF format will be sent to the corresponding author, to be checked for typesetting/ editing. No changes in, or additions to, the accepted (and subsequently edited) manuscript will be allowed at this stage. Proofreading is solely your responsibility.

The Publisher reserves the right to proceed with publication if corrections are not communicated. Return corrections within 3 working days of receipt of the proofs. Should there be no corrections, please confirm this.

Elsevier will do everything possible to get your article corrected and published as quickly and accurately as possible. In order to do this we need your help. When you receive the (PDF) proof of your article for correction, it is important to ensure that all of your corrections are sent back to us in one communication. Subsequent corrections will not be possible, so please ensure your first sending is complete. Note that this does not mean you have any less time to make your corrections, just that only one set of corrections will be accepted.

## Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail or, alternatively, 25 free paper offprints. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use. Additional offprints can be ordered by the authors. An order form with prices will be sent upon registration of the accepted article.

Agriculture, Ecosystems & Environment has no page charges

Information about Agriculture, Ecosystems & Environment is available on the World Wide Web at the following address: <http://www.elsevier.com/locate/agee> <<http://www.elsevier.com/locate/agee>>.

© Copyright 2007 Elsevier | <http://www.elsevier.com>

## Phytoparasitica

### Instructions to authors

*Phytoparasitica* publishes original research contributions on the biological, chemical and molecular aspects of Entomology, Plant Pathology, Virology, Nematology, and Weed Sciences, including insecticides, fungicides, herbicides and other biocides. Emphasis is laid on new approaches in the control of pests and diseases; reports of surveys involving innovation will be considered, but papers reporting routine control experiments or routine surveys will not be accepted. Faunistic and mycological studies are beyond the scope of this journal and will be considered only in cases of major economic importance with clear relevance to Crop Protection. Taxonomy, as such, will not be considered.

Authors of review papers should consult with the editors prior to preparation of the manuscript (ms.). Short communications [Notes] must be based on adequate experimental evidence and not exceed 4 pages in print, including at most one table or figure. Authors whose native language is not English should have their paper edited professionally prior to submission. Before preparing the typescript for submission, study the format of mss. already published in *Phytoparasitica*. Manuscripts are peer-reviewed by experts selected by the Editorial Board, but authors may propose reviewers, and should provide their names, addresses and e-mails.

The author is given an opportunity to revise the ms. in accordance with the referees' and editors' suggestions; a revised ms. must be returned within 4 months or will be considered as a new submission. The final responsibility for the selection of papers rests with the Editorial Board. Correspondence should be addressed to: Executive Editor, *Phytoparasitica*, P.O. Box 2385, Rehovot 76123, Israel. Fax: +972-8-9365858; e-mail: [vrpriel@priel.co.il](mailto:vrpriel@priel.co.il); include a fax number, e-mail address and full institutional address on all correspondence. *Submission of a ms. to Phytoparasitica implies that it consists of unpublished new information and does not contain any material that has been published or is under review or consideration for publication elsewhere; and that it has been approved for submission by all of the authors.*

### MANUSCRIPT

The journal is computer-composed. Manuscripts should be submitted as attachments *via* e-mail ([vrpriel@priel.co.il](mailto:vrpriel@priel.co.il)), with a separate file for each figure; and text and tables transmitted together as a single file. Lines should be numbered in the left-hand margin of every page. Experiments must be repeated to the level required for statistical analysis; all field and laboratory data (except for descriptive biology) must be subjected to statistical analysis. Descriptions of experimental design should include information such as sample size, number of replications, and statistical methods used. Indicate the measurement units (metric system) for each variable. The names of insects and insecticides should be in accordance with the Entomological Society of America; of herbicides, in accordance with the Weed Science Society of America; and of fungicides and nematocides, in accordance with the American Phytopathological Society. All words which are to be *italicized* in print, such as names of genera, species and viruses, should appear in *italics* in the ms.

## REFERENCES

References should be numbered and listed in alphabetical order, as follows: name and initial(s) of every author; year of publication (in parentheses); title of paper; contracted title of periodical according to the BIOSIS Serial Sources, in *italics*; volume number in Arabic numerals; first and last page numbers. References should be cited in the text by number (in parentheses). The reference list should include only works cited in the text; only those which have been published or are in press; and which are printed in English or have an English, French or German summary.

## ILLUSTRATIONS

Photos (images) should be saved at 150 dpi minimum resolution (and preferably at 200--300 dpi) and in a TIFF format. If subsequently 'saved as' in a .jpg file format, select the highest quality settings. Drawings, graphs with lines and/or text should be saved at 300 dpi resolution and in an .eps file format. If the drawing/graph is scanned from an original printout, it must be scanned as a 'grayscale image with text' at 300 dpi resolution. However, if it is created as an .eps file, it may subsequently be saved in a .jpg file format. Do not save as, or submit, any material in a .pdf file format. Letters and numbers should be uniform and legible when illustrations are reduced to final size for publication. Abbreviations must be identical to those used in the text and should be defined in each caption. A list of captions should be typed on a separate page. There is a charge of \$12 per black and white illustration published in *Phytoparasitica*.

## SUBSCRIPTIONS

Website: <http://www.phytoparasitica.org>

Annual subscription rates for the Print Edition of Volume 36 (2008): €300 / US\$380; rates for the Internet Edition only: €160 / US\$200; combined subscription (Internet + Print): €335 or US\$420. Orders may be addressed to: *Phytoparasitica*, Priel Publishers, P.O. Box 2385, Rehovot 76123, Israel. Website: <http://www.phytoparasitica.org>.

## ABSTRACTING

The journal is abstracted/indexed in: Agrindex, Biological Abstracts, Chemical Abstracts, Current Contents, Entomology Abstracts, EPA Abstracts, Helminthological Abstracts, Pesticides Abstracts, Review of Agricultural Entomology, Review of Plant Pathology, Virology and AIDS Abstracts, Weed Abstracts.

