

AValiação QUANTITATIVA DO IMPACTO DO ALGODÃO-BT NA POPULAÇÃO DE ARANEAE, CARABIDAE E FORMICIDAE PREDADORES OCORRENTES SOBRE O SOLO

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF BT-COTTON IMPACT ON GROUND-DWELLING PREDATORS, ARANEAE, CARABIDAE AND FORMICIDAE

Izidro dos Santos de LIMA JUNIOR¹; Paulo Eduardo DEGRANDE²;
Thiago Ferreira BERTONCELLO³; Elmo Pontes de MELO⁴; Renato SUEKANE¹

1. Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Produção Vegetal pelo Programa de Pós Graduação em Agronomia – PPGA, Faculdade de Ciências Agrárias – FCA, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Bolsista CAPES, Dourados, MS, Brasil.

izidro.lima@ifms.edu.br; 2. Professor, Doutor em Entomologia Agrícola da FCA/UFGD, Dourados, MS, Brasil; 3. Engenheiro Agrônomo, Mestre em Produção Vegetal pela PPGA/UFGD, Dourados, MS, Brasil; 4. Engenheiro Agrônomo, Doutor em Produção Vegetal pela PPGA/UFGD, Dourados, MS, Brasil.

RESUMO: A recente autorização do algodão-Bt para cultivo comercial no Brasil leva à necessidade de estudos de monitoramento de impacto ambiental, inclusive para avaliar os potenciais riscos sobre os predadores. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do cultivo do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L) Bollgard[®] sobre os predadores ocorrentes sobre solo. O delineamento experimental foi de grupos pareados, com dois tratamentos e onze repetições. Os tratamentos foram: 1) cultivar NuOpal Bollgard[®] (que expressa a proteína Cry1Ac), e 2) cultivar isogênico não-transgênico DeltaOpal[®]. A variedade e a variabilidade dos predadores ocorrentes sobre o solo foram quantificadas durante todo o ciclo da cultura, através de captura em armadilhas do tipo *pitfall*. No estudo, predominaram capturas de artrópodes Formicidae, Carabidae e Araneae. Não foram encontradas diferenças quantitativas significativas entre as populações dos predadores Carabidae e Araneae nas áreas cultivadas com o algodão convencional e o transgênico Bollgard[®]; entretanto, a população de predadores da família Formicidae foi significativamente menor em algodão transgênico Bollgard[®] do que no seu isogênico não-transgênico, nas avaliações realizadas aos 35 e 42 dias após a emergência da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação de risco. Impacto ambiental. Organismo não-alvo. Bollgard[®]

INTRODUÇÃO

A cultura do algodão é hospedeira de um complexo de pragas que pode ocasionar danos às raízes, caule, folhas, botões florais, flores, maçãs e capulhos (GALLO et al., 2002). Os níveis populacionais dessas pragas flutuam e infestações elevadas provocam sérios prejuízos à cultura. Sendo assim, as táticas de controle (cultural, químico, genético, biotecnológico e biológico) do Manejo Integrado de Pragas (MIP) quando bem aplicadas são importantes nos bons modelos de produção da cultura. O uso do MIP tem aumentado devido à grande demanda de conservação ambiental e economicidade, além de contribuir para a manutenção e sustentação de novas e antigas tecnologias à disposição dos produtores (DEGRANDE, 2000; GALLO et al., 2002).

A presença de organismos benéficos (predadores, parasitoides e entomopatogênicos) que exercem controle biológico dos insetos de importância agrícola é indispensável como fator de equilíbrio dinâmico dos agroecossistemas. Esta presença minimiza a necessidade de intervenção do

homem no controle de pragas mediante outros métodos de redução de insetos. A cultura do algodão apresenta muitas pragas, consequentemente tem um grande número de predadores associados às mesmas, destacando-se alguns representantes de Heteroptera, Coccinellidae, Chrysopidae, Syrphidae, Carabidae, Formicidae, Forficulidae e Araneae (BARROS et al., 2006).

Atualmente, encontram-se liberadas para comercialização e cultivo cultivares transgênicas de algodoeiro que expressam proteínas inseticidas oriundas da bactéria gram-positiva de solo *Bacillus thuringiensis* (Bt), a qual é capaz de produzir durante sua esporulação inclusões protéicas cristalinas que causam a morte de muitos insetos, principalmente, lepidópteros (FONTES et al., 2002). As cultivares de algodão com a tecnologia Bollgard[®] expressa em seus tecidos a delta-endotoxina Cry1Ac que confere às plantas resistência à lagarta-da-maçã *Heliothis virescens* (FABRICIUS), ao curuquerê *Alabama argillacea* (HUEBNER) e à lagarta-rosada *Pectinophora gossypiella* (SAUNDERS), consideradas pragas importantes da cultura. Apesar da tecnologia que

teve seu uso autorizado no Brasil desde o ano de 2005 (CTNBIO, 2006), são necessários os estudos de monitoramento de impacto ambiental pós-liberação, inclusive para avaliar potenciais riscos de impacto sobre espécies não-alvo da tecnologia, como outros herbívoros, polinizadores e inimigos naturais de pragas, dentre eles os predadores. Com a adoção intensa de culturas transgênicas, questões relacionadas à possibilidade de plantas transgênicas afetarem inimigos naturais foram feitas (HILBECK et al., 1998a,b). Existem poucos trabalhos realizados em condições brasileiras acerca do impacto destas cultivares sobre artrópodes, especialmente, aqueles relatando a diversidade encontrada.

Dhillon e Sharma (2009) estudando o impacto do algodão Bt em insetos alvos e não alvos, não encontraram diferença significativa de coccinelídeos, crisopídeos e aranhas quando comparados ao não Bt, o mesmo resultado foi encontrado por Al-Deeb e Wilde (2003) em pesquisas com milho Bt. Daly e Buntin (2005) puderam concluir que o número de insetos coletados em armadilha pitfall não diferiu estatisticamente entre milho Bt e não Bt.

No Brasil, Ramiro e Faria (2006) observaram que o total de espécimes de predadores coletados em Bollgard® não apresentou diferença significativa com a variedade sem modificação genética e de expressão econômica na época DP Acala 90, com e sem controle químico de lagartas. Thomazoni et al. (2010) verificaram que o número médio de espécimes de pragas-alvo, utilizando dois métodos de amostragem, foi significativamente menor em algodão-Bt do que em algodão não-Bt; entretanto, os números médios de espécimes de pragas não-alvo e inimigos naturais não apresentaram diferenças significativas entre as cultivares em nenhum dos métodos avaliados; os mesmos autores constataram que a diversidade de pragas não-alvo caracterizada pelo índice de Shannon-Wiener apresentou diferença significativa entre algodão-Bt e não-Bt no método de amostragem planta inteira, enquanto que para inimigos naturais não houve diferença nesse mesmo método de amostragem. Dutra (2009) verificou que o número médio de formigas no cultivo não Bt foi estatisticamente maior em relação ao Bt, sendo que no mesmo trabalho o número de coleópteros não diferiu estatisticamente.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do cultivo do algodão-Bt sobre a população de predadores ocorrentes no solo cultivado com *Gossypium hirsutum* L. durante o ciclo total da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no município de Dourados, Mato Grosso do Sul (latitude de 22°13'16''S, longitude de 54°17'01''W, e altitude de 430 m). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, de textura argilosa. O clima da região, segundo a classificação de Köppen (MATO GROSSO DO SUL, 1990), é do tipo Cwa (Mesotérmico Úmido), com temperaturas e precipitações médias anuais variando de 20° a 24°C e 1250 a 1500 mm, respectivamente. Boas práticas agrícolas foram adotadas na condução da cultura do algodão. Após o preparo prévio da área experimental, as sementes de algodão foram semeadas no dia 27/11/2006 e a área de experimentação teve uma bordadura feita com a cultura da soja *Glycine max* (L.) Merrill, ficando como uma "ilha" inserida no interior do cultivo da Fabaceae (Figura 1).

O delineamento experimental adotado foi de grupos pareados, com dois tratamentos e onze repetições, indicado por Hilbeck et al. (2006) para ser utilizado em estudos com organismos geneticamente modificados.

Cada parcela teve quinze linhas de cultivo de algodoeiro por quinze metros de comprimento. Os tratamentos foram constituídos com a cultivar NuOpal Bollgard® (que expressa a proteína Cry1Ac) e seu isogênico não-transgênico DeltaOpal®. Cada tratamento ocupou uma área útil de 2.227,50 m² e no total o experimento ocupou uma área de 0,46 ha. O controle das pragas dentro de cada área amostral foi realizado com base nas recomendações de MIP indicadas para a região (SANTOS, 2001).

Os levantamentos populacionais dos predadores ocorrentes sobre o solo foram feitos a partir do 7º dia após a emergência (DAE) da cultura e finalizados no 124º DAE, totalizando 18 amostragens. O método de coleta dos insetos utilizado foi baseado no uso de armadilhas do tipo *pitfall* modificadas (RODRIGUES et al., 2003). Foram utilizadas onze armadilhas por tratamento as quais foram instaladas a uma distância de 15 m uma da outra, no centro da unidade experimental. As armadilhas foram constituídas por tubos de PVC com diâmetro de 0,10 m e altura de 0,15 m, sendo instaladas de tal forma que sua abertura superior ficasse no nível do solo. No interior destes tubos colocou-se um recipiente plástico (copo) de menor diâmetro, com 2/3 de seu volume preenchido com uma solução aquosa com hipoclorito de sódio a 0,1% (visando promover a conservação dos

organismos capturados) mais detergente neutro (para romper a tensão superficial da água e evitar a fuga dos indivíduos capturados). Um funil (com diâmetro de 0,1 m) foi disposto sobre a abertura superior do PVC, no nível do solo. Além disso,

coberturas de madeira (prancha de madeira e pregos) foram instaladas a 0,06 m da superfície do solo, visando proteger as armadilhas do acúmulo de folhas e demais detritos.

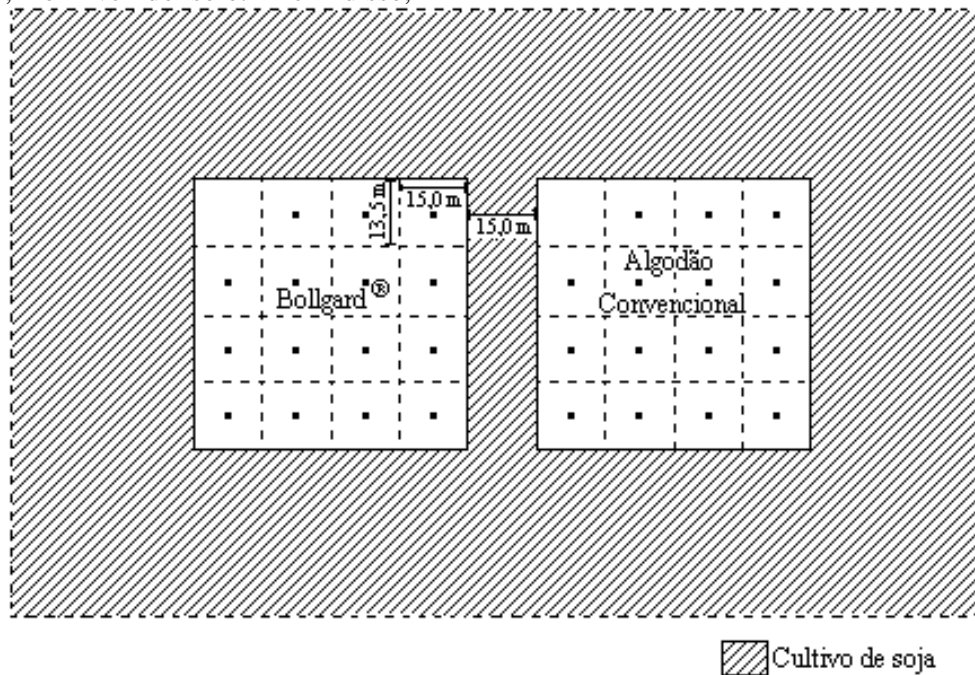


Figura 1. Representação esquemática da área experimental, dimensões das unidades experimentais (em metros) e ponto de localização da armadilha *pitfall* em áreas de algodão convencional (DeltaOpal®) e Bollgard® (NuOpal®), circundados por um cultivo de soja. Dourados, MS, 2011.

Semanalmente, após a avaliação de cada armadilha, era substituído o líquido conservante dos recipientes de coleta. As amostras obtidas eram recolhidas com auxílio de peneiras plásticas e pinças, realizando-se a contagem no campo do número de predadores presentes em cada armadilha, os quais foram separados e identificados por táxon (MCGEOCH, 1998). Para determinação da categoria biológica Formicidae predador, as formigas foram classificadas até o grau de subfamília, sendo consideradas para análise apenas as Formicinae, Ectoninae, Myrmicinae e Dolichoderinae. Foi avaliado até o nível específico o predador *Calosoma granulatum* Perty (COLEOPTERA: CARABIDAE).

A abundância relativa foi calculada segundo

a fórmula matemática:
$$%Spi = n \cdot \left(\frac{100}{N} \right)$$
 onde $%Spi$ é a porcentagem da espécie que se quer calcular, n é o número de organismos da espécie e N é o número total de organismos na amostra. Os dados correspondentes ao número de exemplares de predadores coletados nos tratamentos foram comparados pelo teste t de Student a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A diversidade dos predadores ocorrentes sobre o solo nos dois tratamentos (Tabelas 1 e 2) indicou que os insetos pertencentes à família Formicidae foram os mais abundantes em ambos os tratamentos, e que as abundâncias relativas neste táxon foram semelhantes, com 64% e 65% no algodão convencional e Bollgard®, respectivamente. Estes resultados coincidem com aqueles do estudo de Ramiro e Faria (2006), que fizeram levantamentos de insetos predadores em cultivares de algodão convencional e Bollgard® e relataram também que Formicidae foi a família mais abundante na área. Dutra (2009) verificou que os insetos que ocorrem com maior intensidade em armadilhas *pitfall* no algodoeiro são os da família Formicidae e ordem Coleoptera.

Na categoria “Outros” o tratamento Convencional teve número de artrópodes inferior ao Bollgard® apenas em Forficulidade, este fato evidencia que artrópodes pragas e/ou predadores tem maior dinâmica no tratamento Convencional (Tabela 3).

Tabela 1. Percentual (riqueza) de diferentes categorias biológicas quanto à abundância relativa das categorias (em %) dos predadores de solo capturados em armadilhas *pitfall* em cultivos de algodoeiros convencional (DeltaOpal®) e transgênico (NuOpal® Bollgard®) Dourados, MS, 2011.

	Formicidae	Carabidae	Araneae	Outros*
	%			
Convencional	64	6	5	25
Bollgard®	65	5	6	24

*“Outros”: principalmente Forficulidae, Cicindelidae, Vespidae e a Classe Diplopoda.

Tabela 2. Média de captura de predadores de solo, separados por categoria biológica capturados em armadilhas *pitfall* em cultivos de algodoeiros convencional (DeltaOpal®) e transgênico (NuOpal® Bollgard®) Dourados, MS, 2011.

	Formicidae	Carabidae	Araneae	Outros*
	Número Médio de Espécimes			
Convencional	49,55	4,82	3,73	19,64
Bollgard®	42,91	3,55	4,09	15,91

*“Outros”: principalmente por Forficulidae, Cicindelidae, Vespidae e a Classe Diplopoda.

Tabela 3. Média de captura de predadores de solo da categoria biológica “Outros” capturados em armadilhas *pitfall* em cultivos de algodoeiros convencional (DeltaOpal®) e transgênico (NuOpal® Bollgard®) Dourados, MS, 2011.

	Forficulidae	Cicindelidae	Vespidae	Diplopoda
	Número Médio de Espécimes			
Convencional	1,65	1,1	3,2	2,3
Bollgard®	2,55	1,1	2,3	1,5

No presente estudo, por ocasião dos levantamentos efetuados aos 35 e 42 DAE, observou-se um grande contraste nas capturas entre os dois tratamentos (Figura 2). Nestas duas avaliações o táxon Formicidae e o número total de

indivíduos foram maiores no sistema com algodão convencional do que no transgênico Bollgard®, com diferenças estatisticamente significativas, e foi justamente o táxon Formicidae que contribuiu para esta diferença (Tabela 2).

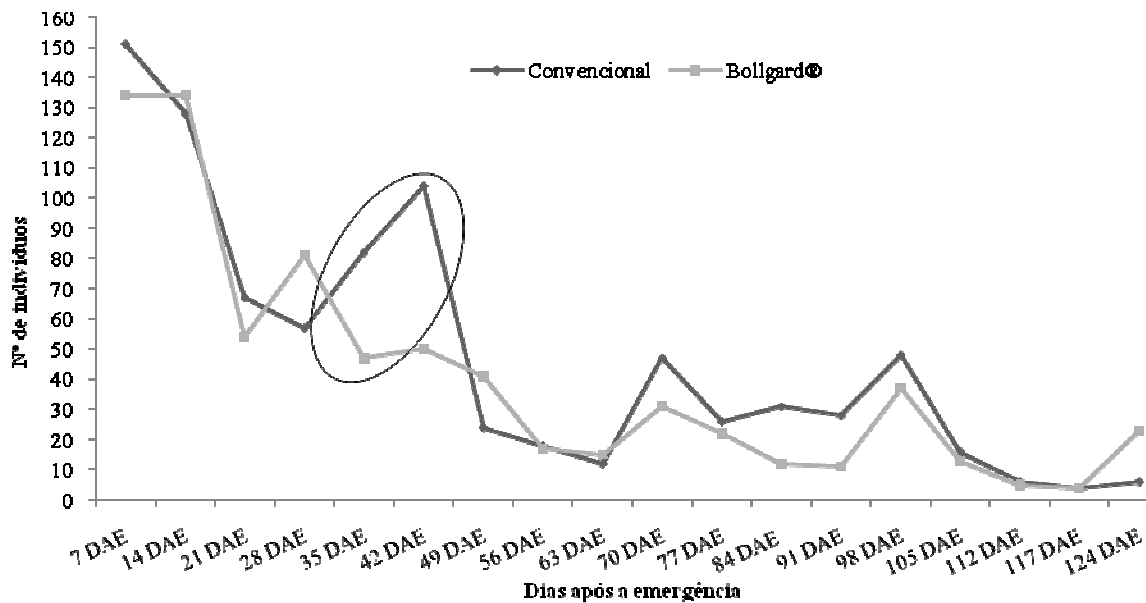


Figura 2: Levantamento populacional de predadores ocorrentes, capturados em armadilha *pitfall*, durante o ciclo do algodão convencional (DeltaOpal®) e Bollgard® (NuOpal®). Dourados, MS, 2011.

Tabela 2. Média de captura de predadores de solo, por grupo, em armadilha “*pitfall* modificada”, nos tratamentos de algodão convencional (DeltaOpal®) e Bollgard®(NuOpal®) nas avaliações de 35 e 42 dias após a emergência (DAE). Dourados, MS, 2011.

Tratamentos	Médias por Grupo						
	dae	Formicidae		Araneae		Total*	
		35	42	35	42	35	42
Convencional		7,18 a**	7,82 a	0,55	0,45	8,54 a	8,36 a
Bollgard®		3,63 b	3,82 b	0,27	0,27	4,27 b	4,55 b
t**		2,80	2,52	1,09 n.s.	0,86 n.s.	2,79	2,42

* Somatória de todos os indivíduos (Formicidae, Araneae e Outros); t** = médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student a 5% de significância.

Não foi possível identificar a razão desta diferença encontrada aos 35 e 42 DAE na população de Formicidae, com a metodologia experimental adotada, mas supõe-se que uma pequena infestação de *H. virescens* ocorrida logo após os 20 dias de idade da cultura influenciou a atividade maior de formigas predadoras na área de algodão convencional, onde a praga não tendo sido totalmente controlada como ocorreu no genótipo de algodoeiro transgênico, possibilitou uma fonte de alimentos (lagartas fitófagas) para as formigas predadoras. Este resultado difere da maioria dos trabalhos comparando o número de insetos benéficos nas tecnologias Bt e não-Bt, que não encontram diferenças estatísticas entre os tratamentos (DALY; BUNTIN, 2005; DHILLON; SHARMA, 2009; AL-DEEB; WILDE, 2003)

No presente trabalho, a expressão da diversidade de artrópodes ocorrentes foi dividida em dois grandes grupos: aquele denominado “predominante” (Formicidae, Carabidae e Araneae) e o denominado “minoritário”, composto por representantes dos demais táxons de predadores ocorrentes, como Forficulidae, Cicindelidae e a

Classe Diplopoda. O complexo total de indivíduos coletados neste grupo minoritário apresentou percentuais de 25 e 24% (Tabela 1), respectivamente, em algodão convencional e Bollgard®, e seria muito pretensioso querer concluir com segurança a respeito dele, face ao reduzido número de indivíduos coletados em seus variados táxons e respectivas abundâncias relativas.

As médias de capturas totais dos artrópodes nas armadilhas *pitfall* não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos cultivados com algodão convencional e o transgênico Bollgard® (Tabela 3) ao longo do estudo. Head et al. (2005) estudando a população de inimigos naturais da parte aérea em cultivares de algodão-Bt e algodão convencional também não observaram diferença entre os tratamentos transgênico e não transgênico. Icoz e Stotzky (2008) em ampla revisão sobre impacto de organismos geneticamente modificados em ambiente de solo enfatizaram a importância dos estudos terem continuidade ao longo dos anos, pois, até a referida data não tinham sido encontradas diferenças entre cultivo Bt e não-Bt, ou quando ocorreram, não foram conclusivas.

Tabela 3. Média de captura de predadores de solo, por grupo, em armadilha “*pitfall* modificada”, nos tratamentos de algodão convencional (DeltaOpal®) e Bollgard®(NuOpal®) Dourados, MS, 2011.

Tratamentos	Médias por Grupo				
	Formicidae	Araneae	Carabidae	Outros*	Total**
Convencional	49,55	3,73	4,82	19,64	77,72
Bollgard®	42,91	4,09	3,55	15,91	66,45
t***	0,72 n.s.	0,58 n.s.	1,49 n.s.	1,01 n.s.	0,99 n.s.

* principalmente Forficulidae, Cicindelidae e a Classe Diplopoda; ** Somatória de todos os indivíduos (Formicidae, Araneae, Carabidae e Outros); t*** (n.s.) = sem diferenças estatísticas significativas pelo teste t de Student a 5% de significância.

A interpretação do levantamento populacional de todos artrópodes predadores ocorrentes sobre o solo durante o período amostral (Figura 2) evidenciou um surto populacional no início de desenvolvimento da cultura e

posteriormente a diminuição da população na área, que se manteve baixa até o final do ciclo da cultura. A presença elevada destes predadores na fase inicial do ciclo do algodoeiro pode ter sido relacionada ao fato desta cultura estar sucedendo o cultivo de soja,

durante o qual não foi realizado controle de pragas com inseticidas químicos. Também, algum declínio da população de predadores durante as avaliações do presente estudo (Figura 3) pode estar relacionado com o controle químico realizado no decorrer do experimento, nos dois tratamentos igualmente, feitos em geral devido ao elevado nível populacionais do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* BOHEMAN). Outro fator que deve ser levado em consideração é a contínua retirada de indivíduos pelas armadilhas, favorecendo a diminuição da população. Dale et al. (2002) em ampla revisão sobre o potencial de impacto ambiental das plantas transgênicas destacaram a importância de comparar os impactos ambientais das culturas geneticamente modificadas conduzidas sob práticas agrícolas convencionais, que, internacionalmente, é a forma predominante de agricultura que adota a transgenia.

A família Carabidae e a Ordem Araneae (Classe Arachnida) foram o segundo e terceiro táxon mais ocorrentes na área experimental, cujos índices de ocorrência em termos de número de indivíduos foram similares no período das avaliações, com abundância relativa variando entre 5 e 6% nos dois tratamentos (Tabela 3 e Figura 2). A população de Carabidae observada no presente estudo contrasta com os resultados de Barros et al. (2006), onde os autores realizaram levantamento de predadores sobre solo cultivado com algodão convencional utilizando armadilhas do tipo *pitfall* e na mesma região agrícola, mas encontraram a predominância da população carabídeos, com 68% do total dos indivíduos coletados nas armadilhas.

Possivelmente, essa diferença no número de indivíduos deste táxon pode estar associada com a presença de alimento, já que segundo Degrande (1993) a ocorrência de inimigos naturais está relacionada com a presença da presa, sendo que os carabídeos geralmente se alimentam de lagartas (Lepidoptera).

Apesar disso, a maior diferença encontrada entre os tratamentos neste estudo ocorreu com Carabidae, onde o tratamento com algodão convencional apresentou uma população 26% maior que algodão geneticamente modificado. Chocorosqui e Pasini (2000) estudando algumas espécies da família Carabidae, constataram que esses se alimentam de lagartas, pré-pupas e pupas de lepidópteros-praga, o que pode explicar a maior presença desses predadores no tratamento com algodão convencional, já que este é mais infestado por lagartas.

Outro ponto a ser destacado no presente estudo refere-se à ocorrência da espécie do predador *C. granulatum*, a qual passou a ser capturada logo após a realização da colheita da soja nas áreas vizinhas ao experimento (Figura 3). Barros et al. (2006) também observaram este mesmo fenômeno. Isso pode estar relacionado ao fato desta espécie preda diferentes espécies de lagartas, em diversas culturas (ALLEN, 1977), e também devido à necessidade de habitats protegidos (PEGORARO; FOERSTER 1988), com isso após a colheita da soja estes insetos se dispersariam para a área de algodão ainda em sua fase reprodutiva.

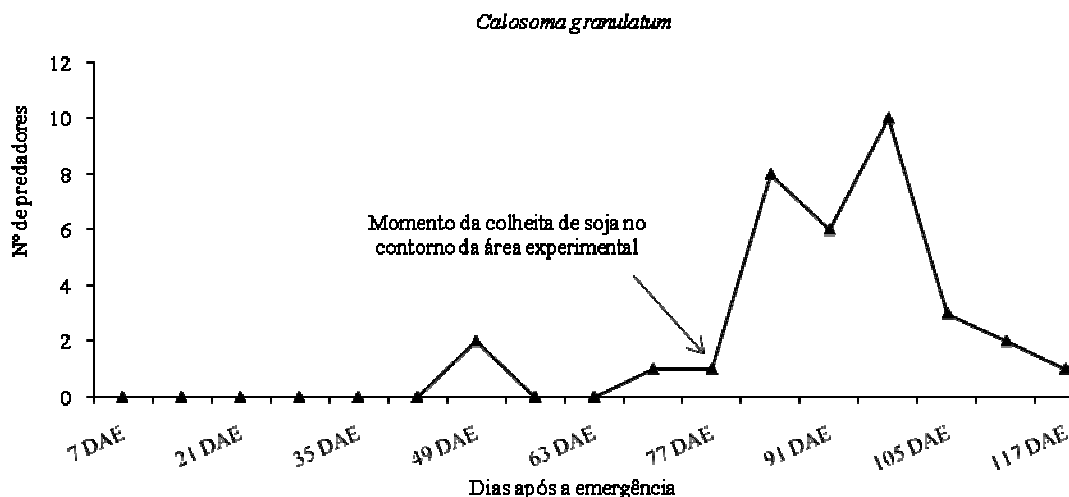


Figura 3. Captura unificada de *Calosoma granulatum*, capturado no levantamento populacional em armadilha *pitfall*, durante os ciclos dos algodoeiros convencional (DeltaOpal®) e Bollgard®(NuOpal®), evidenciando o surto populacional por ocasião da colheita da soja. Dourados, MS, 2011.

Semelhantemente NARANJO 2005a, 2005b; TORRES; RUBERSON, 2005; WHITEHOUSE et al. (2005), em estudos com algodão-Bt não observaram efeitos de longo prazo das plantas geneticamente modificadas sobre a dinâmica das populações dos artrópodes não-alvo do transgênico. As reduções nas populações desses organismos, quando observadas, ocorreram como consequência da menor quantidade de lagartas (fitófagos pragas), que tinham sido eficientemente controladas pela tecnologia Bt, e a capacidade de predação de pragas feitas pelos inimigos naturais avaliados não foi reduzida nos cultivos geneticamente modificados.

CONCLUSÃO

Não foram encontradas diferenças significativas para populações dos predadores Carabidae e Araneae entre as áreas cultivadas com algodoeiro convencional e transgênico Bollgard®; entretanto, a população de predadores da família Formicidae foi significativamente menor em algodão transgênico Bollgard® do que no seu isogênico não-transgênico, nas avaliações realizadas aos 35 e 42 dias após a emergência da cultura.

Abstract: The recent commercial launch of Bt-cotton has created the need to study and evaluate its impact on non-target arthropods, especially predators; it may influence these beneficial. The main objective of this work was to evaluate the effect of Bt-cotton NuOpal Bollgard® on ground-dwelling arthropods concentrating on predators. The experimental design was two treatments grouped in pairs with eleven replications. The treatments were: 1) Bt-cotton NuOpal Bollgard® (cultivar which expresses the Cry1Ac protein), and 2) isogenic non-transgenic DeltaOpal® cultivar. The abundance and diversity of the predators on the soil surface was evaluated during the entire growing season using *pitfall* traps. In the study the predators most commonly captured were Formicidae, Carabidae and Araneae. There were no significant differences found between the transgenic and non-transgenic cottons for carabids and Araneae species; however, the number of predators of the Formicidae family was significantly lower in Bt-cotton (NuOpal Bollgard®) than in the non-transgenic cotton (DeltaOpal®) in the sampling at 35 and 42 days after cotton emergence.

KEYWORDS: Risk assessment. Environmental impact. Nontarget organism. Bollgard®

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. T. *Calosoma (Castrida) alternans granulatum* Perty: a predator of cotton leaf worms in Bolivia (Coleoptera: Carabidae: Carabini). **Coleopterist Bulletin**, Ft. Pierce, v. 31, 1977. p. 73-76.
- AL-DEEB, M. A.; WILDE, G. E. Effect of bt corn expressing the Cry3Bb1 toxin for corn rootworm control on aboveground nontarget arthropods. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 32, n. 5, 2003. p. 1164-1170.
- BARROS, R.; DEGRANDE, P.E; RIBEIRO, J. F.; RODRIGUES, A. L. L; NOGUEIRA, R. F.; FERNANDES, M. G. Flutuação Populacional de Insetos Predadores Associados as Pragas do Algodoeiro. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 1, 2006. p. 57-64.
- CHOCOROSQUI, V. R.; PASINI, A. Predação de pupas de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) por larvas e adultos de *Calosoma granulatum* Perty (Coleoptera: Carabidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, 2000. p. 65-70.
- COLLINGE, S. K.; PALMER, T. M. The influences of patch shape and boundary contrast on insect response to fragmentation in California grasslands. **Landscape Ecology**, Old Main Hill, v. 17, 2002. p. 647-656.
- CTNBIO. Comissão técnica de biossegurança. 2006. Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0000/169.doc>. Acessado em: 15 de agosto de 2007.
- DALE, P. H.; CLARKE, B.; FONTES, E. M. G. Potencial for the environmental impact of transgenic crops. **Nature Biotechnology**, New York, v. 20, n. 6, 2002. p. 567-574.

DALY, T.; BUNTIN, G. D. Effect of *Bacillus thuringiensis* transgenic corn for lepidopteran control on nontarget arthropods. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 34, n. 5, 2005. p. 1292-1301,

DEGRANDE, P. E. **Manejo de Pragas: realidades e desafios**. Congresso Internacional do Agronegócio do Algodão/ V Seminário Estadual da Cultura do Algodão: negócios e tecnologias para melhorar a vida. **Anais**. Cuiabá, 2000. p. 229-244.

DEGRANDE, P. E. Validação do manejo integrado de pragas aplicado ao algodoeiro no Mato Grosso do Sul através de campos demonstrativos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14, 1993. Piracicaba-SP. **Anais**. Piracicaba, 1993. p. 574.

DHILLON, M. K.; SHARMA, H. C. Impact of Bt-engineered cotton on target and non-target arthropods, toxin flow through different trophic levels and seedcotton yield. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, Karnataka, v. 22, n. 3, 2009. p. 462-466.

DUTRA, C. C. **Impacto de algodão geneticamente modificado resistente a insetos sobre a entomofauna de solo**. 2009. 56 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.

FONTES, E. M. G.; PIRES, C. S. S.; SUJII, E. R.; PANIZZI, A. R. The environmental effects of genetically modified crops resistant to insects. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 4, 2002. p. 497-513.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. 3 ed. Piracicaba-SP: Agronômica Ceres. FEALQ, 2002. p. 401-403.

GRAVENA, S.; CUNHA, H. F. **Artrópodos predadores na cultura algodoeira**. Jaboticabal: CEMIP / Departamento de Entomologia e Nematologia, (Boletim 1), 1991. 120 p.

GREZ, A. A.; PRADO, E. Effect of plant patch shape and surrounding vegetation on the dynamics of predatory coccinellids and their prey *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 29, 2000. p. 1244-1250.

HEAD, G.; MOAR, W.; EUBANKS, M.; FREEMAN, B.; RUBERSON, J.; HAGERTY, A.; TURNIPSEED, S. A multiyear, large-scale comparison of arthropod populations on commercially managed Bt and non-Bt cotton fields. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 43, n. 5, 2005. p. 1257-1266.

HILBECK, A.; ANDOW, D.; FONTES, E. M. G. **Environmental Risk Assessment of Genetically Modified Organisms - Methodologies for Assessing Bt Cotton in Brazil**. 1. ed. Wallingford, Reino Unido: CABI, 2006. v. 1. 450 p.

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

HILBECK, A.; MOAR, W. J.; PUSZTAI-CAREY, M.; FILIPINNI, A.; BIGLER, F. Toxicity of the *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab toxin on the predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera : Chrysopidae) using diet incorporated bioassays. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 27, 1998b. p. 1255-1263.

ICOZ, I.; STOTZKY, G. Fate and effects of insect-resistant *Bt* crops in soil ecosystems. **Soil Biology & Biochemistry**, Queensland, v. 40, 2008. p. 559-586.

NARANJO, S. E. Long-term assessment of the effects of transgenic *Bt* cotton on the abundance of nontarget arthropod natural enemies. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 34, n. 5, 2005a. p. 1193-1210.

NARANJO, S. E. Long-term assessment of the effects of transgenic *Bt* cotton on the function of the natural enemy community. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 34, n. 5, 2005b. p. 1211-1223.

MATO GROSSO DO SUL. **Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral. Atlas Multireferencial**. Campo Grande, 1990. 28 p.

McGEOCH, M. A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, Cambridge, v. 73, 1998. p. 181-201.

PEGORARO, R. A.; FOERSTER, L. A. Abundância e distribuição de larvas e adultos de *Calosoma granulatum* Perty, 1830 (Coleoptera: Carabidae) in cultivars of soybean sown at different dates. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 17, 1988. p 237-248.

PRASIFKA, J. R.; HELLMICH, R. L.; DIVELY, G. P.; LEWIS, L. C. Assessing the effects of pest management on nontarget arthropods: the influence of plot size and isolation. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 34, n. 5, 2005. p. 1181-1192.

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

RODRIGUES, A. L.; NOGUEIRA, R. F.; BARROS, R.; DEGRANDE, P. E.; FERNANDES, M. G. Flutuação populacional de predadores sobre o solo da cultura do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. **Resumos**. Goiânia, 2003. Resumo 41. CD-ROM.

SANTOS, W. J. Identificação, biologia, amostragem e controle das pragas do algodoeiro. In: **Algodão: tecnologia de produção**. EMBRAPA-CPAO, Dourados, 2001. p.181-226.

THOMAZONI, D.; DEGRANDE, P. E.; SILVIE, P. FACCENDA, O. Impact of Bollgard genetically modified cotton on the biodiversity of arthropods under practical field conditions in Brazil. **African Journal of Biotechnology**, Nairobo, v. 9, 2010. p. 6167-6176.

TORRES, J. B.; RUBERSON, J. R. Canopy- and ground-dwelling predatory arthropods in commercial *Bt* and non-*Bt* cotton fields: patterns and mechanisms. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 34, n. 5, 2005. p. 1242-1256.

WHITEHOUSE, M. E. A.; WILSON, L. J.; FITT, G. P. A comparison of arthropod communities in transgenic *Bt* and conventional cotton in Australia. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 34, n. 5, 2005. p. 1224-1241.