

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

**Distribuição Espacial de Insetos em Algodoeiro *Bt* e não-*Bt***

Tatiana Rojas Rodrigues

Dourados-MS  
Março/2008

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

## **Distribuição Espacial de Insetos em Algodoeiro *Bt* e não-*Bt***

Tatiana Rojas Rodrigues

Dr. Marcos Gino Fernandes  
Orientador

PhD. Honório Roberto dos Santos  
Co-Orientador

Dr. Paulo Eduardo Degrande  
Co-Orientador

Dourados-MS  
Março/2008

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

## **Distribuição Espacial de Insetos em Algodoeiro *Bt* e não-*Bt***

Tatiana Rojas Rodrigues

Orientador

Dr. Marcos Gino Fernandes

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  
Março/2008

## Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

633.5193 Rodrigues, Tatiana Rojas  
R696d      Distribuição espacial de insetos em algodoeiro *Bt* e não  
*Bt*. / Tatiana Rojas Rodrigues. – Dourados, MS : UFGD,  
2008  
56f.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes  
Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação  
da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande  
Dourados.

1. Algodoeiro – Pragas. 2. Insetos – Ecologia e  
comportamento. 3. Insetos – Agricultura 4. Estatística  
agrícola. I. Título.

*Dedico*

*A minha família.*

## **Agradecimentos**

A Deus, todo poderoso, meu verdadeiro companheiro para tudo e em todas as horas.

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes, pelo constante incentivo, amizade e companheirismo. Agradeço, principalmente, pela confiança e o convite para trabalhar com seus projetos na cultura do algodoeiro.

Ao professor PhD. Honório Roberto dos Santos pela Co-orientação, pelas palavras de incentivo, pela sua amizade e por ser nosso conselheiro cristão.

Ao Dr. Odival Faccenda pelo auxílio nas dúvidas com a estatística.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES, pela concessão de bolsa de estudo no último ano do curso.

Ao Nestor Herzog pelo apoio e incentivo.

Aos estagiários: Anderson Miguel da Silva, Flávio Perez Tomporoski, Jaqueline Ferreira Campos, Ligyane Lopes Medeiros, Carolina Santos Pereira Cardoso Trindade, Adriana Araújo de Almeida, Gilberto Andrade.

Aos colegas que ajudaram no campo: Michelle Viscard Sant'Ana, Marcos Gonçalves Ferreira, Danielle Tomazzoni, Marcela Marcelino Duarte, Camila Meotti, Carla Cristina Dutra, Janete Feitosa de Queiroz.

A Eliane Aparecida Miqueletti pela revisão ortográfica do texto.

Ao meu irmão João Paulo Rojas Rodrigues.

Aos motoristas que nos levavam, batiam estacas e ainda ajudavam a anotar as avaliações.

A Sonia de Oliveira Silva Sanches e Michelle Viscard Sant'Ana pela amizade e companheirismo antes e durante o curso, que assim seja para sempre.

A minha mãe Marly Rojas Rodrigues que é toda dedicação e coração pelos seus filhos e que sempre me incentivou nos estudos.

Aos os professores da Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade e Graduação da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais.

As secretárias do Programa de Pós Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, no início, Vanessa Ferri e, atualmente, Leiza Inara Vargas.

Enfim, a todos que, de alguma forma, apoiaram-me na execução e conclusão deste trabalho.

## Lista de Tabelas

### **Distribuição Espacial dos Ovos de *Alabama argillacea* (Hübner) e de *Heliothis virescens* (Lepidoptera, Noctuidae) em Algodoeiro *Bt* e *Não-Bt***

**Tabela 1.** Análise estatística (médias e  $s^2$ ) e índices de dispersão para ovos de *Alabama argillacea* e *Heliothis virescens* em algodoeiro DP90Bollgard®, Caarapó, MS, 2007..... 22

**Tabela 2.** Análise estatística (médias e  $s^2$ ) e índices de dispersão para ovos de *Alabama argillacea* e *Heliothis virescens* em algodoeiro DeltaOpal®, Caarapó, MS, 2007..... 23

**Tabela 3.** Teste qui-quadrado de ovos *Alabama argillacea* e *Heliothis virescens* (Poisson) em algodoeiro DeltaOpal® e DP90 Bollgard® em Caarapó, MS, 2007..... 24

**Tabela 4.** Teste qui-quadrado de ovos *Alabama argillacea* e *Heliothis virescens* (Binomial Negativa) em algodoeiro DeltaOpal® e DP90 Bollgard® em Caarapó, MS, 2007..... 25

**Tabela 5.** Teste qui-quadrado de ovos *Alabama argillacea* e *Heliothis virescens* (Binomial Positiva) em algodoeiro DeltaOpal® e DP90 Bollgard® em Caarapó, MS, 2007..... 26

### **Distribuição Espacial de *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae) e *Bemisia tabaci* (Gennadius 1889) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em Algodoeiro *Bt* e *Não-Bt***

**Tabela 1.** Análise estatística (médias e  $s^2$ ) e índices de dispersão para *Aphis gossypii* e *Bemisia tabaci* Biótipo B em algodoeiro DP90 Bollgard®, Caarapó, MS, 2007..... 52

**Tabela 2.** Análise estatística (médias e  $s^2$ ) e índices de dispersão para *Aphis gossypii* e *Bemisia tabaci* Biótipo B em algodoeiro DeltaOpal®, Caarapó, MS, 2007..... 53

**Tabela 3.** Teste qui-quadrado de aderência de *Aphis gossypii* Glover e *Bemisia tabaci* Biótipo B (Poisson) em algodoeiro DeltaOpal® e DP90 Bollgard® em Caarapó, MS, 2007..... 54

**Tabela 4.** Teste qui-quadrado de aderência de *Aphis gossypii* e *Bemisia tabaci* Biótipo B (Binomial Negativa) em algodoeiro DeltaOpal® e DP90 Bollgard® em Caarapó, MS, 2007..... 55

**Tabela 5.** Teste qui-quadrado de aderência de *Aphis gossypii* e *Bemisia tabaci* (Binomial Positiva) em algodoeiro DeltaOpal® e DP90 Bollgard® em Caarapó, MS, 2007..... 56

Tatiana Rojas Rodrigues  
UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados. (UFGD).  
C. Postal 533, CEP 79804-970, Dourados, MS.  
tathy\_r@yahoo.com.br

**Distribuição Espacial dos Ovos de *Alabama argillacea* (Hübner) e de *Heliothis virescens*  
(Lepidoptera: Noctuidae) em Algodoeiro *Bt* e Não-*Bt***

Tatiana R. Rodrigues<sup>1</sup>  
Marcos G. Fernandes<sup>2</sup>  
Paulo E. Degrande<sup>3</sup>

<sup>1</sup> UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados. (UFGD).  
C. Postal 533, CEP 79804-970, Dourados, MS.  
tathy\_r@yahoo.com.br

<sup>2</sup> UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados. (UFGD).  
C. Postal 533, CEP 79804-970, Dourados, MS.  
mgfernandes@ufgd.edu.br

<sup>3</sup> UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias,  
C. Postal 533, CEP 79804-970, Dourados, MS.  
degrande@ufgd.edu.br

**Spatial Distribution of *Alabama argillacea* (Hübner) and *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lepidoptera, Noctuidae)' Eggs on *Bt* and *Non-Bt* Cotton**

**ABSTRACT** – Among the several options for controlling *Alabama argillacea* (Hübner) and *Heliothis virescens* (Fabricius) larvae on the cotton crop, as insecticides spraying and biological control, the transgenic Bt-cotton has been inserted as an extremely viable alternative, however it is not known with accuracy as the transgenic plants affect the populations of organisms that correlate with each other in an agroecosystem. In that sense, the knowledge of the possible alterations in the spatial disposition of the pests or beneficial insects it is extremely important, because it can alter the sampling method for those species on the crop, besides its control method. This study was carried out aiming to determine the spatial distribution pattern of *A. argillacea* and *H. virescens* eggs on cotton crop, cultivars DeltaOpal® (conventional) and DP90B® (Bt-cotton). The data were collected during the agricultural year 2006/2007 in two different areas of 5,000 m<sup>2</sup> each one in Dourados region. In each sampling area, composed for 100 plots of 50m<sup>2</sup> each one, 15 evaluations were accomplished through the countings of eggs from these pests in two plants per plot. The aggregation indexes (variance/mean rate, Morisita' index, and Exponent k of the Negative Binomial Distribution) and the qui-square test with the adjustment of the found and expected values to the frequencies theoretical distributions (Poisson, Negative Binomial, and Positive Binomial) revealed that in the both cultivars the spatial distribution of eggs from those species are distributed in agreement to the aggregated spatial distribution model, being adjusted to the pattern of the negative binomial distribution.

**KEY WORDS:** Cotton leafworm, Cotton bollworm, GMO, *Gossypium hirsutum*,

**RESUMO:** Dentre as opções para o controle de lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner) e *Heliothis virescens* (Fabricius) na cultura algodoeira tem-se, normalmente, a aplicações de inseticidas e o controle biológico. Nesse contexto, o algodão transgênico 'Bt' tem se inserido como uma alternativa extremamente viável, porém não se sabe, com exatidão, como as plantas transgênicas afetam as populações de organismos que se inter-relacionam em um agroecossistema. Nesse sentido, o conhecimento da possível alteração da forma da disposição espacial de insetos pragas, ou benéficos é extremamente importante, pois esta disposição pode alterar o método de amostragem dessas espécies na cultura, além de sua forma de controle. Este estudo foi conduzido buscando investigar o padrão da distribuição espacial de ovos de *A. argillacea* e de *H. virescens* em cultivar DeltaOpal® (convencional) e DP90B® (algodão-Bt). A coleta dos dados ocorreu durante o ano agrícola 2006/2007 em duas áreas de 5.000 m<sup>2</sup> localizada na região da Grande Dourados. Em cada área amostral, composta por 100 parcelas de 50m<sup>2</sup>, foram realizadas 15 avaliações com contagens dos ovos das pragas em análise, em duas plantas por parcela. Os índices de agregação (razão variância/média, índice de Morisita e Expoente k da Distribuição Binomial Negativa) e o teste de qui-quadrado, com o ajuste dos valores encontrados e esperados às distribuições teóricas de frequência (Poisson, Binomial Negativa e Binomial Positiva), mostraram que em ambas cultivares a distribuição espacial de posturas dessas espécies estão distribuídas de acordo com o modelo de distribuição espacial agregada, ajustando-se ao padrão da distribuição binomial negativa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Curuquerê-do-algodoeiro, *Gossypium hirsutum*, Lagarta-das-maçãs, OGM

## Introdução

*Alabama argillacea* (Hübner) e *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lepidoptera, Noctuidae) são consideradas importantes pragas do algodoeiro, devido a sua alta capacidade destrutiva (Soares *et al.* 1997). O controle dessas pragas tem sido realizado, principalmente, com o uso de inseticidas, alternativa que resulta em impactos ambientais negativos, como a redução severa da população de organismos benéficos e o surgimento de populações de pragas resistentes aos inseticidas convencionais. Entre as variadas opções para o controle dessas pragas, o algodão transgênico '*Bt*' tem se inserido como uma alternativa extremamente viável.

Atualmente, o algodão *Bt* é o segundo OGM resistente a insetos mais cultivado no mundo, ficando atrás apenas do milho-*Bt* (James 2005). Essa tecnologia tem proporcionado, aos agricultores, um efetivo avanço no controle aos lepidópteros, praga desta cultura no Brasil e em vários países produtores, além de oferecer benefícios econômicos e ambientais devido à redução na utilização de inseticidas químicos (Qaim & Zilberman 2003, Pray *et al.* 2002).

Plantas geneticamente modificadas que têm efeitos inseticidas obtidas a partir da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) que quando transferido para as plantas com a finalidade de torná-las resistentes a determinados insetos (Farah 1997), esta revolucionando a agricultura (Shelton *et al.* 2002). Esta bactéria produz uma proteína tóxica *Bt* nociva a larvas de muitos insetos. No entanto, essa proteína não persiste no meio ambiente nem é prejudicial aos insetos não suscetíveis ou a vertebrados, e, portanto uma forma segura para proteger as plantas (Glare & O'Callaghan 2000). Entretanto, apesar dos benefícios obtidos com o cultivo do algodão *Bt*, ainda não se sabe com exatidão como as plantas transgênicas afetam as populações de organismos em um agroecossistema. Nesse sentido, o conhecimento da possível alteração da forma da disposição espacial de insetos pragas ou benéficos, é extremamente importante, pois pode alterar o método de amostragem dessas espécies na cultura, além de sua forma de

controle. Para se determinar o padrão de arranjo espacial de uma determinada espécie em um dado ecossistema é necessário que se tenham dados de contagem de indivíduos, como afirma Young & Young (1998). Esses dados de contagem podem ser utilizados para inferir sobre a forma de distribuição espacial da população amostrada.

Diante dessas considerações, verifica-se que o efeito dessas plantas sobre o ambiente, entre outros, os efeitos sobre o padrão de distribuição espacial das populações de insetos que ocorrem em cultivos transgênicos, devem ser comparados com as cultivares convencionais para que assim, seja possível, caso necessário, a inserção de novas técnicas de amostragem de insetos nessa nova tecnologia. Desse modo, é preciso observar a forma como os indivíduos que compõe essas populações se distribuem espacialmente no habitat agrícola, distribuição que pode ser bastante distintas entre uma cultura transgênica e uma não-transgênica.

Ressalte-se que o arranjo espacial dos insetos obedece a três padrões básicos que podem ser definidos como: aleatória, uniforme ou agregada (Ricklefs 2003), sendo que a determinação desses padrões de arranjo é obtida através de índices de dispersão e distribuições teóricas de frequências (Barbosa 1992). Os índices de agregação ou dispersão, apesar de não descreverem matematicamente a distribuição da população estudada (Elliot 1979), fornecem dados bastante aproximados desta realidade. Cabe notar que o conhecimento das distribuições de frequências, que descrevem matematicamente as disposições espaciais de insetos pragas, são importantes para o estabelecimento de critérios adequados de amostragem, análises estatísticas e decisão sobre seu controle, como afirma Ruesink (1980) e Taylor (1984).

De maneira geral, é importante conhecer as particularidades da infestação destas pragas para determinar, com maior precisão, a estratégia de seu manejo, e, nesta perspectiva, pode-se considerar, também, a importância da determinação do tipo de sua distribuição espacial no algodoeiro. Necessita-se, então, dispor de dados de contagem desses insetos-praga

e determinar seu padrão de distribuição espacial, o que define os padrões comportamentais da população.

Nesse contexto, este estudo foi conduzido buscando investigar o padrão de distribuição espacial entre-plantas (horizontal) de ovos de *A. argillacea* e de *H. virescens* em plantas do algodoeiro, cultivar DeltaOpal® (convencional) comparativamente com o cultivar DP90B® (algodão-*Bt*). Pretende-se, portanto, contribuir para o entendimento do impacto na utilização do algodão-*Bt* sobre o comportamento de indivíduos na fase adulta, alvos da tecnologia, sobretudo no que se refere ao comportamento de oviposição postura dessas espécies.

## **Material e Métodos**

### ***Local do experimento***

O experimento foi conduzido durante o ano agrícola 2006/2007 na Fazenda Cuiabazinho, área comercial, localizada no distrito de Nova América, município de Caarapó, região sul de Mato Grosso do Sul, onde não se plantava algodão há oito anos. A área analisada integra 300 ha irrigada com pivô central, na qual foi realizada a seguinte distribuição quanto a semeadura: 80% para a cultivar DP90B® (*Bt*) e 20% com a cultivar de algodão DeltaOpal® (convencional). O tratamento de sementes foi realizado com Euparen®+Monaron®+Baytan® (fungicidas) e Cruiser® 700WS (inseticida) e a emergência das plantas ocorreu no dia 13 de dezembro para o algodão *Bt* e no dia 27 de dezembro para o convencional.

Quanto às coordenadas geográficas, a localidade apresenta latitude de 22° 30' S e longitude de 54° 49' W. A temperatura média, desde o 1º dia após a emergência das plantas (DAE) até a última avaliação, foi de 26,83°C, sendo a temperatura mínima de 14,6°C, no dia 19/03/2007, e a máxima de 36,1°C, no dia 16/03/2007. A precipitação total de chuvas do dia 13 de dezembro a 25 de março que compreende o dia após emergência das primeiras plantas

até a última avaliação foi de 631,8 e a maior chuva ocorreu no dia 06/02/2007 com 66 mm. O solo predominante da região é o Latossolo Vermelho Distroférico com manifestação de textura argilosa e fertilidade natural variável, além de textura média e caráter álico, porém, é profundo, friável e com grande homogeneidade ao longo de todo o perfil. Quanto ao relevo é plano e suavemente ondulado apresentando cobertura vegetal natural de Floresta Estacional Semidecidual e região da Savana (Cerrado).

### ***Amostragens***

As amostragens foram organizadas da seguinte forma: na área amostral foram demarcados dois campos de 5.000 m<sup>2</sup>, sendo um deles com algodão *Bt* e o outro com algodão convencional. Cada campo foi dividido em 100 parcelas de 50 m<sup>2</sup> (5 m x 10 m). Em cada parcela avaliou-se duas plantas, totalizando 200 plantas em cada campo. As avaliações, em ambas as cultivares, foram realizadas semanalmente até o surgimento da primeira flor, da primeira flor ao primeiro capulho duas amostragens semanais e após o aparecimento do primeiro capulho uma avaliação semanal.

As contagens dos ovos destas pragas ocorreram no período de 10/01/07 à 25/03/07, totalizando 15 avaliações em cada cultivar. As plantas foram avaliadas por inteiro, a partir do ponteiro até as folhas mais baixas, anotando-se o número dos ovos de *A. argillacea* e *H. virescens* presentes em cada planta. Informa-se que, durante o período de avaliações, não foi utilizado nenhum produto químico para controle de pragas.

### ***Índices de agregação***

Os índices de agregação utilizados para se determinar o comportamento das mariposas na oviposição de ovos de *A. argillacea* e de *H. virescens* foram:

**Razão Variância/Média** – a razão variância/média é um índice que serve para medir o desvio de um arranjo dos dados das condições de aleatoriedade. Neste tipo de índice, os valores

iguais à (1) indicam disposição espacial ao acaso ou aleatória, já os valores menores que (1) apontam disposição espacial regular ou uniforme, e os valores significativamente maiores que 1 mostram disposição agregada ou contagiosa (Rabinovich 1980). Esse índice foi estimado através de:

$$I = \frac{\sigma^2}{\mu} \dots\dots\dots 1$$

Onde:  $s^2$  = variância amostral e  $\hat{m}$  = média amostral.

**Índice de Morisita** – foi desenvolvido por Morisita (1959, 1962) este índice de Morisita ( $I_\delta$ ) tem a vantagem de ser relativamente independente da média e do número de amostras. Nesse caso, quando  $I_\delta = 1$ , a distribuição é ao acaso; quando  $I_\delta > 1$ , a distribuição é do tipo contagiosa e quando  $I_\delta < 1$ , indica uma distribuição regular (Silveira Neto *et al.* 1976). O índice de Morisita foi dado por:

$$I_\delta = \frac{N(\sum_{i=1}^N X_i^2 - \sum_{i=1}^N X_i)}{(\sum_{i=1}^N X_i)^2 - \sum_{i=1}^N X_i} \dots\dots\dots 2$$

Onde: N= número de unidades amostrais e  $x_i$  = número de insetos na  $i$ ésima unidade amostral ( $i=1,2,\dots,N$ ).

**Expoente k da Distribuição Binomial Negativa** – o expoente k é um bom índice de dispersão quando o tamanho e os números de unidades amostrais, por amostra, são os mesmos, pois esse índice é freqüentemente influenciado pelo tamanho das unidades amostrais. Este parâmetro é uma medida inversa do grau de agregação, e valores negativos indicam uma distribuição regular ou uniforme. Já os valores positivos, próximos de 0, indicam disposição agregada e valores superiores a 8 indicam uma disposição ao acaso (Southwood 1978, Elliot 1979).

Segundo Poole (1974), quando  $0 < k < 8$  o índice indica distribuição agregada, e quando  $0 > k > 8$ , aponta para distribuição aleatória. A estimativa de k foi feita pelo chamado método dos momentos:

$$k = \frac{m^2}{(s^2 - m)} \dots\dots\dots 3$$

Onde: m = média amostral e  $s^2$  = variância amostral.

### ***Distribuições teóricas de freqüências***

As distribuições teóricas de freqüências a serem utilizadas para avaliar a distribuição espacial das espécies observadas são apresentadas a seguida:

**Distribuição de Poisson** – também conhecida como distribuição aleatória, caracteriza-se por apresentar variância igual à média ( $s^2 = \mu$ ). As fórmulas recorrentes para cálculo da série das probabilidades são dadas por:

$$P(0) = e^{-m} \dots\dots\dots 4$$

e

$$P(x) = \frac{m}{x} P(x - 1) \dots\dots\dots 5$$

Onde:  $x = 1, 2, 3, \dots$ , e = base do logaritmo neperiano ( $e = 2,718282\dots$ ),  $P(x)$  = probabilidade de encontrar x indivíduos em uma unidade amostral e m = média amostral.

**Distribuição Binomial Positiva** – descreve a distribuição uniforme e tem como característica a apresentação de variância menor que a média ( $s^2 < m$ ). Sua função probabilística é:

$$P(x) = \frac{k!}{x!(k - x)!} P(x - 1) \dots\dots\dots 6$$

Onde: k = um número inteiro e positivo e x = o número de vezes que o evento ocorre.

As fórmulas de ocorrência para calcular as probabilidades de x ocorrências foram:

$$P(0) = q^k \dots\dots\dots 7$$

e

$$P(x) = \frac{p}{q} \cdot \frac{(k-x+1)}{x} \cdot P(x-1) \dots\dots\dots 8$$

Para  $x = 1, 2, 3, \dots, k$ , onde:  $P(x)$  = probabilidade de se encontrar  $x$  plantas com presença da espécie na unidade amostral,  $p$  = probabilidade de que uma planta qualquer, na unidade amostral, apresente pelo menos um indivíduo,  $q$  = probabilidade de que uma planta qualquer, na unidade amostral, não apresente nenhum indivíduo.

**Distribuição Binomial Negativa** – Caracteriza-se por apresentar variância maior que a média, indicando, assim, distribuição agregada, além disso, possui dois parâmetros: a média ( $m$ ) e o parâmetro  $k$  ( $k > 0$ ). As probabilidades, desta distribuição, foram calculadas pelas fórmulas recorrentes dadas por:

$$P(0) = \left(1 + \frac{m}{k}\right)^{-k} \dots\dots\dots 9$$

e

$$P(x) = \frac{p}{q} \cdot \frac{\binom{m}{x}}{m+k} \cdot P(x-1) \dots\dots\dots 10$$

Para  $x = 1, 2, 3, \dots$ , onde:  $P(x)$  = probabilidade de encontrar uma unidade amostral que contém  $x$  indivíduos,  $m$  = média amostral,  $k$  = estimativa do expoente  $k$  da binomial negativa, obtida através do método dos momentos.

Quanto à verificação do teste de ajuste dos dados observados às distribuições teóricas de frequência, utilizou-se o teste qui-quadrado de aderência, que se constitui em comparar as frequências observadas na área amostral com as frequências esperadas que são definidas, de acordo com Young & Young (1998), pelo produto das probabilidades de cada classe pelo número total e unidades amostrais utilizadas. Os qui-quadrados calculados foram determinados por:

$$X^2 = \sum_{i=1}^{n_c} \frac{(FO_i - FE_i)^2}{FE_i} \dots\dots\dots 11$$

Onde:  $n_c$  = número de classes da distribuição de freqüências,  $FO_i$  = freqüência observada na  $i$ ésima classe e  $FE_i$  = freqüência esperada da  $i$ ésima classe.

Para a realização deste teste, fixou-se uma freqüência esperada mínima igual a 1. O número de graus de liberdade associado à estatística  $X^2$  foram determinados por:

$$GL = N_e - N_p - 1 \dots\dots\dots 12$$

Onde: GL = número de graus de liberdade,  $N_e$  = número de classes da distribuição de freqüências e  $N_p$  = número de parâmetros estimados na amostra.

O critério do teste foi o de rejeitar o ajuste da distribuição estudada ao nível de 5 e 1% de probabilidade quando:

$$X^2 \geq \chi^2_{(GL=n_c - n_p - 1; \alpha = 0,05 \text{ e } 0,01)} \dots\dots\dots 13$$

Onde:  $\chi^2$  = distribuição de qui-quadrado tabelado.

## Resultados e Discussão

Os insetos mais encontrados na área experimental foram: *Aphis gossypii* (Glover), *H. virencens*, *Spodoptera frugiperda* (Smith), *Spodoptera Eridania* (Cramer), *A. argillacea*, *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus), *Scymnus* spp, *Doru luteipesi* (Scudder), *Bemisia tabaci* (Gennadius) **Biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae)** e *Euschistus heros* (Fabricius). No entanto neste artigo trabalhamos com ovos de *A. argillacea* e *H. virencens*.

### Oviposição de *A. argillacea*

A primeira avaliação foi realizada no dia 10/01/2007, nas duas cultivares, portanto no 28° DAE (dia após a emergência das plantas) na cultivar *Bt*, e no 15° DAE na cultivar convencional. Nesta primeira avaliação apenas na cultivar *Bt* foi verificada a presença de ovos

de *A. argillacea* (Tabela 1). Fernandes (2003) também constatou a ocorrência desta espécie na região de Dourados, em torno do 30° DAE até o final do ciclo da cultura.

### **Índices de Dispersão**

Os índices de agregação calculados indicam que a relação variância/média apresenta valores maiores que a unidade nas 15 avaliações realizadas em ambas as cultivares (Tabela 1). Dessa forma, é possível afirmar que os ovos de *A. argillacea* são colocados, mas isoladamente, porém de maneira agregada tanto na cultivar convencional, como na cultivar *Bt*. No entanto, a média de ovos encontrada em cada amostragem estava muito baixa na cultivar *Bt*, quando isso ocorre, ou seja, quando há densidade baixa de ovos encontrados no campo, os índices de agregação podem apresentar resultados pouco confiáveis. Apesar disso, com os dados obtidos é possível afirmar que ovos dessa praga apresentam disposição agregada no campo; pois, toda vez que a média encontrada foi suficientemente elevada para a realização das análises estatísticas, sempre foram obtidos valores que confirmam esse tipo de arranjo espacial. Pelos resultados do índice de Morisita, verifica-se que em todas as avaliações os valores também foram superiores à unidade, permitindo confirmar que a disposição dos ovos é realmente agregada nas duas cultivares.

No que se refere ao expoente K, verificou-se que os ovos distribuem-se na cultivar convencional de maneira agregada, uma vez que os valores de K variaram entre zero e sete (Tabela 2). Já nas avaliações realizadas na cultivar *Bt* encontraram-se valores de K baixos, entre 0 e 1,5, exceto na 4ª avaliação, no dia 27/02/07, que apresentou valor de 4,2042, indicando, também, distribuição espacial agregada (Tabela 1). Esses resultados revelam que a cultivar convencional apresentou todos os valores do parâmetro K acima de zero indicando disposição contagiosa, concordando com os resultados do índice de Morisita e razão variância/média, no entanto, em duas avaliações resultou em valores acima da unidade na cultivar *Bt*. Esses dados demonstram, assim, que a disposição dos ovos na cultivar

convencional corresponde à distribuição espacial agregada, enquanto na cultivar *Bt*, apesar das posturas ocorrerem também de maneira agregada, tende para a uniformidade, uma vez que o parâmetro apresenta muitos valores próximos de zero, o que não ocorre na cultivar convencional.

### **Distribuições teóricas de freqüências**

Os testes de ajustes da Distribuição de Poisson para ovos de *A. argillacea* (Tabela 3) indicam que os dados não obtiveram ajuste a esta distribuição, pois nas amostragens em algodoeiro convencional apenas uma (5<sup>a</sup>) apresentou ajuste para Poisson; porém essa avaliação resultou em média muito baixa, o que não permite confiabilidade deste resultado; além disso, as primeiras três amostragens não obtiveram graus de liberdade suficientes para testar o ajuste a este tipo de distribuição.

Quanto ao campo de algodoeiro *Bt*, apenas quatro amostragens (3<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup>) obtiveram ajuste a esta distribuição, entre as que não obtiveram ajuste a esta distribuição, dez apresentaram significância no nível de 1% de probabilidade pelo teste de qui-quadrado e, apenas uma amostragem em cada cultivar, a 13<sup>a</sup> na convencional e a 10<sup>a</sup> na *Bt*, resultaram em significância com 5% de probabilidade.

Os testes de ajuste das classes obtidas para ovos de *A. argillacea* à distribuição binomial negativa (Tabela 4) mostram que as posturas apresentaram um ajuste muito bom a este tipo de distribuição, pois dentre as 15 avaliações realizadas 12 delas (4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup>, 13<sup>a</sup>, 14<sup>a</sup> e 15<sup>a</sup>), no algodoeiro convencional, e todas na cultivar *Bt* apresentaram-se com graus de liberdades suficientes para realizar o teste de qui-quadrado. Com relação aos ajustes a esta distribuição teórica de freqüência, nove amostragens (4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup>, 13<sup>a</sup>, 14<sup>a</sup>, 15<sup>a</sup>), na cultivar DeltaOpal<sup>®</sup>, e 11 (1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup>, 14<sup>a</sup>, e 15<sup>a</sup>) na cultivar DP90B<sup>®</sup>, apresentaram ajuste a distribuição binomial negativa. Como a grande maioria das amostragens apresentou valores de qui-quadrado não significativo pela distribuição binomial

negativa e, conseqüentemente, ajuste a esse tipo de distribuição, denota-se que a distribuição espacial encontrada para ovos de *A. argillacea* é a distribuição agregada.

O teste qui-quadrado de aderência à distribuição binomial positiva (Tabela 5) mostra que adultos deste noctuídeo não apresentam nenhuma tendência para ovipositar de acordo com esse tipo de distribuição. Dentre todas as 15 amostragens realizadas nas cultivares convencional e *Bt*, nenhuma obteve graus de liberdade suficiente para realização de análise de ajuste a esta distribuição.

### ***Oviposição de H. virescens***

A primeira avaliação realizada nas cultivares *Bt* e convencional (Tabela 1) não indicou a presença de ovos de *H. virescens* na área amostral, sendo estes encontrados pela primeira vez apenas na segunda avaliação. As maiores abundâncias de ovos foram verificadas durante as primeiras avaliações (da segunda à sétima amostragem), nas duas cultivares. Nesse contexto, a maior ocorrência de posturas durante as primeiras avaliações deve-se principalmente às condições favoráveis da planta hospedeira naquele período, assim, Fernandes *et al.* (2007) mostrou que mariposas de *H. virescens* preferem ovipositar no terço superior das plantas de algodão, onde as estruturas vegetais apresentam características mais apropriadas para a alimentação das lagartas.

### **Índices de Dispersão**

Os índices de agregação para ovos de *H. virescens* indicam que a relação variância/média apresenta valores maiores que a unidade, em todas as 14 avaliações com médias diferentes de zero nas cultivares *Bt* e convencional (Tabela 1), tendo em vista uma probabilidade de 99% de acerto. Entretanto, verifica-se que a partir da 9ª avaliação observou-se médias muito baixas, ou seja, resultando em índices de agregação com conclusões pouco confiáveis. De qualquer forma, é possível afirmar mais uma vez que ovos desta praga

apresentam disposição agregada no cultivo do algodão, uma vez que o índice razão variância/média indicou esse tipo de arranjo tanto nas amostragens com médias altas, quanto nas amostragens com médias baixas.

Após os cálculos do índice de Morisita e da realização do teste de qui-quadrado para afastamento da aleatoriedade, percebe-se que todas as amostragens apresentaram valores superiores à unidade, verificando-se que, mantendo a probabilidade de 99% de acerto, é possível confirmar a disposição dos ovos é agregada em ambas as cultivares. Exceção a essa regra ocorreu na 4ª amostragem da cultivar *Bt* e na 12ª amostragem da cultivar convencional, as quais apresentaram probabilidade de 95% de acerto. Dessa forma, espera-se uma maior possibilidade de ajuste das frequências encontradas no campo às distribuições teóricas existentes para esse tipo de arranjo espacial, não descartando a possibilidade de se obter ajustes em distribuições não agregadas, já que algumas amostragens resultaram em médias muito baixas. Ressalte-se que esses resultados conformam os já observados para a razão variância/média.

Analisando-se o expoente  $K$ , verificou-se, também, que em todas as avaliações da cultivar transgênica, os valores desse índice ficaram entre 0,0459 e 4,5002 (Tabela 1), o que indica arranjo entre-plantas agregado para as posturas desse inseto. Quanto a cultivar convencional, as posturas desta praga também tenderam à agregação, pois, apresentaram valores de  $K$  entre 0,0194 e 3,3930 (Tabela 1); porém como a maioria dos valores são próximos a zero, denota-se uma leve tendência à distribuição uniforme.

### **Distribuições teóricas de frequência**

Das 15 avaliações realizadas em ambas as cultivares analisadas 11 delas (2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª, 7ª, 8ª, 9ª, 10ª, 11ª e 13ª), na cultivar convencional, e 12 (2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª, 7ª, 8ª, 9ª, 10ª, 11ª, 12ª e 13ª), na cultivar *Bt*, obtiveram número de classes suficiente para realizar o teste de qui-quadrado para o ajuste à distribuição de Poisson (Tabela 3). No entanto, em quase todas as

avaliações não houve ajuste, exceto na 4<sup>a</sup> amostragem na cultivar *Bt*, apesar de que essa indicação possa ser considerada pouco confiável, pois a média de ovos encontrados nas plantas examinadas foi muito baixa. Nota-se, ainda, que, como em todas as demais avaliações, não ocorreu ajuste à distribuição de Poisson, provando que as mariposas de *H. virescens* não ovipositam aleatoriamente em nenhuma das cultivares estudadas.

Os testes de ajuste à distribuição binomial negativa (Tabela 4) mostram que os ovos apresentaram um ajuste muito bom a este tipo de distribuição, pois a maioria das amostragens realizadas mostrou número suficiente de classes para a realização do teste de ajuste, ou seja, 11 amostragens (2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup>), na cultivar DeltaOpal<sup>®</sup>, e 12 amostragens (2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup>), na cultivar DP90B<sup>®</sup>. Destas amostragens, seis na cultivar convencional (2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup>) e dez na transgênica (2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup>) obtiveram ajuste a essa distribuição.

No que se refere ao ajuste à Distribuição Binomial Positiva, não houve graus de liberdade suficiente em nenhuma das amostragens realizadas para testá-lo (Tabela 5). Portanto, não foi possível realizar o teste de qui-quadrado de aderência a este padrão teórico de distribuição, mostrando, assim, que os ovos deste noctuídeo não apresentam nenhuma tendência para a distribuição uniforme.

Dessa forma, a distribuição espacial de ovos de *H. virescens* mostrou-se agregada para as cultivares estudadas. As frequências observadas e esperadas para o número de ovos, nas duas cultivares, adequaram-se apenas à distribuição binomial negativa. Sobre esse aspecto, Torres & Ruberson (2006) procederam comparações em aldoeieiro *Bt* e não-*Bt* em área comercial para investigar possíveis mudanças no comportamento de oviposição de *H. virescens* e concluíram que não houve diferença, significativa entre as cultivares no que tange a distribuição temporal das posturas.

Este resultado confirma os anteriormente obtidos com relação aos índices de agregação, uma vez que aqueles testes estatísticos já indicavam disposição fortemente agregada para ovos desta espécie, coincidindo assim, com o modelo matemático da distribuição binomial negativa, este que descreve a disposição espacial contagiosa das posturas dos indivíduos presentes na área amostral.

Diante dessas observações, é possível afirmar que a distribuição espacial de ovos de *A. argillacea* e *H. virescens* mostrou-se agregada em ambas cultivares. Esses resultados corroboram a afirmação de Maruyama *et al.* (2002) de que a disposição dos insetos em geral tende a agregação no campo. As frequências observadas e esperadas para o número de ovos destas espécies ajustaram-se, na grande maioria das amostragens realizadas, à distribuição binomial negativa. Este resultado confirma as conclusões obtidas com os índices de agregação calculados anteriormente.

De acordo com a metodologia aplicada, pode-se concluir que a distribuição espacial de ovos de *A. argillacea* na cultivar *Bt* segue o padrão da distribuição agregada, tendendo para a distribuição uniforme, enquanto que na cultivar convencional apresenta-se claramente na forma de distribuição espacial do tipo agregada. Com relação à distribuição espacial das posturas de *H. virescens*, tanto na cultivar *Bt* quanto na cultivar convencional, pode-se afirmar que estas apresentam distribuição espacial, realmente, agregada. Este tipo de distribuição exige um maior número de unidades amostrais do que qualquer outro tipo de distribuição espacial, quando da realização de um processo de amostragem de ovos dessas espécies nas cultivares convencional e *Bt*. Esse processo pode ser bastante importante uma vez que, como marca (Pray 2002), mostra que *H. virescens* está se tornando resistente à tecnologia Bollgard I na China. Assim, sugere-se que trabalhos futuros busquem desenvolver planos de amostragem seqüencial de ovos destas espécies tanto na cultura do algodão convencional, quanto no algodão *Bt* para definir o número exato de unidades amostrais a serem utilizadas.

Cabe ressaltar, também, que a cultivar *Bt* não apresentou um grande impacto à oviposição de *H. virescens* e *A. argillacea* no que se refere à distribuição espacial dos ovos que ocorrem na cultura, uma vez que se observou o mesmo padrão de distribuição das posturas em algodão convencional e no *Bt*, o que indica que essas plantas transgênicas não alteram a característica ecológica de oviposição destes insetos considerados pragas alvo da tecnologia *Bt* avaliada.

Assim, é possível recomendar a aplicação de inseticidas com ação ovicida na cultura quando necessário em áreas localizadas da cultura, o que diminui a quantidade de inseticidas pulverizados no meio ambiente, reduzindo os riscos de intoxicação humana, além de permitir o desenvolvimento de inimigos naturais das pragas na cultura. Nesse sentido, ressalta Metcalf (1980), que é importante providenciar refúgios para sobrevivência das populações de insetos benéficos nos agroecossistemas e que as aplicações localizadas são ecologicamente preferíveis em relação à aplicação em área total, prática amplamente utilizada em programas de MIP em vários países, como, por exemplo, na China. O mesmo autor destaca também, alguns exemplos citados na literatura, como os casos de controle biológico de cochonilhas em pomares de *Citrus* na Califórnia, pomares que têm melhorado devido à pulverização alternada entre ruas, em intervalos de seis em seis meses, além da pulverização em faixas de ruas de culturas o que pode proporcionar similares refúgios para inimigos naturais.

Nestes termos, segundo Guedes & Fragoso (2000), a aplicação de inseticidas deve ser feita com a menor frequência possível, limitado à área de ocorrência dos insetos, ou seja, apenas em áreas localizadas, mantendo assim áreas não-tratadas para fins de refúgio de insetos benéficos; esses pesquisadores ainda recomendam a aplicação de inseticidas no estágio mais vulnerável da praga, sendo essas algumas orientações de manejo por moderação.

## Agradecimentos

Agradecimentos à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsa de Mestrado.

## Referências

- Barbosa, J.C. 1992. A amostragem seqüencial. In: Fernandes, O. A., Correia, A.C. B., de Bortoli, S.A. (ed.) Manejo integrado de pragas e nematóides. Jaboticabal, FUNEP, 205-11.
- Elliot, J.M. 1979. Some methods for the statistical analysis of sample of benthic invertebrates. Sci. Publ. Freshw. Biol. Assoc., Ambleside, n.25, p.148.
- Farah, S. B. 1997. DNA: segredos e mistérios. São Paulo, Sarvier, 276p.
- Fernandes, M.G., A.C., Busoli, & J.C., Barbosa, 2003. Distribuição espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro, Neotrop. Entomol. vol. 32 n°1 Londrina Jan./Mar.
- Fernandes, M.G., M.A.S., Moreira, P.E., Degrande, A.C., Cubas, & A.M. Silva 2007. Vertical Distribution, population density, and natural egg parasitism of cotton leafworm on cotton under IPM. Rev. Colomb. Entomol. n° 33 – vol 1, 27-30.
- Glare, T.R. & M., O'Callaghan, 2000. *Bacillus thuringiensis*: biology, ecology and safety. John Wiley & Sons, Chichester, 350p.
- Guedes, R.N.C. & Fragoso, D.B. 2000. Insetos com vontade de viver, Cultivar Hortaliças e Frutas 4.
- James, C. 2005. Global Status of Commercialized Transgenic Crops: 2005. ISAAA Briefs N° 34. ISAAA: Ithaca, NY.

- Maruyama, W.I., J.C., Barbosa, M.G., Fernandes, & P.T., Yamamoto. 2002. Distribuição espacial de *Dilobopterus costalimai* Young (Hemiptera: Cicadellidae) em citros na região de Taquaritinga, SP. Neotrop. Entomol. 31: 35-40.
- Metcalf, R.L. 1980. Changing role of insecticides in crop protection. Ann. Rev. Entomol. 2J:219-56.
- Morisita, M. 1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. Mem. Fac. Sci., Kyushi Univ. Fed. Biol. 2: 215-235.
- Morisita, M. 1962. Iδ-Index, a measure of dispersion of individuals. Res. Popul. Ecol. 4: 1-7.
- Poole, R.W. 1974. An introduction to quantitative ecology. New York, McGraw Hill, 525p.
- Pray, C.E., J., Huang, R., Hu, & S., Rozelle, 2002. Five years of Bt cotton in China ± the benefits continue, The Plant Journal 31(4), 423±430.
- Qaim, M. & D., Zilberman, 2003. Yield Effects of Genetically Modified Crops in Developing Countries. *Science*, Vol. 299, 900-902.
- Rabinovich, J.E. 1980. Introduccion a la ecologia de poblaciones animales. México, Continental, 313p.
- Ricklefs, R.E. 2003. A economia da natureza, 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara/Koogan. 470p.
- Ruesink, W.G. 1980. Introduction to sampling theory. In: Kogan, M., Herzog, D.G. Samplig methods on soybean entomology. New York, Springs, 60-78.
- Silveira Neto, Nakano, S., O., Barbin, D. & N.A., Villa Nova, 1976. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo: Agronômica Ceres,. 419p.
- Shelton, A.M., J.Z., ZHAO, & R.T., Roush, 2002. Economic, Food Safety, and Social Consequences of the Deployment of *Bt* Transgenic Plants. Annu. Rev. Entomol. 47:845-81.

Soares, J.J., A.G., Jácome, J.G., Sousa, R.H., Oliveira, & D.S., Wanderley, 1997. Influência do desfolhamento simulados pelo ataque do curuquerê no desenvolvimento vegetativo e no rendimento do algodoeiro. Campina Grande: Embrapa-Algodão, (Comunicado Técnico, 61).

Southwood, T.R.E. 1978. Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations. 2 ed. London: Chapman and Hall. 524p.

Taylor, L.R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distribution of insects populations. *Ann. Rev. Entomol.*, Palo Alto, v.29, 231-57.

Torres, J.B. & J.R., Ruberson, 2006. Spatial and temporal dynamics of oviposition behavior of bollworm and three of its predators in Bt and non-Bt cotton fields, *Entomol. Exp. Appl.* 120: 11–22.

Young, L.J. & J.H., Young, 1998. *Statistical ecology: a population perspective*. Boston, Kluwer Academic Publishers, 565p.

**Tabela 1.** Análise estatística (médias e  $s^2$ ) e índices de dispersão para ovos de *Alabama argillacea* e *Heliothis virescens* em algodoeiro DP90B<sup>®</sup>, Caarapó, MS, 2007.

	28DAE	35DAE	42DAE	45DAE	49DAE	52DAE	59DAE	63DAE	73DAE	77DAE	80DAE	84DAE	88DAE	95DAE	102DAE	
<i>A. argillacea</i>	$\hat{m}$	0,43	0,72	0,30	1,27	0,54	0,40	0,49	0,56	0,43	0,28	0,30	0,50	0,91	0,69	0,46
	$s^2$	1,722	4,587	0,373	1,6536	1,160	0,565	1,363	1,360	0,752	0,466	1,020	0,818	2,244	1,266	0,937
	<b>I</b>	4,0054**	6,3714**	1,2457**	1,3020**	2,1481**	1,4141**	2,7827**	2,4285**	1,7502**	1,6652**	3,4006**	1,6363**	2,4663**	1,8356**	0,9377**
	<b>I<sub>δ</sub></b>	8,0841**	8,4898**	1,8390**	1,2373**	3,1446**	2,0512**	4,6768**	3,5714**	2,7685**	3,4391**	9,1954**	2,2857**	2,6129**	2,2165**	3,2850**
	<b>K</b>	0,1430 <sup>ag</sup>	0,1340 <sup>ag</sup>	1,2205 <sup>ag</sup>	4,2042 <sup>ag</sup>	0,4703 <sup>ag</sup>	0,9658 <sup>ag</sup>	0,2748 <sup>ag</sup>	0,3920 <sup>ag</sup>	0,5731 <sup>ag</sup>	0,4209 <sup>ag</sup>	0,1249 <sup>ag</sup>	0,7857 <sup>ag</sup>	0,6206 <sup>ag</sup>	0,8257 <sup>ag</sup>	0,4428 <sup>ag</sup>
<i>H. virescens</i>	$\hat{m}$	0	4,4	4,9	7,94	5,09	8,72	5,78	1,2	0,18	0,66	0,62	0,21	0,48	0,03	0,11
	$s^2$	-	18,2422	19,4040	19,3094	21,2342	26,1834	13,2036	3,5353	0,3915	1,3781	1,4096	0,3089	1,1612	0,0495	0,15949
	<b>I</b>	-	4,1460**	3,9600**	2,4319**	4,1717**	3,0026**	2,2843**	2,9461**	2,1750**	2,0881**	2,2737**	1,4713**	2,4191**	1,6531**	1,4499**
	<b>I<sub>δ</sub></b>	-	1,7094**	1,5992**	1,1787*	1,6181**	1,2276**	1,2203**	2,6190**	7,8431**	2,6573**	3,0671**	3,3333**	3,9893**	33,3333**	5,4545**
	<b>K</b>	-	1,3985 <sup>ag</sup>	1,6554 <sup>ag</sup>	5,5449 <sup>ag</sup>	1,6047 <sup>ag</sup>	4,3541 <sup>ag</sup>	4,5002 <sup>ag</sup>	0,6166 <sup>ag</sup>	0,1531 <sup>ag</sup>	0,6065 <sup>ag</sup>	0,4867 <sup>ag</sup>	0,4455 <sup>ag</sup>	0,3382 <sup>ag</sup>	0,0459 <sup>ag</sup>	0,2444 <sup>ag</sup>

$\hat{m}$  = média de ovos por unidade amostral;  $s^2$  = variância; **I** = razão variância/média; **I<sub>δ</sub>** = índice de Morisita; **K** = expoente K; **DAE** = Dias após a emergência das plantas; \*\*= significativo no nível de 1% pelo teste do qui-quadrado e <sup>ag</sup> = agregado

**Tabela 2.** Análise estatística (médias e  $s^2$ ) e índices de dispersão para ovos de *Alabama argillacea* e *Heliothis virescens* em algodoeiro DeltaOpal®, Caarapó, MS, 2007.

	15 DAE	22 DAE	29 DAE	32DAE	36 DAE	46DAE	50 DAE	60 DAE	64 DAE	67 DAE	71 DAE	75 DAE	82 DAE	85DAE	89 DAE	
<i>A. argillacea</i>	$\hat{m}$	0	0,04	0,04	0,98	0,22	0,37	0,82	1,89	1,16	0,62	2,32	2,43	1,39	3,3	1,11
	$s^2$	-	0,0589	0,0589	1,3329	0,4359	1,6293	1,442	3,3312	2,4791	0,945	3,5531	3,3182	1,9574	9,0404	2,2807
	<b>I</b>	-	1,4747**	1,4747**	1,3601**	1,9816**	4,4037**	1,7585**	1,7625**	2,1372**	1,5242**	1,5315**	1,3655**	1,4082**	2,7395**	2,0546**
	<b>I<sub>δ</sub></b>	-	16,6666**	16,6666**	1,3675**	5,6277**	10,3603**	1,9271**	1,4015**	1,9790**	1,8508**	1,2277**	1,1495**	1,2928**	1,5234**	1,9492**
	<b>K</b>	-	0,0842 <sup>ag</sup>	0,0842 <sup>ag</sup>	2,7212 <sup>ag</sup>	0,2241 <sup>ag</sup>	0,1087 <sup>ag</sup>	1,0809 <sup>ag</sup>	2,4785 <sup>ag</sup>	1,0200 <sup>ag</sup>	1,1825 <sup>ag</sup>	4,3648 <sup>ag</sup>	6,6475 <sup>ag</sup>	3,4047 <sup>ag</sup>	1,8970 <sup>ag</sup>	1,0524 <sup>ag</sup>
<i>H. virescens</i>	$\hat{m}$	0	1,99	2,04	4,35	2,69	1,01	1,87	0,53	0,71	0,48	0,9	0,1	0,25	0,09	0,11
	$s^2$	-	7,5857	7,5135	9,9267	16,66	4,2726	3,4475	1,0596	1,3392	0,9591	2,0101	0,1313	0,4722	0,5069	0,1998
	<b>I</b>	-	3,8119**	3,6831**	2,2820**	6,1934**	4,2303**	1,8436**	1,9994**	1,8863**	1,9983**	2,2334**	1,3131**	1,8888**	5,6329**	1,8172**
	<b>I<sub>δ</sub></b>	-	2,4059**	2,3085**	1,2924**	2,9184**	4,1980**	1,4490**	2,9027**	2,2535**	3,1028**	2,3720**	4,4444**	4,6666**	58,3333**	9,0909**
	<b>K</b>	-	0,7076 <sup>ag</sup>	0,7603 <sup>ag</sup>	3,3930 <sup>ag</sup>	0,5179 <sup>ag</sup>	0,3126 <sup>ag</sup>	2,2166 <sup>ag</sup>	0,5303 <sup>ag</sup>	0,8010 <sup>ag</sup>	0,4808 <sup>ag</sup>	0,7296 <sup>ag</sup>	0,3193 <sup>ag</sup>	0,2812 <sup>ag</sup>	0,0194 <sup>ag</sup>	0,1345 <sup>ag</sup>

$\hat{m}$  = média de ovos por unidade amostral;  $s^2$  = variância; **I** = razão variância/média; **I<sub>δ</sub>** = índice de Morisita; **K** = expoente K; **DAE** = Dias após a emergência das plantas; \*\* = significativo no nível de 1% pelo teste do qui-quadrado e <sup>ag</sup> = agregado

**Tabela 3.** Teste qui-quadrado de ovos *Alabama argillacea* e *Heliothis virescens* (Poisson) em algodoeiro DeltaOpal® e DP90B® em Caarapó, MS, 2007.

Amostras	DeltaOpal®				DP90B®			
	<i>Alabama argillacea</i>		<i>Heliothis virescens</i>		<i>Alabama argillacea</i>		<i>Heliothis virescens</i>	
	X <sup>2</sup>	GL(nc-2)	X <sup>2</sup>	GL(nc-2)	X <sup>2</sup>	GL(nc-2)	X <sup>2</sup>	GL(nc-2)
<b>1<sup>a</sup></b>	0	-	0	-	12,07**	1	0	-
<b>2<sup>a</sup></b>	0,22 <sup>i</sup>	0	126,60**	5	32,96**	2	257,56**	9
<b>3<sup>a</sup></b>	0,22 <sup>i</sup>	0	114,79**	5	2,83 <sup>ns</sup>	1	335,04**	10
<b>4<sup>a</sup></b>	14,00**	3	108,61**	9	142,60**	14	2,16 <sup>ns</sup>	3
<b>5<sup>a</sup></b>	2,48 <sup>ns</sup>	1	251,22**	6	21,64**	2	532,47**	10
<b>6<sup>a</sup></b>	14,47**	1	171,19**	3	1,21 <sup>ns</sup>	1	1033,62**	15
<b>7<sup>a</sup></b>	12,61**	2	42,77**	5	39,67**	2	176,97**	11
<b>8<sup>a</sup></b>	28,91**	5	24,78**	4	28,79**	2	60,09**	3
<b>9<sup>a</sup></b>	39,64**	3	26,35**	2	5,12 <sup>ns</sup>	2	4,36*	1
<b>10<sup>a</sup></b>	19,08**	2	24,82**	2	5,84*	1	20,30**	2
<b>11<sup>a</sup></b>	31,51**	5	41,39**	3	10,92**	1	15,32**	2
<b>12<sup>a</sup></b>	31,65**	6	0,26 <sup>i</sup>	0	2,29 <sup>ns</sup>	2	8,53**	1
<b>13<sup>a</sup></b>	13,25*	4	10,57**	1	70,65**	3	28,62**	2
<b>14<sup>a</sup></b>	76,44**	7	3,99 <sup>i</sup>	0	20,59**	2	0,32 <sup>i</sup>	0
<b>15<sup>a</sup></b>	29,05**	3	1,25 <sup>i</sup>	0	15,34**	2	0,21 <sup>i</sup>	0

<sup>ns</sup> – Não significativo, \* - significativo ao nível de 5%, \*\* - significativo ao nível de 1%, <sup>i</sup> = insuficiência de classes, X<sup>2</sup> – valor do qui-quadrado calculado, GL – graus de liberdade, nc – número de classes observadas no campo.

**Tabela 4.** Teste qui-quadrado de ovos *Alabama argillacea* e *Heliothis virescens* (Binomial Negativa) em algodoeiro DeltaOpal® e DP90B® em Caarapó, MS, 2007.

Amostras	DeltaOpal®				DP90B®			
	<i>Alabama argillacea</i>		<i>Heliothis virescens</i>		<i>Alabama argillacea</i>		<i>Heliothis virescens</i>	
	X <sup>2</sup>	GL(nc-3)	X <sup>2</sup>	GL(nc-3)	X <sup>2</sup>	GL(nc-3)	X <sup>2</sup>	GL(nc-3)
1 <sup>a</sup>	0	-	0	-	2,75 <sup>ns</sup>	3	0	-
2 <sup>a</sup>	0	-	5,69 <sup>ns</sup>	7	6,14 <sup>ns</sup>	4	10,90 <sup>ns</sup>	12
3 <sup>a</sup>	0	-	6,28 <sup>ns</sup>	8	0,36 <sup>i</sup>	0	13,20 <sup>ns</sup>	13
4 <sup>a</sup>	4,40 <sup>ns</sup>	2	21,97 <sup>**</sup>	9	142,59 <sup>**</sup>	15	2,157 <sup>ns</sup>	3
5 <sup>a</sup>	2,06 <sup>ns</sup>	1	9,17 <sup>ns</sup>	10	0,94 <sup>ns</sup>	2	15,33 <sup>ns</sup>	13
6 <sup>a</sup>	1,20 <sup>ns</sup>	2	33,42 <sup>**</sup>	5	1,04 <sup>ns</sup>	1	39,29 <sup>**</sup>	18
7 <sup>a</sup>	7,27 <sup>*</sup>	2	9,92 <sup>**</sup>	5	1,42 <sup>ns</sup>	3	18,17 <sup>ns</sup>	13
8 <sup>a</sup>	8,32 <sup>ns</sup>	5	2,87 <sup>ns</sup>	2	8,63 <sup>*</sup>	2	7,37 <sup>ns</sup>	6
9 <sup>a</sup>	5,94 <sup>ns</sup>	4	8,64 <sup>*</sup>	2	1,91 <sup>ns</sup>	1	0,41 <sup>ns</sup>	1
10 <sup>a</sup>	4,72 <sup>ns</sup>	2	2,06 <sup>ns</sup>	2	0,10 <sup>ns</sup>	1	3,08 <sup>ns</sup>	3
11 <sup>a</sup>	11,76 <sup>*</sup>	5	4,71 <sup>ns</sup>	4	0,48 <sup>ns</sup>	3	4,23 <sup>ns</sup>	3
12 <sup>a</sup>	22,27 <sup>**</sup>	5	0,88 <sup>i</sup>	0	2,29 <sup>ns</sup>	1	8,52 <sup>ns</sup>	0
13 <sup>a</sup>	6,59 <sup>ns</sup>	3	7,54 <sup>**</sup>	1	11,09 <sup>*</sup>	3	6,34 <sup>*</sup>	2
14 <sup>a</sup>	8,87 <sup>ns</sup>	9	0	-	3,74 <sup>ns</sup>	2	0	-
15 <sup>a</sup>	5,31 <sup>ns</sup>	3	1,12	0	4,24 <sup>ns</sup>	2	0,02 <sup>i</sup>	-

<sup>ns</sup> – Não significativo, \* - significativo ao nível de 5%, \*\* - significativo ao nível de 1%, <sup>i</sup> = insuficiência de classes, X<sup>2</sup> – valor do qui-quadrado calculado, GL – graus de liberdade, nc – número de classes observadas no campo.

**Tabela 5.** Teste qui-quadrado de ovos *Alabama argillacea* e *Heliothis virescens* (Binomial Positiva) em algodoeiro DeltaOpal® e DP90B® em Caarapó, MS, 2007.

Amostras	DeltaOpal®		DP90B®		Alabama argillacea		Heliothis virescens	
	X <sup>2</sup>	GL(nc-3)	X <sup>2</sup>	GL(nc-3)	X <sup>2</sup>	GL(nc-3)	X <sup>2</sup>	GL(nc-3)
<b>1<sup>a</sup></b>	0	-	0	-	0,36	-	0	-
<b>2<sup>a</sup></b>	241,16 <sup>i</sup>	0	9,61	-	0,36	-	32,49	-
<b>3<sup>a</sup></b>	241,16 <sup>i</sup>	0	10,24	-	18,16 <sup>i</sup>	0	38,44	-
<b>4<sup>a</sup></b>	4,8333 <sup>i</sup>	0	44,68	-	79,28	-	23,11 <sup>i</sup>	0
<b>5<sup>a</sup></b>	113,91	-	14,44	-	2214,21	-	42,25	-
<b>6<sup>a</sup></b>	0,16 <sup>i</sup>	0	2,89	-	63,77 <sup>i</sup>	0	86,49	-
<b>7<sup>a</sup></b>	457,73 <sup>i</sup>	0	384,52 <sup>i</sup>	0	17,38	-	74,94	-
<b>8<sup>a</sup></b>	73,02 <sup>i</sup>	0	0,01	-	215,04	-	39,32	-
<b>9<sup>a</sup></b>	1275,23	-	3195,80 <sup>i</sup>	0	773,58	-	2429,47	-
<b>10<sup>a</sup></b>	102,54 <sup>i</sup>	0	0,36	-	493,56	-	0,49	-
<b>11<sup>a</sup></b>	22,05 <sup>i</sup>	0	512,96	-	0,09	-	519,10	-
<b>12<sup>a</sup></b>	52,84 <sup>i</sup>	0	80,65 <sup>i</sup>	0	286,56	-	167,86 <sup>i</sup>	0
<b>13<sup>a</sup></b>	7,63 <sup>i</sup>	0	5764,40 <sup>i</sup>	0	126,98	-	236,49	-
<b>14<sup>a</sup></b>	30,72 <sup>i</sup>	0	0,01	-	1442,92 <sup>i</sup>	0	698,57 <sup>i</sup>	0
<b>15<sup>a</sup></b>	2,56	-	2492,69 <sup>i</sup>	0	0,09	-	176,99 <sup>i</sup>	0

X<sup>2</sup> – valor do qui-quadrado calculado, <sup>i</sup> = insuficiência de classes, GL – graus de liberdade, nc – número de classes observadas no campo.

**Distribuição Espacial de *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae) e *Bemisia tabaci* (Gennadius 1889) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em Algodoeiro *Bt* e Não-*Bt***

Tatiana Rojas Rodrigues<sup>1</sup>

Marcos Gino Fernandes<sup>2</sup>

Honório Roberto dos Santos<sup>3</sup>

<sup>1</sup> UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados. (UFGD).

tathy\_r@yahoo.com.br

<sup>2</sup> UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados. (UFGD).

mgfernandes@ufgd.edu.br

<sup>3</sup> UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados. (UFGD).

hrsantos@ufgd.edu.br

**Spatial distribution of *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) and *Bemisia tabaci* Gennadius, 1889 Biotipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) on *Bt* and Non-*Bt* Cotton**

**ABSTRACT** – The study of spatial distribution of the adults of *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) and the colonies of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) on *Bt* and non-*Bt* cotton crop, it is fundamental for the appropriate use of management strategies, improvement of sampling techniques, determination of the economical damage levels, incorporation of the study of spatial dynamics in the especification of population model, besides revealing differences on the behavior of non-target species between both cultivars. So, the experiment, carried out at Fazenda Cuiabazinho located in Nova América municipal district of Caarapó, Mato Grosso do Sul, aimed to investigate the spatial distribution pattern of those species on the cotton crop *Gossypium hirsutum* L., DeltaOpal<sup>®</sup> cultivar, comparing to DP90B<sup>®</sup> cultivar, resistant to the attack of some lepidopterous-pests. The samplings happened in 2006/2007 season-crop in two areas of 5.000 m<sup>2</sup> each one, where it was done 14 evaluations counting adults of white-flies and colonies of aphids. The aggregation indexes (variance/mean rate, index of Morisita and Exponent k of the Negative Binomial Distribution) were calculated and accomplished the fitness tests of the individuals' numeric classes found and expected to the theoretical distributions of frequency (Poisson, Negative Binomial and Positive Binomial). Those analyses showed that, at both cultivars, the spatial distribution of the insects was adjusted to the negative binomial distribution during the whole analyzed period.

**KEY WORDS:** Cotton-aphid, GMO, *Gossypium hirsutum*, Insecta, White-fly.

**RESUMO:** O estudo da distribuição espacial de adultos de *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) e de colônias de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) nas culturas do algodoeiro *Bt* e não-*Bt* é fundamental para a utilização adequada de estratégias de manejo, otimização de técnicas de amostragens, determinação do nível de danos econômicos, incorporação do estudo da dinâmica espacial na especificação do modelo populacional, além de revelar diferenças de comportamento de espécies não-alvo entre as duas cultivares. Nesse sentido, o experimento, conduzido na Fazenda Cuiabazinho localizada no distrito de Nova América no município de Caarapó, Mato Grosso do Sul, buscou investigar o padrão da distribuição espacial entre-plantas dessas espécies no algodoeiro *Gossypium hirsutum* L., cultivar DeltaOpal<sup>®</sup>, em comparação a cultivar DP90B<sup>®</sup>, resistente ao ataque de alguns lepidópteros-praga. As avaliações ocorreram no ano agrícola 2006/2007 em dois campos de 5.000 m<sup>2</sup> cada, nos quais se realizou 14 avaliações com contagem de adultos da mosca-branca e colônias de pulgões. Foram calculados os índices de agregação (razão variância/média, índice de Morisita e Expoente k da Distribuição Binomial Negativa) e realizados os testes ajustes das classes numéricas de indivíduos encontradas e esperadas às distribuições teóricas de frequência (Poisson, Binomial Negativa e Binomial Positiva). Essas análises mostraram que, em ambas as cultivares, a distribuição espacial dos insetos ajustou-se a distribuição binomial negativa durante todo o período analisado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Insecta, OGM, *Gossypium hirsutum* L, Pulgão-do-algodoeiro, Mosca-branca.

## INTRODUÇÃO

*Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae) e *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) são importantes vetores de vírus causadores de sérias doenças ao algodoeiro, sobretudo no Brasil, a exemplo do vírus do mosaico-das-nervuras do algodoeiro (VMNA), ou da doença azul transmitida por *A. gossypii* (Fernandes *et al.* 2003, Michelotto & Busoli 2007) e da doença azul do algodoeiro cujo vetor é *B. tabaci* e que também é responsável pela transmissão de *Abutilon mosaic virus*, vírus causador do mosaico comum (Araújo & Suassuna 2003). De forma geral, destaca-se que altas infestações dessas pragas também depauperam as plantas de algodão, conseqüentemente, favorece o desenvolvimento da fumagina que causa posterior queda das folhas, podendo afetar seriamente a produção, como destaca Santos (2001).

Cabe observar que *A. gossypii* apresenta ampla distribuição mundial e encontra-se associado a culturas de grande importância econômica, constituindo-se em uma das principais pragas agrícolas, tanto nas regiões temperadas como nas tropicais (Fernandes *et al.* 2003). No Brasil, essa praga coloniza o algodoeiro desde a fase de plântula reproduzindo-se de forma rápida e abundante por partenogênese telítica. Essas características permitem que este inseto produza várias gerações e altas densidades populacionais a cada safra favorecendo, assim, a rápida seleção de indivíduos resistentes a fatores ambientais restritivos ao seu crescimento populacional (Liu *et al.* 2005). É uma espécie polífaga, capaz de transmitir mais de 50 doenças para as plantas (Blackman & Eastop 1984). Entre o complexo de pragas do algodoeiro, o pulgão *A. gossypii* tem se destacado devido ao aumento da resistência aos inseticidas e ao parasitismo ocasionado pela destruição dos agentes de controle biológico, o que pode levar a reduções em torno de 40% na produção do algodoeiro (Pessoa *et al.* 2004; Pereira *et al.* 2006).

Nesse contexto, nos últimos 25 anos, a mosca branca *B. tabaci* biótipo B transformou-se de praga de pequena importância, para a principal praga de várias culturas em todo o mundo, como destaca Albergaria (2003). Essa espécie é uma das pragas causadoras de grandes prejuízos devido a danos diretos à cultura do algodoeiro em vários países (Butler Junior et al. 1991), já que ela excreta uma secreção açucarada e pegajosa, conhecida popularmente como “mela”, contaminando o líter do algodão e prejudicando a qualidade de sua fibra (Chu et al. 2001). Segundo Tonhasca Jr. et al. (1994), o maior número de moscas-brancas é encontrado na cultura do algodoeiro em amostragens feitas no ápice das plantas e logo no início da manhã. Ao sugar a seiva das plantas, os adultos e ninfas provocam alterações no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da planta, debilitando-a e reduzindo sua produtividade.

O manejo de *B. tabaci* biótipo B tem se mostrado um grande desafio, algumas de suas características provam essa afirmativa: a rápida dispersão entre as culturas, o alto potencial reprodutivo, o hábito polífago, a resistência aos inseticidas e seu comportamento de se alimentar e viver na superfície, abaxial das folhas, são fatores que contribuem para a complexidade e dificuldade de seu controle (Naranjo & Flint 1995).

Entre as possíveis soluções, em longo prazo, para o controle da mosca-branca é o manejo integrado, no qual se utiliza, como tática prioritária, a resistência de cultivares de algodoeiro a esse hemíptero, destaca-se, por exemplo, a baixa densidade de tricomas nas folhas é uma das características de maior importância para a resistência das plantas a essa praga, como marca Chu et al. (2001) pois, desta forma, plantas com maior número de tricomas fornecem um microclima favorável para a oviposição da mosca-branca, favorecendo a sua infestação (Chu et al. 1995).

Plantas geneticamente modificadas que têm efeito inseticida são obtidas a partir da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) que quando transferida para as plantas tem a finalidade de

torná-las resistentes a determinados insetos (Farah, 1997), esta revolucionando a agricultura (Shelton *et al.*, 2002). Esta bactéria produz uma proteína tóxica *Bt* nociva a juvenis de muitos insetos. No entanto, essa proteína não persiste no meio ambiente e nem é prejudicial aos insetos não-alvo ou a vertebrados, e, portanto uma forma segura para proteger as plantas Glare & O'Callaghan, 2000. Nesse sentido, entre as opções para o controle de pragas na cultura algodoeira, como as aplicações de inseticidas e o controle biológico, o algodão transgênico '*Bt*' tem se inserido como uma alternativa extremamente viável para algumas lagartas, uma vez que o uso excessivo de inseticidas não-específicos leva a impactos ambientais negativos, como a redução severa da população de organismos benéficos e a potencialização de surgimento de pragas resistentes aos inseticidas convencionais. Sobre esse aspecto, Frizzas *et al.* (2004) infere que deve haver uma redução na aplicação de inseticidas, principalmente os de largo espectro nas cultivares geneticamente modificadas (OGM), favorecendo, assim, a manutenção dos inimigos naturais.

Ainda não se sabe, com exatidão, como as plantas OGM afetam as populações de organismos que se inter-relacionam em um agroecossistema. Nesse sentido, o conhecimento da possível alteração na forma da disposição espacial de insetos pragas e/ou benéficos, é extremamente importante, pois pode alterar o método de amostragem dessas espécies na cultura, além da sua forma de controle. Para se determinar o padrão de arranjo espacial de uma determinada espécie em um dado ecossistema é necessário que se tenham dados de contagem de indivíduos. Fundamental para isso é que o ambiente em questão permita a realização de amostragens (Young & Young 1998).

Nesse contexto, cabe notar que a distribuição espacial é a forma como os indivíduos de uma população se dispersam em seu habitat (Ricklefs 2003). Seu conhecimento é importante por várias razões: conhecer a etologia da espécie, selecionar os métodos de amostragem, aperfeiçoar o processo de amostragem e, conseqüentemente, o processo de

manejo integrado de pragas agrícolas. A forma de dispersão no habitat pode se dar de formas diferentes entre as espécies e entre as populações da mesma espécie, a variação dessa forma de distribuição espacial pode ocorrer em função de fatores ambientais ou genéticos da população. A determinação desses padrões de arranjo é obtida através de índices de dispersão e distribuição teórica de frequências (Barbosa 1992, Young & Young 1998, Fernandes et al. 2003). Sendo assim, um programa de MIP deve ter como base amostragens fidedignas. Para tanto, o conhecimento do comportamento dos insetos no agroecossistema algodoeiro possibilita a adequada utilização de princípios ecológicos na amostragem e no controle de pragas nessa cultura (Fernandes et al. 2006).

Nesses termos, o estudo das distribuições de probabilidades que descrevem disposições espaciais de insetos-praga é importantes para o estabelecimento de critérios adequados de amostragem, análises estatísticas das características da infestação e da decisão sobre a determinação, além do controle de danos econômicos da praga na cultura (Pereira et al. 2004). Conhecendo-se as particularidades da infestação, pode-se determinar, com maior precisão, a estratégia de controle. Justifica-se a importância da determinação do tipo de distribuição espacial destas pragas vetoras de viroses e causadora de danos diretos no algodoeiro.

Segundo Barbosa (1992), para estudos sobre a distribuição de insetos há necessidade de se conhecer as distribuições de frequências dos indivíduos de cada espécie em cada cultura, adotando-se critérios adequados de amostragem para estimar os parâmetros populacionais. Conforme Kuno (1991), o primeiro passo a ser executado é dividir a área para estudo em várias unidades ou quadrados (*grids*) de mesmo tamanho e, posteriormente, descrever o modelo de ocupação da área pelos indivíduos da população como uma distribuição de frequências dos indivíduos observados em cada quadrado. O arranjo espacial de populações de insetos obedece a padrões que podem ser de maneira aleatória, uniforme, ou, ainda,

agregada (Ricklefs 2003). A determinação desses padrões de arranjo é obtida através de índices de dispersão e das distribuições teóricas de frequência (Barbosa 1992).

Cabe enfatizar que o controle de lagartas efetuado pela toxina *Cry IAc* produzida pelo algodão *Bt*, embora apresente-se como uma excelente ferramenta para o manejo de algumas pragas, possibilita o risco de facilitar, indiretamente, um aumento de populações de pragas não-alvo devido à desocupação do nicho ecológico das lagartas, ou devido a efeitos inesperados causados pela transgênia, tornando essas pragas ainda mais importantes, a exemplo do que ocorre com os pulgões as moscas-brancas. É possível considerar que a forma como essas populações de pulgões e moscas-brancas se distribuem espacialmente no habitat agrícola, seja bastante distintiva entre culturas transgênicas e não-transgênicas, haja vista que mesmo em variedades “isolinhas” podem haver efeitos bastante diferentes sobre as espécies não-alvos. Portanto, determinar o tipo de distribuição espacial dessas pragas, em ambos os tipos de algodoeiro, é importante para que se possa preparar um programa de amostragem de pragas que busque minimizar o uso de inseticidas químicos tanto na cultivar transgênica, quanto na convencional.

Diante do exposto, conduziu-se a presente pesquisa buscando investigar o padrão da distribuição espacial entre-plantas de *A. gossypii* e *B. tabaci* na cultura do algodoeiro *Gossypium hirsutum* L., cultivar DeltaOpal<sup>®</sup> (convencional), em comparação com a cultivar DP90B<sup>®</sup> (*Bt*).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### ***Descrição da área amostral***

Os experimentos foram conduzidos durante a safra agrícola 2006/2007 na Fazenda Cuiabazinho, em área comercial de plantio, localizada no distrito de Nova América, no município de Caarapó, região sul do Estado de Mato Grosso do Sul, onde não se plantava algodão há oito anos. A área agrícola utilizada era de 300 há, irrigados com pivô central, na

qual foi realizada a seguinte distribuição das cultivares para a semeadura: 80% da cultivar DP90B<sup>®</sup> (*Bt*) e 20% com a cultivar de algodão DeltaOpal<sup>®</sup> (convencional). O tratamento de sementes foi realizado com Euparen<sup>®</sup>+Monaron<sup>®</sup>+Baytan<sup>®</sup> (fungicidas) e Cruiser<sup>®</sup> 700WS (inseticida) e a emergência das plantas ocorreu no dia 13 de dezembro para o algodão *Bt* e no dia 27 de dezembro de 2006 para o convencional.

Quanto às coordenadas geográficas da área amostral tem-se: latitude de 22° 30' S e longitude de 54° 49' W. A temperatura média, desde o 1° dia após a emergência das plantas (DAE) até a última avaliação, foi de 26,83°C, sendo a temperatura mínima de 14,6°C, no dia 19/03/2007, e a máxima de 36,1°C, no dia 16/03/2007. A média de quantidade de precipitação de água da chuva foi de 6,646mm, de 13 de dezembro a 25 de março o que compreendeu o período das avaliações e a maior chuva ocorreu no dia 06/02/2007 totalizando 66 mm. O solo predominante da região é o Latossolo Vermelho Distroférico que se apresenta com textura argilosa e fertilidade natural variável, além de textura média e caráter álico, porém, é profundo, friável e com grande homogeneidade ao longo de todo o perfil. Em relação ao relevo é plano e suavemente ondulado apresentando cobertura vegetal natural de Floresta Estacional Semidecidual e região de Savana (Cerrado).

### ***Amostragens***

As amostragens foram realizadas da seguinte forma: na área amostral foram demarcados dois campos de 5.000 m<sup>2</sup>, sendo cada um deles dividido em 100 parcelas de 50 m<sup>2</sup> (5 m x 10 m). Em cada parcela foram avaliadas duas plantas em seqüência, totalizando 200 plantas em cada campo. As amostragens consistiam de contagem de indivíduos adultos de *B. tabaci* e colônias de *A. gossypii* na planta inteira, iniciando a observação cuidadosa a partir do ponteiro até as folhas mais baixas de cada planta. Considerou-se uma colônia como o grupo de, no mínimo, sete indivíduos (pulgões ápteros ou alados) e a cada observação era anotado o número de colônias destes insetos presentes em cada planta.

As avaliações, em ambas as cultivares, foram realizadas semanalmente até o surgimento da primeira flor e após o aparecimento do primeiro capulho, sendo que, entre o surgimento da primeira flor e do primeiro capulho as amostragens foram realizadas duas vezes por semana. O período total de amostragem foi de 10/01/07 à 25/03/07, totalizando 14 avaliações em cada cultivar. Informa-se que não foram realizadas aplicações de inseticidas no período que ocorreram as avaliações, haja vista que, não era plantado algodão há oito anos nesta fazenda não houve alto nível de infestação na área amostral.

**Análises estatísticas:** as análises da estatística ecológica, realizadas para se determinar o padrão de distribuição espacial, basearam-se na utilização dos seguintes parâmetros:

### *Índices de agregação*

**Razão Variância/Média:** esta razão ( $I$ ) é um índice que serve para medir o desvio de um arranjo dos dados da aleatoriedade. Para este índice os valores iguais à unidade indicam disposição espacial ao acaso ou aleatória; já os valores menores indicam que a unidade aponta disposição espacial regular ou uniforme, e os valores significativamente maiores que 1 mostram disposição agregada ou contagiosa (Rabinovich 1980).

Esse índice foi estimado através da fórmula:

$$I = \frac{s^2}{\mu} \dots\dots\dots 1$$

Onde:  $s^2$  = variância amostral e  $\hat{m}$  = média amostral.

**Índice de Morisita:** o índice de Morisita ( $I_\delta$ ) é relativamente independente da média e do número de amostras. Sendo assim, quando  $I_\delta = 1$  a distribuição é ao acaso; quando  $I_\delta > 1$  a distribuição é do tipo contagiosa e quando  $I_\delta < 1$  indica uma distribuição regular (Silveira Neto et al. 1976). O índice em questão foi calculado por:

$$I_\delta = \frac{N(\sum_{i=1}^N X_i^2 - \sum_{i=1}^N X_i)}{(\sum_{i=1}^N X_i)^2 - \sum_{i=1}^N X_i} \dots\dots\dots 2$$

Onde:  $N$  = número de unidades amostrais e  $x_i$  = número de insetos na  $i$ ésima unidade amostral ( $i=1,2,\dots,N$ ).

**Expoente  $k$  da Distribuição Binomial Negativa:** o expoente  $k$  é um índice adequado de dispersão quando o tamanho e os números de unidades amostrais são os mesmos em cada amostra, já que, freqüentemente, este é influenciado pelo tamanho das unidades amostrais. Este parâmetro é uma medida inversa do grau de agregação, nesse caso os valores negativos indicam uma distribuição regular ou uniforme, os valores positivos, próximos de 0, indicam disposição agregada e os valores superiores a 8 indicam uma disposição ao acaso (Southwood 1978; Elliot, 1979). Sobre esse aspecto, Poole (1974) utiliza outra interpretação, para ele quando  $0 < k < 8$ , o índice indica distribuição agregada, e quando  $0 > k > 8$  aponta para distribuição aleatória. A estimativa de  $k$  foi feita pelo chamado método dos momentos:

$$k = \frac{m^2}{(s^2 - m)} \dots\dots\dots 3$$

Onde:  $m$  = média amostral e  $s^2$  = variância amostral.

#### ***Distribuição teórica de freqüências***

As distribuições teóricas de freqüências utilizadas para avaliar a distribuição espacial das espécies observadas são apresentadas a seguir.

**Distribuição de Poisson:** também conhecida como distribuição aleatória, caracteriza-se por apresentar variância igual à média ( $s^2 = \hat{m}$ ). As fórmulas recorrentes utilizadas no cálculo da série das probabilidades foram dadas por:

$$P(0) = e^{-m} \dots\dots\dots 4$$

e

$$P(x) = \frac{m}{x} P(x-1) \dots\dots\dots 5$$

Onde:  $x = 1, 2, 3, \dots$ ,  $e =$  base do logaritmo neperiano ( $e = 2,718282\dots$ ),  $P(x) =$  probabilidade de encontrar  $x$  indivíduos em uma unidade amostral e  $m =$  média amostral.

**Distribuição Binomial Positiva:** descreve a distribuição uniforme e apresenta variância menor que a média ( $s^2 < m$ ). A função probabilística utilizada neste trabalho foi:

$$P(x) = \frac{k!}{x!(k-x)!} \cdot P(x-1) \dots\dots\dots 6$$

Onde:  $k =$  um número inteiro e positivo e  $x =$  o número de vezes que o evento ocorre.

As fórmulas de ocorrência para calcular as probabilidades de  $x$  ocorrências foram:

$$P(0) = q^k \dots\dots\dots 7$$

e

$$P(x) = \frac{p}{q} \cdot \frac{(k-x+1)}{x} \cdot P(x-1) \dots\dots\dots 8$$

Para  $x = 1, 2, 3, \dots, k$ , onde:  $P(x) =$  probabilidade de se encontrar  $x$  plantas com presença da espécie na unidade amostral,  $p =$  probabilidade de que uma planta qualquer na unidade amostral apresente pelo menos uma colônia,  $q =$  probabilidade de que uma planta qualquer na unidade não apresente nenhuma colônia.

**Distribuição Binomial Negativa:** apresenta variância maior que a média, indicando, assim, distribuição agregada, além de possuir dois parâmetros: a média ( $m$ ) e o parâmetro  $k$  ( $k > 0$ ).

As probabilidades desta distribuição foram calculadas pelas fórmulas recorrentes dadas por:

$$P(0) = \left(1 + \frac{m}{k}\right)^{-k} \dots\dots\dots 9$$

e

$$P(x) = \frac{p}{q} \cdot \frac{(m)}{m+k} \cdot P(x-1) \dots\dots\dots 10$$

Para  $x = 1, 2, 3, \dots$ , onde:  $P(x)$  = probabilidade de encontrar uma unidade amostral que contém  $x$  colônias de pulgões,  $m$  = média amostral,  $k$  = estimativa do expoente  $k$  da binomial negativa, obtida através do método dos momentos.

**Teste de qui-quadrado de aderência:** para a verificação do teste de ajuste dos dados coletados em campo às distribuições teóricas de freqüência, utilizou-se o teste qui-quadrado de aderência que compara o total das freqüências observadas na área amostral, com as freqüências esperadas, de acordo com Young & Young (1998), estas são definidas pelo produto das probabilidades de cada classe e o número total de unidades amostrais utilizadas. Os qui-quadrados calculados foram determinados por:

$$X^2 = \sum_{i=1}^{n_c} \frac{(FO_i - FE_i)^2}{FE_i} \dots\dots\dots 11$$

Onde:  $n_c$  = número de classes da distribuição de freqüências,  $FO_i$  = freqüência observada na  $i$ ésima classe e  $FE_i$  = freqüência esperada da  $i$ ésima classe.

Para a realização deste teste, optou-se por fixar uma freqüência esperada mínima igual a unidade. O número de graus de liberdade associado à estatística  $X^2$  foram determinados por:

$$GL = N_c - N_p - 1 \dots\dots\dots 12$$

Onde:  $GL$  = número de graus de liberdade,  $N_c$  = número de classes da distribuição de freqüências e  $N_p$  = número de parâmetros estimados na amostra.

Cabe observar que se adotou como critério neste teste, rejeitar o ajuste à distribuição estudada ao nível de 5 e 1% de probabilidade quando:

$$X^2 \geq \chi^2_{(GL=n_c - n_p - 1; \alpha = 0,05 \text{ e } 0,01)} \dots\dots\dots 13$$

Onde:  $\chi^2$  = distribuição de qui-quadrado tabelado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os insetos mais encontrados na área experimental foram: *A. gossypii*, *H. virescens*, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797), *Spodoptera Eridania* (Cramer, 1782), *A. argillacea*, *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763), *Scymnus* spp, *Doru luteipesi* (Scudder, 1876), *B. tabaci* e *Euschistus heros* (Fabricius, 1794). No entanto este estudo trata da distribuição espacial de *A. gossypii* e *B. tabaci*.

### **Colônias de *A. gossypii***

As avaliações das colônias de *A. gossypii* nas áreas amostrais iniciaram-se no dia 10/01/2007, correspondente ao 15º DAE (dia após a emergência), na cultivar convencional, e ao 28º DAE, na cultivar *Bt*, (Tabela 1). A maior infestação na cultivar *Bt* deveu-se, provavelmente, à diminuição de competição inter-específica entre as diversas populações que compunham a comunidade de artrópodes da cultura, isso ocasionado devido à redução da população de lagartas de *Alabama argillaea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae) em virtude da resistência oferecida pelas plantas geneticamente modificadas a estes lepidópteros. Em todas as avaliações na cultivar convencional foram encontradas colônias deste afídeo; já na cultivar *Bt* nos dias 10/01/07 e 25/02/07, que correspondem a 1ª e a 7ª avaliação, não foram encontrados nenhuma colônia.

No período inicial da ocorrência de *A. gossypii*, a disposição das colônias na área foi sempre em grupo (em reboleiras), tendo em vista que a infestação se inicia a partir da colonização de alados migrantes. Com o passar do tempo, à medida que a população aumentou, a distribuição das colônias tornou-se generalizada em todo o campo. Pôde-se observar, também, que as colônias, geralmente, ficaram localizadas na região abaxial das folhas (principalmente nas folhas do ponteiro), brotações e demais tecidos tenros e meristemáticos do algodoeiro, confirmando observação de Degrande (1998). E ainda

encontrou-se predadores naturais de *A. gossypii* como a *C. sanguinea*, *Scymnus* spp, *D. luteipesi* (Scudder, 1876).

### **Índices de Agregação**

A razão variância/média calculada para *A. gossypii* exibiu valores maiores que a unidade em todas as avaliações realizadas na cultivar convencional, com a apresentação de valores entre 1,8013 e 4,1519 (Tabela 1). Esta situação não ocorreu com a cultivar *Bt* (Tabela 1), pois dentre as 14 avaliações realizadas nessa cultivar, na 1ª e 7ª na avaliação não foram encontradas colônia, enquanto na 8ª amostragem a relação variância/média foi de 0,9494, ou seja, menor que a unidade, indicando uniformidade.

Em síntese, pelos resultados do índice de Morisita, verifica-se que em todas as amostragens, em ambas as variedades, os valores foram superiores à unidade com significância estatística de 1% de probabilidade, excetuam-se a primeira e a sétima avaliação na cultivar *Bt*, nas quais não houve presença de colônias deste hemíptero, e a oitava avaliação também na cultivar-*Bt*, nesta a média de indivíduos foi muito baixa e o índice de Morisita resultou em valor zero (Tabela 2).

Analisando-se o expoente K, verificou-se que em todas as avaliações realizadas na cultivar convencional, o arranjo espacial das colônias tenderam à agregação, pois os valores desse índice variaram de 0,0295 até 1,4542; já com relação à cultivar *Bt*, exceto as 1ª, 7ª e 8ª avaliações, as demais também indicaram distribuição do tipo contagiosa.

Após a análise desses índices de dispersão, é possível confirmar que a disposição das colônias de pulgões é, realmente, de forma agregada em ambas as cultivares.

### **Distribuições Teóricas de Frequências**

Os testes de ajustes das frequências de classes numéricas das colônias de *A. gossypii*, observadas em campo, e às frequências calculadas das classes teóricas da Distribuição de

Poisson (Tabela 3) indicaram que os dados encontrados não obtiveram um bom ajuste ao padrão de distribuição espacial tipo aleatória. Nesse sentido, nota-se que das 14 avaliações realizadas em cada área amostral, apenas sete delas na cultivar convencional (2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup>, 13<sup>a</sup> e 14<sup>a</sup>) e nove na cultivar *Bt* (2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup>, 13<sup>a</sup> e 14<sup>a</sup>) apresentaram número de classes suficientes para aplicação do teste de qui-quadrado e para ajuste das classes observadas em campo à distribuição teórica de Poisson. Dentre as avaliações que apresentaram suficiência de classes, na cultivar convencional apenas a 9<sup>a</sup> amostragem apresentou ajuste, enquanto na cultivar *Bt* a 6<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> amostragem resultaram em ajuste a esta distribuição, porém, essas três avaliações, apesar de se ajustarem à distribuição de Poisson, obtiveram médias muito baixas de indivíduos encontrados, não permitindo confiabilidade neste resultado. Por outro lado, cinco amostragens (2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 13<sup>a</sup> e 14<sup>a</sup>) na cultivar convencional, e seis (2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup> e 14<sup>a</sup>) na cultivar transgênica, apresentaram significância no nível de 1% de probabilidade a essa distribuição teórica; apenas a 11<sup>a</sup> avaliação na convencional, e a 10<sup>a</sup> avaliação na transgênica, apresentaram significância no nível de 5% de probabilidade. A determinação desse fato permite concluir que houve forte rejeição da disposição espacial das colônias de *A. gossypii* observada no campo à distribuição aleatória.

Os testes de ajuste das classes numéricas à distribuição binomial negativa (Tabela 4) permitem concluir que estes insetos sugadores manifestam um ajuste muito bom a este tipo de distribuição na cultivar *Bt*; pois, dentre as sete amostragens (2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup>, 13<sup>a</sup> e 14<sup>a</sup>), com número de classes suficientes para realização do teste de ajuste, apenas a 12<sup>a</sup> não ajustou-se perfeitamente a este tipo de distribuição. Essa disposição revela que o arranjo espacial das colônias de *A. gossypii*, na cultivar transgênica, pode ser considerada como fortemente agregada. Por outro lado, com relação a cultivar não transgênica, houve sete amostragens (2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup>, 13<sup>a</sup> e 14<sup>a</sup>) com número de classes aceitável para a realização do teste, mas

apenas a 13<sup>a</sup> ajustou-se a distribuição binomial negativa apresentando não significância no teste de qui-quadrado, indicando agregação; já a 2<sup>a</sup> e a 4<sup>a</sup> amostragens nesta cultivar, apresentaram significância com 1% de probabilidade, enquanto a 3<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup> e a 14<sup>a</sup> resultaram em significância no nível de 5% de probabilidade.

Cabe enfatizar, também, que não foi possível realizar, adequadamente, o teste de qui-quadrado de aderência das classes numéricas encontradas em campo à distribuição binomial positiva (Tabela 5), pois dentre todas as amostragens realizadas nas cultivares *Bt* e não-*Bt*, nenhuma obteve número de classes suficientes para o teste de ajustes a essa distribuição teórica. Conclui-se, assim, que as colônias de indivíduos desse afídeo não apresentam nenhuma tendência para esse tipo de distribuição.

Portanto, após o término do ajuste das frequências classes numéricas observadas em campo aos três tipos de distribuições teóricas de frequência, é possível afirmar que a forma de arranjo espacial horizontal das colônias de *A. gossypii*, em ambas as cultivares avaliadas, é agregada, situação que segundo Ricklefs (2003), pode ser resultante de tendências sociais dos indivíduos em formarem grupos com diferentes finalidades como: segurança, acasalamento ou reprodução.

#### ***Adultos de B. tabaci***

A primeira avaliação da população de *B. tabaci* foi realizada no 15<sup>o</sup> DAE, na cultivar convencional, e no 28<sup>o</sup> DAE, na cultivar *Bt*, (Tabela 1).

#### **Índices de agregação**

Após a confecção dos cálculos do expoente K da binomial negativa, verificou-se que, em todas as avaliações realizadas, os adultos de *B. tabaci* tenderam a disposição agregada em ambas as cultivares, pois, na cultivar convencional, de 14 amostragens realizadas, 13 apresentaram valores desse índice variando entre 0,1267 e 0,8442, exceto no dia 18/03/07 que corresponde a 13<sup>a</sup> avaliação em que o índice foi de -1,98 indicando aleatoriedade (Tabela 1);

já na cultivar *Bt* os índices apresentaram-se entre 0,2457 e 2,6053 em todas as avaliações, também indicando disposição agregada.

Ao se considerar a relação variância/média, em praticamente todas as avaliações realizadas observou-se valores maiores que a unidade em ambas cultivares, variando entre 1,2861 e 14,5687 na cultivar convencional, exceto na 12ª avaliação em que o índice apresentou-se com valor de 0,9898 indicando regularidade, enquanto na cultivar *Bt* todos os valores encontrados estiveram entre 1,7676 e 5,2801 (Tabela 1), indicando também agregação.

Pelos resultados obtidos a partir do índice de Morisita, verificou-se que em todas as avaliações, nas duas cultivares, os valores foram superiores à unidade com significância estatística de 1% de probabilidade; apenas na 12ª avaliação, na cultivar convencional, houve exceção a esta regra (Tabela 1), nesta a média de indivíduos nas plantas foi muito baixa e o índice de Morisita resultou em zero.

Desta forma, é possível afirmar que os indivíduos da população amostrada de *B. tabaci* apresentam disposição agregada ou contagiosa no campo, tanto na cultivar *Bt* geneticamente modificada, quanto na cultivar não-*Bt* convencional. Tal resultado talvez não se repita ao se estudar a mesma espécie em outras culturas como ocorreu, por exemplo, na pesquisa de Pereira *et al.* (2004) que, ao estudar a população desse inseto altamente polífago em feijoeiro, observou que a disposição regular ou uniforme dos indivíduos da população amostrada.

### **Distribuições teóricas de frequências**

Os testes de ajustes das classes de frequências observadas em campo dos indivíduos de *B. tabaci* às frequências calculadas das classes teóricas da Distribuição de Poisson (Tabela 3), indicaram que os dados obtidos para este hemíptero não atingiram um ajuste adequado a esse padrão de distribuição. Na cultivar convencional, das 14 amostragens apenas a 5ª e a 12ª

não apresentaram número de classes suficientes para fazer análise de Poisson, porém nenhuma amostragem se ajustou a esta distribuição de frequências e apenas a 11ª amostragem apresentou diferença significativa de 5% de probabilidade para as classes observadas, enquanto todas as demais apresentaram diferenças ainda superiores, com significância de 1%.

Também na cultivar *Bt*, nenhuma das 14 amostragens realizadas mostrou ajuste à distribuição de Poisson, apesar de todas apresentarem total de classes suficientes para a realização das análises. Apenas a segunda amostragem apresentou significância de 5% de probabilidade, enquanto as demais resultaram em valores de qui-quadrado com diferenças de ajuste a esta distribuição no nível de 1% de significância.

Com relação aos testes de ajuste à distribuição binomial negativa do número de indivíduos de *B. tabaci* encontrados no campo de estudo (Tabela 4), percebe-se que na cultivar convencional obtiveram-se bom ajuste, haja vista que 11 amostragens (1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 6ª, 7ª, 8ª, 9ª, 11ª, 13ª e 14ª) apresentaram número classes suficientes para se fazer o ajuste a esta distribuição de frequências, e dez amostragens apresentaram ajuste perfeito a esta distribuição, exceto a 9ª avaliação, o que pode ser comprovado pela diferença não significativa dos qui-quadrados calculados com os qui-quadrados tabelados da distribuição binomial. Mesmo considerando que a primeira e a última avaliação apresentaram baixas médias de indivíduos encontrados, e que a 9ª avaliação resultou em diferença significativa a esta distribuição teórica com 95% de probabilidade, pode-se ressaltar que houve ajuste, com elevada confiabilidade, das classes observadas no campo de algodão convencional às classes teóricas desse tipo de distribuição espacial.

Na cultivar *Bt*, todas as 14 avaliações realizadas apresentaram número de classes suficientes para análise da distribuição binomial negativa, sendo que sete amostragens (1ª, 2ª, 3ª, 6ª, 8ª, 13ª e 14ª) apresentaram ajuste à distribuição binomial negativa, quatro amostragens (4ª, 5ª, 7ª e 11ª) apresentaram resultados que diferem dessa distribuição no nível de 1% de

significância, e três (9<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup>) mostraram diferença com significância de 5% de probabilidade para este tipo de arranjo espacial.

Por fim, destaca-se que o teste do qui-quadrado de aderência à distribuição binomial positiva (Tabela 5), mostrou que esse hemíptero, não apresenta nenhuma tendência para esse tipo de distribuição. Entre as amostragens realizadas, em ambas cultivares, nenhuma obteve graus de liberdade suficiente para a realização dos testes de ajustes das frequências observadas em campo às frequências calculadas dessa distribuição teórica.

O arranjo espacial de *A. gossypii* e *B. tabaci* na cultura do algodoeiro mostrou-se agregada na cultivar *Bt* em quase todas às vezes que se obteve número de classes suficiente para os testes de ajuste às distribuições teóricas de frequência. A mesma conclusão foi obtida quando se calculou os índices de agregação (razão variância/média, índice de Morisita e expoente  $k$  da distribuição binomial negativa).

Ao se realizar os testes de ajustes das classes numéricas dos dados encontrados em campo às distribuições teóricas de frequência (distribuição de Poisson, distribuição binomial negativa e binomial positiva), observou-se que, nas plantas geneticamente modificadas, a disposição espacial foi realmente contagiosa, nas duas espécies estudadas. No entanto, com relação ao tratamento convencional, apenas *B. tabaci* ajustou-se totalmente à distribuição do tipo agregada, enquanto que com relação a *A. gossypii*, nenhuma das distribuições teóricas de frequência ajustou-se completamente aos dados observados no campo.

Este modelo de distribuição espacial agregada exige um maior número de unidades amostrais do que qualquer outro tipo de distribuição espacial quando da realização de um processo de amostragem. A ausência das lagartas alvo da tecnologia *Bt* parece ter favorecido o crescimento das populações de *B. tabaci* e *A. gossypii*. Assim, sugere-se que trabalhos futuros busquem desenvolver planos de amostragem seqüencial dessas duas espécies pragas do algodoeiro tanto no cultivo convencional, quanto no cultivo *Bt* visando definir o número

exato de unidades amostrais a serem utilizadas. O número preciso de unidades de amostra para o processo de amostragem desses insetos é extremamente importante uma vez que essas espécies são causadoras de consideráveis prejuízos diretos à cultura, além disso, são vetores de muitas viroses causadoras de danos ao algodoeiro.

Assim, quanto ao controle desses insetos pragas, é possível recomendar a aplicação de inseticidas seletivos quando necessário em áreas localizadas da cultura, onde são encontrados grupos destes indivíduos o que diminui a quantidade de inseticidas pulverizados no meio ambiente, reduzindo os riscos de intoxicação humana, além de permitir maior desenvolvimento dos inimigos naturais das pragas. Sobre esse aspecto, Guedes & Fragoso (2000) salientam que a aplicação de inseticidas deve ser feita com a menor frequência possível, limitado à área de ocorrência dos insetos quando possível, mantendo assim áreas não-tratadas para fins de refúgio de insetos benéficos; esses pesquisadores recomendam, ainda, a aplicação de inseticidas no estágio mais vulnerável da praga, sendo essas algumas das recomendações de manejo por moderação.

Nesses termos, também Metcalf (1980) ressalta que é importante providenciar refúgios para sobrevivência das populações de insetos benéficos nos agroecossistemas. Aplicações localizadas são ecologicamente preferíveis em relação à aplicação em área total e é amplamente praticada em programas de MIP em vários países. Este estudioso lembra exemplos da literatura, como no caso do controle biológico de cochonilhas em pomares de *Citrus*, na Califórnia, pomares têm melhorado grandemente devido à pulverização alternada de ruas em intervalos de seis em seis meses, além da pulverização em faixas de ruas de culturas anuais o que pode proporcionar similares refúgios para inimigos naturais.

## REFERÊNCIAS

- Albergaria, N. M. M. S. de, Cividanes, F. J., Dória & Háya O. S. 2003. Ecological life table of *Bemisia tabaci* (Genn.) B-biotype (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology** **32**: 559-563.
- Araújo, A. E. & Suassuna, N. D. 2003. **Guia de identificação e controle das principais doenças do algodoeiro no estado de Goiás**. Campina Grande, EMBRAPA-CNPA, 40p. (Documentos, 113).
- Barbosa, J. C. 1992. **A amostragem seqüencial**. In: Fernandes, O. A., Correia, A. C. B., de Bortoli, S. A. (ed.) Manejo integrado de pragas e nematóides. Jaboticabal, FUNEP, p.205-11.
- Blackman, R. L. & Eastop, V. F. 1984. **Aphids on the world's crops: an identification guide**. New York, John Wiley & Sons, 466 p.
- Butler Junior, G. D., Wilson, F. D. & Fishler, G. 1991. Cotton leaf trichomes and populations of *Empoasca lybica* and *Bemisia tabaci*. **Crop Protection** **10**: 461-464.
- Chu, C. C., Henneberry, T. J. & Cohen, A. C. 1995. *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton: host preference and factors affecting oviposition and feeding site preference. **Environmental Entomology** **24**: 354-360.
- Chu, C. C., Freeman, T. P., Buckner, J. S., Henneberry, T. J., Nelson, D. R. & Natwick, E. 2001. Susceptibility of upland cotton cultivars to *Bemisia tabaci* biotype B (Homoptera: Aleyrodidae) in relation to leaf age and trichome density. **Annals of the Entomological Society of America** **94**: 743-749.
- Degrande, P. E. 1998. **Guia prático de controle das pragas do algodoeiro**. Dourados: UFMS, 60p.
- Elliot, J. M. 1979. Some methods for the statistical analysis of sample of benthic invertebrates. Sci. Publ. Freshw. Biol. Assoc., Ambleside, n.25, 148p.
- Farah, S. B. 1997. **DNA: segredos e mistérios**. São Paulo, Sarvier, 276p.

- Fernandes, M. G., Busoli, A. C & Barbosa, J. C. 2003. Distribuição espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro, **Neotropical Entomology** **32**: 117-122.
- Fernandes, M. G., Silva, A. M., Degrande, P. E. & Cubas, A. C. 2006. Distribuição vertical de lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera:Noctuidae) em plantas de algodão. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología** **78**: 28-35.
- Frizzas, M. R., Cunha, U. S. da, Macedo & L. P. M. 2004. Plantas transgênicas resistentes a insetos. **Revista Brasileira Agrociência** **10**: 13-18.
- Glare, T. R. & O'CALLAGHAN, M. 2000. *Bacillus thuringiensis: biology, ecology and safety*. John Wiley & Sons, Chichester, 350p.
- Guedes, R. N. C. & Fragoso, D. B. 2000. Insetos com vontade de viver, **Cultivar Hortaliças e Frutas** **4**.
- Kuno, E. 1991. Sampling and analysis of insect populations. **Annual Review Entomology** **36**: 285-304.
- Liu, X. D., Zhai, B. P., Zhang, X. X. & Zong, J. M. 2005. Impact of transgenic cotton plants on a non-target pest, *Aphis gossypii* Glover. **Ecological Entomology** **30**: 307-315.
- Metcalf. R. L. 1980. Changing role of insecticides in crop protection. **Annual Review Entomology** **2**: 219-256.
- Michelotto, M. D. & Busoli, A. C. 2007. Caracterização da transmissão do vírus do mosaico-das-nervuras do algodoeiro pelo pulgão *Aphis gossypii* com relação à persistência e ao tempo necessário para inoculação. **Bragantia** [online]**66**: 441-447.
- Naranjo, S. E. & Flint. H. M. 1995. Spatial distribution of adult *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cotton and development and validation of fixedprecision sampling plans for estimating population density. **Environmental Entomology** **24**: 261-270.

- Pereira, M. F. A., Boica JR., A. L. & Barbosa, J. C. 2004. Spatial distribution of *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) on bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.). **Neotropical Entomology** **33**: 499-504.
- Pereira, P. R. V. S., Halfeld-Vieira, B. A., Nechet, K. L. & Mourão Jr. M. 2006. Avaliação de inseticidas no controle de pragas da melancia e seu impacto na incidência de viroses. **Revista Acadêmica**. **4**: 31-37.
- Pessoa, L. G. A., Souza, B., Carvalho, C. F., & Silva, M. G. 2004. Aspectos da biologia de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em quatro cultivares de algodoeiro, em laboratório. **Ciências Agrotecnologia** **28**: 1235-1239.
- Poole, R. W. 1974. **An introduction to quantitative ecology**. New York: McGraw Hill, 525p.
- Rabinovich, J. E. 1980. **Introducción a la ecología de poblaciones animales**. México, Continental, 313p.
- Ricklefs, R. E. 2003. **A economia da natureza**, 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara/Koogan. 470p.
- Santos, W. J. 2001. **Identificação, biologia, amostragem e controle das pragas do algodoeiro**, p.181-226. In: EMBRAPA Agropecuária Oeste & EMBRAPA Algodão. Algodão: Tecnologia de produção. Dourados, EMBRAPA Agropecuária Oeste, 296p.
- Shelton, A. M., ZHAO, J. Z & ROUSH, R. T. 2002. Economic, Food Safety, and Social Consequences of the Deployment of *Bt* Transgenic Plants. **Annual Review Entomology** **47**: 845-81.
- Silveira Neto, S., Nakano, O., Barbin, D., & Villa Nova, N. A. 1976. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres. 419p.
- Southwood, T. R. E. 1978. **Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations**. 2 ed. London: Chapman and Hall. 524p.

Tonhasca Jr., A., Palumbo, J.C. & Byrne, D. N. 1994. Distribution patterns of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cantaloupe fields in Arizona. **Environmental Entomology** **23**: 949-954.

Young, L. J. & Young, J. H. 1998. **Statistical ecology: a population perspective**. Boston, Kluwer Academic Publishers, 565p.

**Tabela 1.** Análise estatística (médias e  $s^2$ ) e índices de dispersão para *Aphis gossypii* e *Bemisia tabaci* Biótipo B em algodoeiro DP90B®, Caarapó, MS, 2007.

	28 DAE	35 DAE	42 DAE	49 DAE	52 DAE	59 DAE	63 DAE	73 DAE	77 DAE	80 DAE	84 DAE	88 DAE	95 DAE	102 DAE	
<i>A. gossypii</i>	$\hat{m}$	0	0,45	0,66	1,13	0,5	0,15	0	0,06	0,08	0,3	0,1	0,51	0,13	1,64
	$s^2$	-	1,2803	3,4185	3,1849	1,505	0,25	-	0,0569	0,2965	0,3939	0,1515	1,1615	0,3364	3,4044
	<i>I</i>	-	2,8451**	5,1796**	2,8185**	3,0101**	1,6666**	-	0,9494**	3,7070**	1,3131**	1,5151**	2,2774**	2,5881**	2,0758**
	<i>I<sub>s</sub></i>	-	5,1515**	7,3659**	2,6074**	5,0612**	5,7142**	-	0 <sup>ns</sup>	39,2851**	2,0689**	6,6666**	3,5294**	14,1026**	1,6534**
	<i>K</i>	-	0,2438 <sup>ag</sup>	0,1579 <sup>ag</sup>	0,6213 <sup>ag</sup>	0,2487 <sup>ag</sup>	0,2250 <sup>ag</sup>	-	-1,188 <sup>al</sup>	0,0295 <sup>ag</sup>	0,9580 <sup>ag</sup>	0,1941 <sup>ag</sup>	0,3992 <sup>ag</sup>	0,0818 <sup>ag</sup>	1,5243 <sup>ag</sup>
<i>B. tabaci</i>	$\hat{m}$	0,87	0,38	0,68	3,49	10,75	4,33	2,62	3,56	0,93	0,54	0,45	0,27	0,37	4,44
	$s^2$	2,0536	0,6824	1,8763	23,5049	156,614	14,6475	13,8339	10,8549	4,4495	1,261	0,7954	0,5223	0,7809	12,0064
	<i>I</i>	2,3605**	1,7958**	2,7593**	6,7349**	14,5687**	3,3828**	5,2801**	3,0491**	4,7845**	2,3352**	1,7676**	1,9345**	2,1105**	2,7041**
	<i>I<sub>s</sub></i>	2,5661**	3,1294**	3,5996**	2,6314**	2,2507**	1,5460**	2,6234**	1,5714**	5,0724**	3,4940**	2,7272**	4,5584**	4,0540**	1,3808**
	<i>K</i>	0,6394 <sup>ag</sup>	0,4774 <sup>ag</sup>	0,3865 <sup>ag</sup>	0,6085 <sup>ag</sup>	0,7922 <sup>ag</sup>	1,8171 <sup>ag</sup>	0,6121 <sup>ag</sup>	1,7373 <sup>ag</sup>	0,2457 <sup>ag</sup>	0,4044 <sup>ag</sup>	0,5861 <sup>ag</sup>	0,2889 <sup>ag</sup>	0,3331 <sup>ag</sup>	2,6053 <sup>ag</sup>

$\hat{m}$  = média de ovos por unidade amostral;  $s^2$  = variância; *I* = razão variância/média; *I<sub>s</sub>* = índice de Morisita; **DAE** = dias após a emergência das plantas; **K** = expoente K da binomial negativa; \*\* = significativo no nível de 1% pelo teste do qui-quadrado; <sup>ag</sup> = agregada; <sup>al</sup> = aleatório

**Tabela 2.** Análise estatística (médias e  $s^2$ ) e índices de dispersão para *Aphis gossypii* e *Bemisia tabaci* Biótipo B em algodoeiro DeltaOpal®, Caarapó, MS, 2007.

	15 DAE	22 DAE	29 DAE	36 DAE	46DAE	50 DAE	60 DAE	64 DAE	67 DAE	71 DAE	75 DAE	82 DAE	85DAE	89DAE	
<i>A. gossypii</i>	$\hat{m}$	0,04	1,49	1,57	8,26	0,05	0,06	0,06	0,06	0,15	0,07	0,28	0,12	0,6	1,58
	$s^2$	0,16	4,4746	4,9546	34,2954	0,1691	0,1983	0,1983	0,1781	0,2702	0,1869	0,5874	0,248	1,2727	3,2965
	<i>I</i>	4**	3,0031**	3,1558**	4,1519**	3,3838**	3,3063**	3,3063**	2,9696**	1,8013**	2,6709**	2,0981**	2,0673**	2,1212**	2,0864**
	<i>I</i> <sub>δ</sub>	100**	2,3399**	2,3681**	1,3782**	60**	46,6666**	46,6666**	40**	6,6666**	28,5714**	5,0264**	10,6060**	2,8813**	1,6850**
	<b>K</b>	0,0133 <sup>ag</sup>	0,7438 <sup>ag</sup>	0,7282 <sup>ag</sup>	2,6205 <sup>ag</sup>	0,0209 <sup>ag</sup>	0,0260 <sup>ag</sup>	0,0260 <sup>ag</sup>	0,0304 <sup>ag</sup>	0,1871 <sup>ag</sup>	0,0418 <sup>ag</sup>	0,2549 <sup>ag</sup>	0,1124 <sup>ag</sup>	0,5351 <sup>ag</sup>	1,4542 <sup>ag</sup>
<i>B. tabaci</i>	$\hat{m}$	0,48	0,34	0,4	0,66	0,06	0,51	1,19	0,2	0,46	0,24	0,56	0,02	0,62	0,58
	$s^2$	0,8985	0,7519	0,808	3,3781	0,0771	0,818	3,1857	0,4242	2,1296	0,3256	1,0569	0,0197	1,1066	1,0945
	<i>I</i>	1,8720**	2,2115**	2,0202**	5,1184**	1,2861**	1,6040**	2,6771**	2,1212**	4,6297**	1,3569**	1,8874**	0,9898**	1,7849**	1,8871**
	<i>I</i> <sub>δ</sub>	2,8368**	4,6345**	3,5897**	7,2727**	6,6666**	2,1960**	2,4070**	6,8421**	8,9855**	2,5362**	2,5974**	0 <sup>ns</sup>	2,2739**	2,5408**
	<b>K</b>	0,5504 <sup>ag</sup>	0,2806 <sup>ag</sup>	0,3920 <sup>ag</sup>	0,1602 <sup>ag</sup>	0,2096 <sup>ag</sup>	0,8442 <sup>ag</sup>	0,7095 <sup>ag</sup>	0,1783 <sup>ag</sup>	0,1267 <sup>ag</sup>	0,6724 <sup>ag</sup>	0,6310 <sup>ag</sup>	-1,98 <sup>al</sup>	0,7898 <sup>ag</sup>	0,6537 <sup>ag</sup>

$\hat{m}$  = média de ovos por unidade amostral;  $s^2$  = variância; *I* = razão variância/média; *I*<sub>δ</sub> = índice de Morisita; DAE = dias após a emergência das plantas; **K** = expoente K da binomial negativa; \*\* = significativo no nível de 1% pelo teste do qui-quadrado; <sup>ag</sup> = agregada.

**Tabela 3.** Teste qui-quadrado de aderência de *Aphis gossypii* e *Bemisia tabaci* Biótipo B (Poisson) em algodoeiro DeltaOpal® e DP90B® em Caarapó, MS, 2007.

Amostras	DeltaOpal®				DP90B®			
	<i>Aphis gossypii</i>		<i>Bemisia tabaci</i>		<i>Aphis gossypii</i>		<i>Bemisia tabaci</i>	
	X <sup>2</sup>	GL(nc-2)						
1 <sup>a</sup>	2,26 <sup>i</sup>	0	13,78**	2	0	-	38,68**	3
2 <sup>a</sup>	163,88**	4	18,74**	4	35,79**	2	5,69*	1
3 <sup>a</sup>	124,12**	4	17,89**	4	39,58**	2	28,24**	2
4 <sup>a</sup>	2124,72**	15	75,19**	2	64,86**	3	595,71**	7
5 <sup>a</sup>	1,78 <sup>i</sup>	0	0,12 <sup>i</sup>	0	20,89**	3	12872,27**	18
6 <sup>a</sup>	2,66 <sup>i</sup>	0	13,02**	2	2,24 <sup>ns</sup>	1	228,91**	9
7 <sup>a</sup>	2,66 <sup>i</sup>	0	59,42**	3	-	-	389,15**	6
8 <sup>a</sup>	1,45 <sup>i</sup>	0	18,82**	1	0,02 <sup>i</sup>	0	220,46**	8
9 <sup>a</sup>	2,23 <sup>ns</sup>	1	21,58**	2	18,03 <sup>i</sup>	0	161,44**	3
10 <sup>a</sup>	1,21 <sup>i</sup>	0	4,63*	1	5,58*	1	41,87**	2
11 <sup>a</sup>	5,62*	1	9,44**	2	3,24 <sup>i</sup>	0	11,39**	2
12 <sup>a</sup>	1,1 <sup>i</sup>	0	0	0	236,88**	2	22,95**	1
13 <sup>a</sup>	22,98**	2	3,94*	2	1,64 <sup>ns</sup>	2	20,02**	1
14 <sup>a</sup>	47,66**	4	15,74**	2	32,59**	6	92,82**	9

<sup>ns</sup> – Não significativo, \* - significativo ao nível de 5%, \*\* - significativo ao nível de 1%, <sup>i</sup> = insuficiência de classes, X<sup>2</sup> – valor do qui-quadrado calculado, GL – graus de liberdade, nc – número de classes observadas no campo.

**Tabela 4.** Teste qui-quadrado de aderência de *Aphis gossypii* e *Bemisia tabaci* Biótipo B (Binomial Negativa) em algodoeiro DeltaOpal® e DP90B® em Caarapó, MS, 2007.

Amostras	DeltaOpal®				DP90B®			
	<i>Aphis gossypii</i>		<i>Bemisia tabaci</i>		<i>Aphis gossypii</i>		<i>Bemisia tabaci</i>	
	X <sup>2</sup>	GL(nc-3)						
1 <sup>a</sup>	0,26	-	0,37 <sup>ns</sup>	2	0	-	3,55 <sup>ns</sup>	4
2 <sup>a</sup>	23,11 <sup>**</sup>	5	4,13 <sup>ns</sup>	2	7,65 <sup>ns</sup>	3	0,97 <sup>ns</sup>	1
3 <sup>a</sup>	15,72 <sup>*</sup>	6	5,31 <sup>ns</sup>	2	10,24 <sup>ns</sup>	6	3,95 <sup>ns</sup>	4
4 <sup>a</sup>	43,07 <sup>**</sup>	18	7,87 <sup>ns</sup>	4	4,84 <sup>ns</sup>	5	34,13 <sup>**</sup>	12
5 <sup>a</sup>	0,05	-	0	-	2,53 <sup>ns</sup>	3	47,41 <sup>**</sup>	22
6 <sup>a</sup>	2,55 <sup>i</sup>	0	0,66 <sup>ns</sup>	1	0,24 <sup>i</sup>	0	19,95 <sup>ns</sup>	15
7 <sup>a</sup>	2,55 <sup>i</sup>	0	6,55 <sup>ns</sup>	4	-	-	28,50 <sup>**</sup>	9
8 <sup>a</sup>	0,01 <sup>i</sup>	0	2,36 <sup>ns</sup>	1	0	-	16,19 <sup>ns</sup>	10
9 <sup>a</sup>	0,57 <sup>i</sup>	0	10,35 <sup>*</sup>	3	73,31 <sup>i</sup>	0	11,68 <sup>*</sup>	5
10 <sup>a</sup>	0,18 <sup>i</sup>	0	0,44 <sup>i</sup>	0	1,12 <sup>i</sup>	0	6,28 <sup>*</sup>	2
11 <sup>a</sup>	3,88 <sup>*</sup>	1	4,17 <sup>ns</sup>	2	3,24 <sup>i</sup>	0	11,3 <sup>9**</sup>	1
12 <sup>a</sup>	0,16 <sup>i</sup>	0	0	-	52,45 <sup>**</sup>	3	5,97 <sup>*</sup>	1
13 <sup>a</sup>	2,40 <sup>ns</sup>	3	1,46 <sup>ns</sup>	2	0,60 <sup>ns</sup>	1	3,77 <sup>ns</sup>	2
14 <sup>a</sup>	13,59 <sup>*</sup>	5	0,63 <sup>ns</sup>	2	4,41 <sup>ns</sup>	5	10,50 <sup>ns</sup>	11

<sup>ns</sup> – Não significativo, \* - significativo ao nível de 5%, \*\* - significativo ao nível de 1%, <sup>i</sup> = insuficiência de classes, X<sup>2</sup> – valor do qui-quadrado calculado, GL – graus de liberdade, nc – número de classes observadas no campo.

**Tabela 5.** Teste qui-quadrado de aderência de *Aphis gossypii* e *Bemisia tabaci* (Binomial Positiva) em algodoeiro DeltaOpal® e DP90B® em Caarapó, MS, 2007.

Amostras	DeltaOpal®				DP90B®			
	<i>Aphis gossypii</i>		<i>Bemisia tabaci</i>		<i>Aphis gossypii</i>		<i>Bemisia tabaci</i>	
	X <sup>2</sup>	GL(nc-3)						
1 <sup>a</sup>	0,01	-	3088,84 <sup>i</sup>	0	-	-	202,86	-
2 <sup>a</sup>	4,84	-	1411,14	-	6,14	-	1302,06 <sup>i</sup>	0
3 <sup>a</sup>	5,29	-	0,09	-	0,64	-	10,68	-
4 <sup>a</sup>	67,24	-	1,21	-	4,24	-	19,36	-
5 <sup>a</sup>	0,01	-	77,64 <sup>i</sup>	0	0,25	-	72,25	-
6 <sup>a</sup>	0,01	-	214,69 <sup>i</sup>	0	614,8 <sup>i</sup>	0	47,61	-
7 <sup>a</sup>	0,01	-	19,04	-	-	-	16	-
8 <sup>a</sup>	2,73	-	5296,05	-	0	-	31,36	-
9 <sup>a</sup>	1911,75 <sup>i</sup>	0	0,09	-	0,04	-	2,25	-
10 <sup>a</sup>	106,85	-	69,52 <sup>i</sup>	0	0,01	-	419,87 <sup>i</sup>	0
11 <sup>a</sup>	0,16	-	3467,5 <sup>i</sup>	0	268,58 <sup>i</sup>	0	982,38 <sup>i</sup>	0
12 <sup>a</sup>	0,01	-	1,04 <sup>E-06</sup>	-	323,16	-	0,04	-
13 <sup>a</sup>	3160,3	-	732,71 <sup>i</sup>	0	147,39	-	5279,01	-
14 <sup>a</sup>	7,84	-	3453,94 <sup>i</sup>	0	5,76	-	48,76	-

<sup>i</sup> = insuficiência de classes, X<sup>2</sup> – valor do qui-quadrado calculado, GL – graus de liberdade, nc – número de classes observadas no campo.