

Influência de cultivos de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e milho (*Zea mays* L.) transgênicos (Bt) sobre a ocorrência natural e abundância de predadores e no desenvolvimento e reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae)



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agropecuária Oeste**

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 65

**Influência de cultivos de algodão
(*Gossypium hirsutum* L.) e milho
(*Zea mays* L.) transgênicos (Bt)
sobre a ocorrência natural e
abundância de predadores e no
desenvolvimento e reprodução do
predador *Podisus nigrispinus*
(Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae)**

Crébio José Ávila
Alexa Gabriela Santana
Harley Nonato de Oliveira

Embrapa Agropecuária Oeste
Dourados, MS
2014

Embrapa Agropecuária Oeste

BR 163, km 253,6 - Trecho Dourados-Caarapó

79804-970 Dourados, MS

Caixa Postal 449

Fone: (67) 3416-9700

Fax: (67) 3416-9721

www.cpao.embrapa.br

cpao.sac@embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Harley Nonato de Oliveira*

Secretária-Executiva: *Sílvia Mara Belloni*

Membros: *Auro Akio Otsubo, Clarice Zanoni Fontes, Danilton Luiz Flumignan,*

Fernando Mendes Lamas, Germani Concenço, Ivo de Sá Motta,

Marciana Retore e Michely Tomazi

Membros suplentes: *Augusto César Pereira Goulart e Crébio José Ávila*

Supervisão editorial: *Eliete do Nascimento Ferreira*

Revisão de texto: *Eliete do Nascimento Ferreira*

Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*

Editoração eletrônica: *Eliete do Nascimento Ferreira*

Fotos da capa: *Alexa G. Santana*

1ª edição

On-line (2014)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei Nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agropecuária Oeste

Ávila, Crébio José

Influência de cultivos de algodão (*Gossypium hirsutum*) e milho (*Zea mays* L.) transgênicos (Bt) sobre a ocorrência natural e abundância de predadores e no desenvolvimento e reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) / Crébio José Ávila, Alexa Gabriela Santana, Harley Nonato de Oliveira. — Dourados, MS : Embrapa Agropecuária Oeste, 2014.

37 p. : il. color. : 16 cm. x 21 cm. — (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agropecuária Oeste, ISBN 1679-0456 ; 65).

1. Algodão – Milho – Planta transgênica - Influência – Predador. 2. *Podisus nigrispinus* – Algodão – Milho – Planta transgênica. 3. Planta transgênica - influência – Predador – Algodão - Milho. I. Santana, Alexa Gabriela. II. Oliveira, Harley Nonato de. III. Embrapa Agropecuária Oeste. IV. Título. V. Série.

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	22
Conclusões	33
Referências	23

Influência de cultivos de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e milho (*Zea mays* L.) transgênicos (Bt) sobre a ocorrência natural e abundância de predadores e no desenvolvimento e reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae)

Crébio José Ávila¹
Alexa Gabriela Santana²
Harley Nonato de Oliveira³

Resumo

Os efeitos das plantas geneticamente modificadas (GM) sobre os inimigos naturais, tais como os predadores, têm sido investigados sob diversas condições. Porém, é necessário o desenvolvimento de novos estudos que avaliem o efeito dessa biotecnologia sobre o desenvolvimento e a reprodução desses inimigos naturais, uma vez que esta tecnologia pode afetar o controle biológico natural e a biodiversidade desses agentes benéficos. O estudo teve como objetivo avaliar a ocorrência natural de predadores em cultivos de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e milho (*Zea mays* L.) transgênicos Bt e convencional, bem como determinar os efeitos direto e indireto dessas plantas sobre o desenvolvimento e a reprodução do predador *Podisus nigrispinus*. Os experimentos dos efeitos direto e indireto sobre as fases imaturas e adulta do predador foram conduzidos, respectivamente, em casa de vegetação e em

⁽¹⁾Engenheiro-agrônomo, Dr., pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.
E-mail: crebio.avila@embrapa.br

⁽²⁾Bióloga, Dra., pesquisadora bolsista-DCR na Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.
Email: alexagsantana27@hotmail.com

⁽³⁾Engenheiro-agrônomo, Dr., pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.
E-mail: harley.oliveira@embrapa.br

laboratório, na Embrapa Agropecuária Oeste em Dourados, MS. Para avaliar o efeito indireto das plantas de algodão e de milho Bt, lagartas de *Spodoptera frugiperda* foram alimentadas com essas plantas e depois oferecidas ao predador *P. nigrispinus*. Para avaliar o efeito direto das plantas Bt, o predador *P. nigrispinus* foi colocado em contato com essas plantas e alimentado com pupas de *Tenebrio molitor* (L.) que não se alimentam das folhas. Para a constatação dos efeitos diretos e indiretos, foram avaliados os seguintes parâmetros biológicos do predador: período de desenvolvimento ninfal, sobrevivência ninfal, períodos de pré-oviposição e de oviposição e a longevidade de adultos (fêmeas e machos) de *P. nigrispinus*. Com relação ao efeito direto, foi observada maior duração para o segundo instar ninfal de *P. nigrispinus* nas plantas de algodão Bt, quando comparado ao desenvolvimento do inseto na sua isolinha não Bt. Já nas avaliações do efeito indireto em plantas de milho, foi constatada maior duração do segundo instar de *P. nigrispinus* em plantas do milho convencional. Para todos os demais parâmetros avaliados não foram verificadas influências das plantas de algodão e milho Bt sobre a biologia do predador, considerando os efeitos direto e indireto.

Termos para indexação: plantas Bt, predador, *Spodoptera frugiperda*, efeitos direto e indireto.

Influence of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maize (*Zea mays* L.) Bt crops on the natural occurrence and abundance of predators and in the development and reproduction of the predator *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae)

Abstract

The effects of Bt plants on natural enemies as predators, have been investigated under different conditions. However, it is still necessary to develop new methodologies to evaluate the effect of this plant group especially on the development and reproduction of natural enemies, since this technology can affect the natural biological control and biodiversity of these beneficial agents. The project aimed to evaluate the natural occurrence of predators in Bt cotton crops (*Gossypium hirsutum* L.) and Bt corn (*Zea mays* L.) and their isolines non Bt, as well as determine the direct and indirect effects of these plants on the development and reproduction of the predator *Podisus nigrispinus*. The experiments related to direct and indirect effects on immature and adult stages of the predator were conducted, respectively, in greenhouse and laboratory of the Embrapa in Dourados, Mato Grosso do Sul State, Brazil. To evaluate the indirect effects of Bt plant cotton and Bt corn, larvae of *Spodoptera frugiperda* were fed with these plants and later offered to the predator. To evaluate the direct effect of the Bt cotton plants and Bt maize, the predator *P. nigrispinus* was kept in contact with these plants and fed with pupae of *Tenebrio molitor* (L.). The direct and indirect effects were evaluated

by the biological parameters as follow: period of nymphal development, nymphal survival, duration of pre-oviposition and oviposition period and longevity of adults (females and males) of *P. nigrispinus*. It was observed higher period of second instar of *P. nigrispinus* in Bt cotton, when compared to the development in its isoline non-Bt. In relation to the indirect effect in corn plants, it was observed higher period of ninphs second instar of *P. nigrispinus* in non Bt maize. All other biological parameters evaluated, there were no influences of the Bt cotton plants or Bt corn plants considering the direct and indirect effects.

Index terms: Bt plants, predator, *Spodoptera frugiperda*, direct and indirect effects.

Introdução

A área global cultivada com plantas geneticamente modificadas (GM) tem-se expandido expressivamente no Brasil e no mundo. Um terço desta área cultivada envolve o algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e o milho (*Zea mays* L.), que expressam a proteína Bt – *Bacillus thuringiensis* Berliner (WOLFENBARGER et al., 2008). Vários países já utilizavam culturas transgênicas no mundo, sendo o Brasil o segundo maior produtor, com uma área cultivada com essas culturas de 40,3 milhões de hectares (BRASIL..., 2014). No Brasil, como em outros países, o desenvolvimento e a comercialização de culturas geneticamente modificadas têm sido tema de muitos debates. Dessa forma, uma análise dos possíveis riscos advindos da adoção dos organismos geneticamente modificados é importante, sendo que os fundamentos dessa discussão dependem da disponibilidade de informações científicas consistentes, especialmente em relação à diminuição de ocorrência de pragas, bem como dos efeitos adversos sobre os inimigos naturais presentes no agroecossistema.

Existem muitos benefícios em se utilizar as plantas GM, como a redução no custo do manejo de pragas e do uso de agroquímicos no agroecossistema e o aumento da produtividade (JAMES, 2007; PIRES et al., 2003). O uso da tecnologia transgênica pode proporcionar a manutenção dos inimigos naturais no agroecossistema e, conseqüentemente, um aumento populacional dos mesmos (GIANESSI; CARPENTER, 1999). Por sua vez, as plantas GM podem também afetar esses agentes benéficos diretamente pela alimentação sobre partes das plantas que expressam a proteína Bt, como é o caso de predador pentatomídeo *Podisus* spp. Este inseto, normalmente, tem uma complementação alimentar direta, quando suga partes das plantas para obter água e sais minerais, ou, indiretamente, por se alimentar de presas que se desenvolvem nestas plantas. Vale ressaltar que esse efeito negativo também pode ocorrer com os parasitoides, por serem estes mais específicos que os predadores, por intermédio da oviposição e alimentação em hospedeiros/presas que se desenvolveram nas plantas Bt (PIRES et al., 2003).

Os efeitos das plantas GM sobre os inimigos naturais, especialmente com relação aos predadores e parasitoides, têm sido investigados sob várias condições. Porém, ainda é necessário o desenvolvimento de novos estudos que avaliem o efeito dessas plantas, especialmente sobre o desenvolvimento e a reprodução dos agentes benéficos.

Esta tecnologia pode afetar o controle biológico natural e a biodiversidade, por meio de efeitos diretos e indiretos das plantas transgênicas, por causa das interações tritróficas que envolvem a planta, as pragas e os inimigos naturais (FRIZZAS; OLIVEIRA, 2006). Estes efeitos foram verificados por Hilbeck et al. (1998), que avaliaram os efeitos diretos e indiretos das plantas de milho Bt e não Bt, constatando que o predador *Chrysoperla carnea* (Stephens) apresentou mortalidade de 62%, quando se alimentou da presa-alvo, *Ostrinia nubilalis*, que continha no seu corpo a toxina Bt. Não há relatos sobre os possíveis efeitos das plantas Bt sobre a biologia do predador *Podisus nigrispinus* nas culturas de algodão e milho no Brasil.

A compreensão de fatores de riscos que envolvem essas plantas a este predador, que representa um importante inimigo natural, nestas culturas, servirá como indicador nas funções biológicas propostas com este estudo. Da mesma forma, são necessárias mais pesquisas que poderão contribuir com informações sobre a flutuação populacional e o efeito de plantas Bt sobre o complexo de predadores nas culturas do algodão e do milho. Essas informações podem fornecer subsídios para o aperfeiçoamento do manejo de pragas na cultura do algodoeiro e do milho transgênicos.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos dos cultivos de algodão e milho transgênicos Bt sobre predadores, bem como avaliar o efeito dessas culturas no desenvolvimento e na reprodução do predador *P. nigrispinus*.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos na Embrapa Agropecuária Oeste, situada no Município de Dourados, Estado de Mato Grosso do Sul, localizada nas coordenadas geográficas 22° 16' latitude Sul, 54° 49' longitude Oeste e a 408 metros acima do nível do mar, durante o período de julho 2010 a janeiro de 2013.

Ensaio 1: Diversidade e abundância de predadores em cultivos de algodão e milho Bt e convencional

Semeadura do algodão transgênico e convencional

A área experimental foi preparada de acordo com as recomendações técnicas para o cultivo do algodoeiro (BELOT, 2012). Foram utilizadas para a dessecação da área cinco litros do herbicida glifosato (3.240 g i.a./ha), 20 dias antes da semeadura. Foram utilizadas as adubações de base com 400 kg.ha⁻¹ da fórmula 5-30-15 e 250 kg.ha⁻¹ de sulfato de amônia em cobertura. O algodão Bt cv. Nu-Opal (Bollgard®) foi semeado em uma área de 0,4 ha no início de dezembro, em duas safras consecutivas (2010/2011 e 2011/2012), sendo suas sementes tratadas com os fungicidas carboxina + tiran, na dose de 5 ml.kg⁻¹ de sementes. O algodão convencional utilizado foi a isolinha equivalente não Bt da cv. Delta-Opal, a qual foi semeada adjacente e de forma semelhante à área de algodão Bt, porém separada por uma distância de cerca de 100 metros. Não foram realizadas aplicações de inseticidas e fungicidas, tanto no algodão Bt quanto no convencional.

Amostragens de predadores nos cultivos de algodão

As amostragens de predadores no algodoeiro foram realizadas tanto nas plantas Bt quanto nas convencionais, a partir do sétimo dia após a sua emergência (DAE) e estendido até os 120 DAE, uma vez que esse período abrange a época de maior diversidade e abundância de inimigos naturais na cultura, na região sul do Estado de Mato Grosso do Sul (RIBEIRO, 2007).

As amostragens foram realizadas semanalmente nos dois tratamentos (Bt e não Bt) empregando-se o “pano de batida” (Figura 1), o qual, de acordo com Soares e Busoli (1995), é o melhor método a ser empregado na cultura do algodoeiro. Este método caracteriza-se pela colocação de um tecido branco de 1,00 m de comprimento entre duas fileiras de plantas de algodão, as quais são sacudidas vigorosamente para a derrubada dos predadores. As amostragens foram realizadas, aleatoriamente, em 10 pontos dentro de cada área de algodão (Bt e não Bt), sendo cada batida considerada uma repetição (SOARES; BUSOLI, 2000). Os artrópodes caídos sobre o pano branco foram colocados em sacos plásticos transparentes e transportados para o laboratório, onde foi feita a triagem e contagem dos espécimes coletados. Os predadores presentes nas amostragens foram separados por famílias, com exceção das aranhas, que foram agrupadas na ordem Araneae.



Foto: Alexa G. Santiana

Figura 1. Amostragens de predadores realizadas nas plantas de algodão nos tratamentos Bt e não Bt, empregando-se o método do “pano de batida”. Dourados, MS.

Semeadura do milho transgênico e convencional

A semeadura do milho, bem como os tratos culturais, foram realizados conforme recomendações técnicas para a cultura (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). O milho foi cultivado na época da safrinha, sendo a semeadura realizada no mês de fevereiro em duas entressafras consecutivas (2010 e 2011). O milho transgênico Bt cv. DKB 390 YG (Yieldgard® MON 810) foi semeado em uma área de 0,5 ha, utilizando-se o espaçamento de 0,90 m entre as fileiras e densidade de semeadura de seis sementes/metro de sulco, de modo a obter uma população equivalente a 50.000 plantas ha⁻¹. Similarmente, a sua isolinha não transformada DKB 390 foi semeada, sendo a mesma separada cerca de 100 m do cultivo Bt. Utilizou-se a adubação de semeadura de 250 kg ha⁻¹ da fórmula 10-15-15 (N-P-K), não sendo realizada adubação de cobertura com nitrogênio. Durante a experimentação não foram utilizados tratamentos de sementes com inseticidas ou em pulverizações sobre a cultura. O controle de plantas daninhas foi realizado com os herbicidas atrazina (2.000 g i.a. ha⁻¹) + nicassulfurom (40 g i. a. ha⁻¹). A semeadura do milho GM foi realizada obedecendo às normas de biosegurança, a fim de conter a dispersão do pólen na área.

Amostragens dos predadores nos cultivos de milho

As amostragens de predadores foram realizadas na área de milho Bt e convencional, a partir de 15 DAE das plantas e estendendo-se até os 120 DAE, sendo as mesmas realizadas semanalmente, empregando-se um aspirador manual, que era acionado durante a vistoria das plantas inteiras (FERNANDES et al., 2007). Foram amostradas cinco plantas consecutivas na fileira, em dez diferentes pontos dentro de cada área cultivada com milho Bt e não Bt.

Identificação dos predadores

Os predadores coletados nos cultivos de algodão e de milho Bt e convencional foram separados e identificados até a mais baixa categoria taxonômica possível, com auxílio de microscópio binocular utilizando-se chaves dicotômicas. Os insetos identificados foram transferidos para vidros com álcool a 70%.

Ensaio 2: Efeito direto das plantas de algodão Bt sobre o desenvolvimento de *Podisus nigrispinus*

Os experimentos para avaliar o efeito direto de plantas transgênicas sobre as fases imaturas do predador foram conduzidos em casa de vegetação da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS.

Sementes de algodão Bt (Bollgard Nu-Opal®) e convencional (Delta-Opal®) foram semeadas em vasos de polietileno com capacidade de 5 L de solo, contendo uma mistura de terra e uma adubação nos vasos, equivalente a adubação de campo de 400 kg.ha⁻¹ com a fórmula 5-30-15 (N-P-K). Foram colocadas cinco sementes de algodão por vaso, conduzindo-se três plantas/vaso após o desbaste. Os vasos foram irrigados quando necessário, ou seja, quando as plantas iniciavam o processo de murcha. Para avaliar o efeito direto das plantas de algodão sobre o desenvolvimento do predador, ninfas de segundo instar de *P. nigrispinus*, com até 24 horas de idade, foram individualizadas na terceira ou quarta folha desenvolvida a partir do ápice das plantas nos vasos. As ninfas foram confinadas em gaiolas cilíndricas de tubo de PVC, com 1,5 cm de altura e 4 cm de diâmetro, que apresentava o fundo fechado com tecido tipo "voil" e a outra extremidade circundada com espuma, para evitar injúrias nas folhas (Figura 2). Para dar sustentação e evitar a saída dos insetos a gaiola foi fechada com um quadrado de papelão (5 cm²), de acordo com a metodologia adaptada por Costa et al. (2009).

As ninfas em contato direto com as plantas foram alimentadas com pupas de *Tenebrio molitor* (L.), que não se alimentam de folhas das plantas, a cada dois dias, durante todo o desenvolvimento ninfal do predador nas plantas de algodão Bt e convencional. Diariamente, foi registrada a presença/ausência de exúvias e a mortalidade das ninfas, a duração dos instares, o período de desenvolvimento, a sobrevivência em cada instar, a sobrevivência ninfal total.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (Bt e convencional) e 30 repetições (gaiolas com ninfas) por tratamento.



Figura 2. Gaiolas cilíndricas de tubo de PVC, onde foram individualizadas ninfas de segundo instar de *Podisus nigrispinus* em plantas de algodão Bt e convencional, em casa de vegetação. Dourados, MS.

Ensaio 3: Efeito direto das plantas de algodão Bt sobre adultos de *Podisus nigrispinus*

Foram utilizados casais de *P. nigrispinus*, com até 24 horas de idade, obtidos a partir das ninfas criadas em plantas de algodão transgênico e convencional, os quais foram confinados em gaiolas cilíndricas de tubo de PVC, sobre as folhas de algodão Bt e não Bt. Pupas de *T. molitor* foram oferecidas como presas aos adultos, a cada dois dias, durante toda a fase adulta dos predadores presentes nas plantas de algodão Bt e convencional.

As posturas foram retiradas a cada dois dias, sendo os ovos contados e acondicionados em placas de Petri em laboratório, até a eclosão das ninfas. Foi colocado algodão umedecido com água, nas placas, para evitar o ressecamento dos ovos.

Foram avaliados os períodos de pré-oviposição e oviposição, fecundidade diária e total, e longevidade dos adultos (machos e fêmeas). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 2 tratamentos e 11 repetições para as plantas Bt e 10 repetições para as plantas convencionais.

A fecundidade diária foi calculada a partir do número total de ovos pelo período de oviposição. Para a análise do período de pré-oviposição, os dados foram transformados para raiz de x. As médias foram comparadas pelo teste T ao nível de significância de 5%, utilizado-se o software estatístico Assistat Versão 7.6 beta, 2012.

Ensaio 4: Efeito direto das plantas de milho Bt sobre o desenvolvimento de *Podisus nigrispinus*

Os experimentos para avaliar o efeito direto de plantas de milho Bt sobre as fases imaturas do predador foram conduzidos em casa de vegetação da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS. Sementes de milho Bt (Yieldgard® MON 810) e convencional (DKB 390) foram semeadas em vasos de polietileno com capacidade de 8 L de solo, contendo uma mistura de terra e uma adubação equivalente a adubação de campo de 250 kg.ha⁻¹ com a fórmula 10-15-15 (N-P-K), não sendo realizada adubação de cobertura com nitrogênio.

Foram colocadas cinco sementes de milho por vaso, conduzindo-se três plantas/vaso após o desbaste. Os vasos foram irrigados quando necessário, ou seja, quando as plantas apresentaram início de murchamento. Para avaliar o efeito direto das plantas de milho sobre o desenvolvimento do predador, ninfas de segundo instar de *P. nigrispinus*, com até 24 horas de idade, foram individualizadas nas plantas dos vasos. As ninfas foram mantidas em gaiolas cilíndricas de tubo de PVC, com 1,5 cm de altura e 4 cm de diâmetro, com fundo fechado com tecido tipo "voil" e a outra extremidade circundada com espuma, para evitar injúrias nas folhas. Para dar sustentação e evitar a saída dos insetos, a gaiola foi fechada com um quadrado de papelão (5 cm²), de acordo com a metodologia adaptada por Costa et al. (2009) (Figura 3).

Fotos: Alexa G. Santana



Figura 3. Gaiolas cilíndricas de tubo de PVC, onde foram individualizadas ninfas de segundo instar de *Podisus nigrispinus* em plantas de milho Bt e convencional, em casa de vegetação. Dourados, MS.

As ninfas, em contato direto com as plantas de milho Bt e convencional, foram alimentadas com pupas de *T. molitor* (L.) a cada dois dias, durante todo o desenvolvimento ninfal do predador. Diariamente, foi registrada a presença/ausência de exúvias e a mortalidade das ninfas, a duração dos instares e o período de desenvolvimento. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (Bt e convencional) e 30 repetições.

Ensaio 5: Efeito direto das plantas de milho Bt sobre adultos de *Podisus nigrispinus*

Foram utilizados casais de *P. nigrispinus*, com até 24 horas de idade, obtidos a partir das ninfas criadas em plantas de milho Bt e convencional, os quais foram confinados em gaiolas cilíndricas de tubo de PVC fixadas sobre a segunda folha das plantas de milho Bt e não Bt (Figura 3). Pupas de *T. molitor* foram oferecidas como presas aos adultos, a cada dois dias, durante toda a fase adulta dos predadores presentes nas plantas de algodão Bt e convencional.

As posturas foram retiradas a cada dois dias, sendo os ovos contados e acondicionados em placas de Petri em laboratório, até a eclosão das ninfas. Foi colocado algodão umedecido com água, nas placas, para evitar o ressecamento dos ovos.

Foram avaliados os períodos de pré-oviposição e oviposição, fecundidade total e longevidade dos adultos (machos e fêmeas). O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado com os dois tratamentos (BT e convencional) em 12 e 10 repetições, respectivamente, para o milho Bt e convencional.

Ensaio 6: Efeito indireto das plantas de algodão Bt sobre o desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus*

Os experimentos para avaliar o efeito indireto sobre as fases imaturas do predador foram conduzidos no Laboratório de Entomologia da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS.

Para avaliar o efeito indireto das plantas de algodão Bt e não B sobre o predador, foram utilizadas 30 ninfas de segundo instar de *P. nigrispinus*, com até 24 horas de idade. As ninfas foram individualizadas em placas de Petri (9,0 cm x 1,5 cm), contendo algodão umedecido com água destilada, para manter a umidade e o fornecimento de água ao predador.

Lagartas de *S. frugiperda*, utilizadas como presas, foram retiradas da dieta artificial no segundo/terceiro instar e alimentadas por 48 horas com folhas de algodão Bt e não Bt até atingirem aproximadamente 2,5 cm. Após este período, as lagartas foram oferecidas às ninfas do predador, a cada dois dias, durante toda a fase ninfal.

Ensaio 7: Efeito indireto das plantas de algodão Bt sobre os adultos de *Podisus nigrispinus*

Foram utilizados casais de *P. nigrispinus*, com até 24 horas de idade, obtidos a partir de ninfas alimentadas com lagartas de *S. frugiperda*. Cada casal foi mantido nas placas de Petri contendo algodão com água. Lagartas de *S. frugiperda*, retiradas da dieta artificial ao segundo instar, foram alimentadas por 48 horas com folhas de algodão Bt e não Bt e, em seguida, oferecidas aos predadores adultos, a cada dois dias, até a morte dos indivíduos.

As posturas foram retiradas a cada dois dias, sendo os ovos contados e acondicionados em placas de Petri em laboratório, até a eclosão das ninfas. Foi colocado algodão umedecido com água, nas placas, para evitar o ressecamento dos ovos. Foram avaliados os períodos de pré-oviposição e oviposição, fecundidade diária e total, e longevidade dos adultos. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado.

Ensaio 8: Efeito indireto das plantas de milho Bt sobre o desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus*

Os experimentos para avaliar o efeito indireto sobre as fases imaturas do predador foram conduzidos no Laboratório de Entomologia da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS. Para avaliar o efeito indireto das plantas de milho Bt e não Bt foram utilizadas 30 ninfas de segundo instar de *P. nigrispinus*, com até 24 horas de idade. As ninfas foram individualizadas em placas de Petri (9,0 cm x 1,5 cm), contendo algodão umedecido com água destilada, para manter a umidade e fornecimento de água ao predador.

Lagartas de *S. frugiperda*, utilizadas como presa, foram retiradas da dieta artificial no segundo/terceiro instar e alimentadas por 48 horas com folhas de milho Bt e não Bt, até atingirem aproximadamente 2,5 cm (Figura 4). As folhas de milho foram coletadas de plantas cultivadas em casa de vegetação. Após este período, as lagartas foram oferecidas às ninfas do predador, a cada dois dias, durante toda a fase ninfal, seguindo metodologia descrita por Torres et al. (2006).

Nos ensaios em que se estudou o efeito direto e indireto das plantas sobre as fases imaturas do predador, foram avaliados o número e a duração dos instares e o período total do desenvolvimento ninfal. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, contendo dois tratamentos (transgênico e convencional) com 30 repetições (placas de Petri).



Figura 4. Bandejas com folhas e lagartas de *Spodoptera frugiperda* de segundo instar utilizadas como presas e alimentadas por 48 horas com folhas de milho convencional (A) e milho Bt (B). Dourados, MS.

Ensaio 9: Efeito indireto das plantas de milho Bt sobre adultos de *Podisus nigrispinus*

Foram utilizados casais de *P. nigrispinus* com até 24 horas de idade, obtidos a partir de ninfas alimentadas com lagartas de *S. frugiperda*. Cada casal foi mantido em placas de Petri, contendo algodão umedecido com água destilada. Lagartas de *S. frugiperda* retiradas da dieta artificial ao segundo instar foram alimentadas por 48 horas com folhas de milho Bt e milho convencional e em seguida oferecidas aos predadores, a cada dois dias, até a morte dos indivíduos, sendo avaliada a longevidade dos adultos. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado contendo dois tratamentos (Bt e convencional) com 30 repetições.

Resultados e Discussão

Diversidade e abundância de artrópodes predadores nas culturas de algodão e de milho bt e convencional

As áreas com algodão Nu-Opal (Bt) e com algodão Delta-Opal (convencional) apresentaram ocorrência semelhante de predadores, nas duas safras consecutivas em que se procedeu a avaliação (2010/2011 e 2011/2012), sendo coletados 96 e 93 indivíduos por pano de batida, respectivamente, nestas duas áreas de cultivo (Tabela 1).

Tanto nas áreas com plantas transgênicas Bt quanto nas áreas com plantas não Bt houve predominância de indivíduos predadores amostrados das famílias Coccinellidae e Aracnidae (Tabela 1), totalizando 49 e 30, e 37 e 42 indivíduos coletados na cultura Bt e convencional, respectivamente. Na área com as plantas de algodão convencional verificou-se maior número de famílias coletadas (Tabela 1).

Observou-se na área com plantas de milho Bt (Yieldgard® Mon 810) maior número maior de famílias de predadores e também de indivíduos coletados (128), com predominância de indivíduos predadores das famílias Coccinellidae e Forficulidae (Tabela 2). Esse maior número de indivíduos coletados na área de milho Bt pode ter corrido, provavelmente, em razão da área experimental ter sido instalada perto de uma reserva circundada com vegetação nativa, na qual ocorre, normalmente, maior número de insetos predadores, enquanto a área com plantas de milho convencional estava situada em uma área mais isolada.

Na área com plantas de milho convencional (DKB 390 YG), as famílias mais abundantes foram Coccinellidae e Reduviidae, com um total de indivíduos de 91 predadores coletados, considerando as nove famílias de predadores observados (Tabela 2).

Tabela 1. Táxons e abundância de insetos predadores ao longo do desenvolvimento do algodão Bt e convencional, safras 2010/2011 e 2011/2012. Dourados, MS.

Ordem	Algodão	
	Bt	Convencional
Coleoptera	Coccinelidade (49)	Coccinelidade (37)
	Carabidae (1)	Carabidae (1)
	Cicindelidae (9)	Cicindelidae (6)
Araneae	Aracnidae (30)	Aracnidae (42)
Hemiptera	Reduviidae (4)	Reduviidae (2)
	Geocoridae (2)	Geocoridae (1)
		Pentatomidae (2)
Neuroptera		Chrysopidae (1)
Dermaptera	Forficulidae (1)	Forficulidae (1)
Total de indivíduos	96	93

Tabela 2. Táxons e abundância de insetos predadores ao longo do desenvolvimento de milho transgênico e convencional, safras 2010/2011 e 2011/2012. Dourados, MS.

Ordem	Milho	
	Bt	Convencional
Coleoptera	Milyridae (10)	Melyridae (6)
	Carabidae (2)	
	Coccinelidade (27)	Coccinelidade (49)
	Cicindelidae (6)	Cicindelidae (6)
Araneae	Aracnidae (11)	Aracnidae (4)
Diptera	Syrphidae (3)	Syrphidae (1)
Hemiptera	Reduviidae (4)	Reduviidae (15)
	Pentamidae (1)	
	Geocoridae (1)	Geocoridae (1)
	Coreidae (1)	Coreidae (1)
	Miridae (1)	
Neuroptera		Chrysopidae (8)
Dermaptera	Forficulidae (61)	
Total de indivíduos	128	91

No milho Bt, foi constatada grande abundância de indivíduos da família Forficulidade, representada especialmente pela tesourinha *Dorus luteipes*, seguida por predadores das famílias Coccinelidae, Aracnidae e Melyridae. A alta incidência de tesourinhas no milho é explicada pela estreita associação que esse predador tem com lagartas de *S. frugiperda*, embora ele não tivesse sido constatado no milho convencional. Considerando todos os predadores observados na cultura do milho, os resultados evidenciaram que o total de artrópodes predadores amostrados foram semelhantes nas duas áreas avaliadas (Bt e convencional). Pode-se, dessa forma, inferir que as plantas de milho ou algodão Bt não interferem na diversidade e abundância das populações naturais de artrópodes predadores.

Efeito direto das plantas de algodão sobre o predador

Foi verificada maior duração do período ninfal somente para o segundo instar de *P. nigrispinus* nas plantas de algodão Bt (4,25 dias), em comparação ao algodão convencional (2,89 dias). Para os demais instares não foram constatadas diferenças estatísticas significativas para o período de desenvolvimento ninfal, quando em contato com as plantas de algodão Bt ou convencional (Tabela 3).

Tabela 3. Duração (dias) e sobrevivência (%) dos diferentes instares de *Podisus nigrispinus* quando em contato direto com plantas de algodão Bt e convencional, em casa de vegetação. Dourados, MS.

Tratamento	Duração (dias) de cada estágio de desenvolvimento				
	2º instar	3º instar	4º instar	5º instar	Período ninfal
Bt	4,25±0,30 a	4,00±0,24 a	4,00±0,16 a	5,33±0,13 a	17,17±0,43 a
Convencional	2,89±0,30 b	4,18±0,24 a	4,03±0,16 a	5,03±0,13 a	16,15±0,43 a
CV (%)	58,54	41,84	28,20	18,36	18,32
Tratamento	Sobrevivência (%) de cada estágio de desenvolvimento				
	2º instar	3º instar	4º instar	5º instar	Sobrevivência do período ninfal
Bt	80±7,43 a	100 a	100 a	100 a	80±7,43 a
Convencional	90±5,57 a	100 a	100 a	100 a	90±5,57 a
CV (%)	42,30	0	0	0	42,30

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste T ao nível de significância de 5%.

A diferença observada para o desenvolvimento do segundo instar do predador pode ser atribuída ao início do processo de alimentação neste estágio de desenvolvimento, em que pode ocorrer adequação ou não ao alimento quando o predador está iniciando o consumo (OLIVEIRA et al., 2002). Esta observação também é relatada por Lemos et al. (2001), que constataram que a duração dos primeiros estágios ninfais do predador *P. nigrispinus* foi influenciada pelo tipo de alimento oferecido previamente, enfatizando que as ninfas podem obter, a partir das folhas de algodão, uma fonte de água e de nutrientes, promotora do seu desenvolvimento.

Essa diferença de comportamento pode também justificar a menor sobrevivência para o segundo instar em ambos os tratamentos, Bt e convencional, que foram de 80% e 90%, respectivamente. O inseto, especialmente nos primeiros instares, pode também necessitar de um tempo maior para se adaptar à nova dieta e esse período de adaptação pode interferir no seu ciclo de desenvolvimento e sobrevivência. No entanto, neste trabalho não foi observada influência entre plantas de algodão Bt e convencional sobre a sobrevivência ninfal do predador (Tabela 3). O comportamento de fitofagia do predador pode indicar melhorias nas suas características biológicas, como melhor desenvolvimento ninfal (OLIVEIRA et al., 2002).

Também não foram observadas diferenças entres os dois tratamentos avaliados (algodão Bt e convencional) para o período de pré-oviposição, oviposição, fecundidade diária e longevidade de fêmeas e machos do predador *P. nigrispinus* (Tabelas 4 e 5).

Oliveira et al. (2004) verificaram longevidade de 67,2 e 49,5 dias, respectivamente, para fêmeas e machos de *P. nigrispinus* quando alimentados com larvas de *T. molitor*. Já Torres e Ruberson (2006) verificaram que plantas de algodão Bt, que expressam a proteína Cry 1Ac, não afetaram a reprodução e longevidade do predador *Geocoris punctipes*.

Tabela 4. Períodos de pré-oviposição e de oviposição (dias, e fecundidade diária e total de fêmeas de *Podisus nigrispinus* quando em contato direto com as plantas de algodão Bt e convencional, em casa de vegetação. Dourados, MS.

Tratamento	Período de pré-oviposição	Período de oviposição	Fecundidade diária	Fecundidade total
Bt	9,3±1,65 a	24,80±3,63 a	41,23±6,62 a	174,1±8 54,45 a
Convencional	9,0±2,09 a	24,56±3,97 a	30,67±5,28 a	165,60±48,45 a
CV (%)	33,89	47,36	90,61	111,30

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste T ao nível de significância de 5%.

Tabela 5. Longevidade (dias) de fêmeas e machos de *Podisus nigrispinus* quando em contato direto com plantas de algodão Bt e convencional, em casa de vegetação. Dourados, MS.

Tratamento	Longevidade de fêmea	Longevidade de macho
Bt	47,81±2,25 a	42,36±3,55 a
Convencional	46,20± 2,16 a	43,50±1,66 a
CV (%)	15,22	23,01

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste T ao nível de significância de 5%.

Os percevejos predadores, ao se alimentarem das plantas, podem ter o desenvolvimento e reprodução afetados por causa da ingestão de algumas substâncias deletérias presentes em plantas resistentes (MATOS NETO et al., 2002). Verificou-se, em diversos trabalhos, que a proteína Cry 1Ac já foi detectada no corpo desses artrópodes não-alvo. No entanto, essas toxinas apresentam baixo ou nenhum efeito sobre os parâmetros biológicos desses predadores (TORRES et al., 2006; TORRES; RUBERSON, 2006, 2008), corroborando com os resultados verificados neste trabalho.

Efeito indireto das plantas de algodão sobre o predador

Para o efeito indireto das plantas de algodão Bt e convencional sobre *P. nigrispinus* não foram verificadas diferenças significativas para a duração do período de desenvolvimento dos diferentes instares, bem como para o período ninfal completo do predador (Tabela 6). Oliveira et al. (2004) verificaram que quando o predador *P. nigrispinus* foi alimentado com lagartas de *S. frugiperda*, a duração de cada estágio ninfal variou de 4,06 a 6,54 dias de desenvolvimento, enquanto o período ninfal completo foi de 20,39 dias, valores estes semelhantes ao encontrado neste trabalho.

Tabela 6. Duração (dias) dos instares e do desenvolvimento ninfal de *Podisus nigrispinus* quando oferecidas lagartas alimentadas com plantas de algodão Bt e convencional, em laboratório. Dourados, MS.

Tratamento	Fase de desenvolvimento				
	2º instar	3º instar	4º instar	5º instar	Período ninfal
Bt	3,07 ±0,15 a	4,47 ±0,29 a	4,60 ±0,35 a	6,74 ±0,41 a	18,68 ±0,99 a
Convencional	3,23 ±0,13 a	3,83 ± 0,20 a	4,92 ±0,30 a	7,11 ±0,43 a	19,61 ±0,64 a
CV (%)	11,62	15,98	17,64	13,76	9,82

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste T ao nível de significância de 5%.

Para os parâmetros reprodutivos, períodos de pré-oviposição e oviposição, fecundidade diária e fecundidade total, não foi possível realizar as avaliações, porque a longevidade das fêmeas foi muito baixa. No entanto, não foram verificadas diferenças entre os dois tratamentos para a longevidade de fêmeas e machos de *P. nigrispinus* (Tabela 7).

A longevidade de adultos, quando avaliado o efeito indireto, foi expressivamente menor quando comparada à longevidade dos adultos submetidos ao efeito direto de plantas de algodão Bt e não Bt. Essa baixa longevidade no experimento de efeito indireto ocorreu, provavelmente, por causa da qualidade do alimento fornecido aos predadores, uma vez que, no primeiro caso (efeito direto), foram oferecidas pupas de *Tenebrio*, enquanto no

segundo experimento (efeito indireto) foram oferecidas lagartas de *S. frugiperda* alimentadas em folhas de algodão Bt e convencional. Essa diferença na qualidade da presa oferecida ao predador pode explicar a diferença de longevidade dos adultos obtida. Por outro lado, segundo Hilbeck et al. (1998), a presa, quando se alimenta de plantas transgênicas que expressam a proteína Bt, apresenta deficiência nutricional ao ingerir esse tecido contaminado, como ocorreu com as lagartas de *S. frugiperda*. Consequentemente, o predador, ao se alimentar dessa presa, pode ter seu metabolismo afetado, prejudicando, assim, a sua longevidade, embora essa mortalidade precoce fosse também verificada para os predadores que se alimentaram de presas que ingeriram plantas convencionais. Como esse efeito indireto deletério na longevidade do predador não foi verificado na cultura do milho, acredita-se que o algodão Bt e não Bt oferecidos às lagartas de *S. frugiperda* seja a única explicação da qualidade da dieta oferecida aos predadores e que afetou negativamente a longevidade de adultos.

Tabela 7. Longevidade (dias) de fêmeas e de machos de *Podisus nigrispinus* quando oferecidas lagartas alimentadas com plantas de algodão Bt e convencional, no laboratório. Dourados, MS.

Tratamento	Longevidade de fêmea	Longevidade de macho
Bt	8,00±2,67 a	15,75±0,56 a
Convencional	7,40±1,72 a	14,20±3,40 a
CV (%)	43,78	20,12

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste T ao nível de significância de 5%.

Efeito direto das plantas de milho sobre o predador

Para o efeito direto das plantas de milho Bt e convencional sobre *P. nigrispinus* não foram também verificadas diferenças estatísticas significativas para a duração dos instares e para o período de desenvolvimento do período ninfal entre os tratamentos com plantas de milho Bt e convencional (Tabela 8).

Tabela 8. Duração (dias) dos instares e do desenvolvimento ninfal de *Podisus nigrispinus* quando em contato direto com plantas de milho Bt e convencional, em casa de vegetação. Dourados, MS.

Tratamento	Fase de desenvolvimento				
	2º instar	3º instar	4º instar	5º instar	Período ninfal
Bt	4,66±0,12 a	4,21±0,16 a	3,86±0,12 a	5,48±0,25 a	17,66±0,33 a
Convencional	4,43±0,16 a	4,06±0,27 a	3,34±0,27 a	5,19±0,27 a	17,52±0,41 a
CV (%)	16,83	21,56	27,44	23,49	9,73

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste T ao nível de significância de 5%.

Também não foram observadas diferenças entre os dois tratamentos avaliados para os períodos de pré-oviposição e oviposição, fecundidade diária, fecundidade total e para a longevidade de fêmeas e de machos de *P. nigrispinus* (Tabelas 9 e 10).

Como pôde ser verificado neste trabalho, as toxinas Cry 1Ac não apresentaram efeito algum sobre os parâmetros biológicos do predador *P. nigrispinus*. Esses resultados também foram verificados para outras espécies de predadores como *Orius insidiosus*, *O. majusculus* e *Coleomagilla maculata*, quando as plantas transgênicas não afetaram negativamente o desenvolvimento de suas formas imaturas e adulta (MENDES et al., 2012; TIAN et al., 2012; ZWAHLEN et al., 2000).

Tabela 9. Períodos de pré-oviposição e de oviposição (dias), fecundidade diária e fecundidade total de fêmeas de *Podisus nigrispinus* quando em contato direto com plantas de milho Bt e convencional, em casa de vegetação. Dourados, MS.

Tratamento	Período de pré-oviposição	Período de oviposição	Fecundidade diária	Fecundidade total
Bt	8,58±0,76 a	22,83±4,56 a	10,59±1,64 a	266,58±56,79 a
Convencional	7,40±0,50 a	24,60±3,78 a	12,70±1,21 a	303,30±53,08 a
CV (%)	14,16	42,01	29,46	44,14

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste T ao nível de significância de 5%.

Tabela 10. Longevidade (dias) de fêmeas e de machos de *Podisus nigrispinus* quando em contato direto com plantas de milho Bt e convencional, em casa de vegetação. Dourados, MS.

Tratamento	Longevidade de fêmea	Longevidade de macho
Bt	32,33±4,65 a	20,25±2,60 a
Convencional	34,80±3,87 a	22,70±2,28 a
CV (%)	24,18	20,12

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste T ao nível de significância de 5%.

Efeito indireto das plantas de milho sobre o predador

Com relação ao efeito indireto das plantas de milho, foi observada maior duração do período ninfal (3,57 dias) nas plantas de milho convencional, somente para o segundo instar de *P. nigrispinus* (Tabela 11). Para os demais instares do predador não foram constatadas diferenças significativas, o mesmo ocorrendo para o período de desenvolvimento ninfal completo entre as plantas de milho Bt e convencional (Tabela 11). No caso do algodoeiro, o maior período de desenvolvimento do segundo instar do predador foi observado quando oferecidas lagartas que se alimentaram em plantas Bt, enquanto no milho esse fato ocorreu quando oferecidas lagartas alimentadas com a cultivar convencional. Uma das possíveis explicações para este resultado, aparentemente antagônico, pode estar relacionada à qualidade nutricional das cultivares estudadas envolvendo as plantas Bt e convencional. No caso do algodão, as plantas convencionais foram nutricionalmente mais adequadas para a presa e, conseqüentemente, para o predador, que apresentou menor período de desenvolvimento, enquanto no milho o resultado foi inverso, ou seja, as plantas Bt foram nutricionalmente mais adequadas.

Tabela 11. Duração (dias) dos instares e do desenvolvimento ninfal, sobrevivência e sobrevivência ninfal de *Podisus nigrispinus* quando oferecidas lagartas alimentadas com plantas de milho Bt e convencional, em laboratório. Dourados, MS.

Tratamento	Fase de desenvolvimento				
	2º instar	3º instar	4º instar	5º instar	Período ninfal
Bt	2,91±0,16 b	3,45±0,18 a	4,58±0,30 a	6,32±0,44 a	17,26± 0,78 a
Convencional	3,57±0,19 a	3,35±0,21 a	4,00±0,23 a	5,43±0,34 a	16,35± 0,67 a
CV (%)	11,97	13,95	14,39	15,17	10,08

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste T ao nível de significância de 5%.

Um fator a ser observado é que larvas de *S. frugiperda* são, naturalmente, muito agressivas e apresentam comportamento de defesa ao ataque do predador. Esta reação de defesa contra o predador pode comprometer sua alimentação, dificultando a sua predação e, conseqüentemente, alongando o seu período de desenvolvimento, o que pode explicar essa diferença no período de desenvolvimento para o segundo instar do predador, quando foram oferecidas lagartas alimentadas com milho convencional. No entanto, pode ocorrer o contrário para as lagartas que ingeriram o milho expressando a proteína Cry1Ab, que por apresentarem seu desenvolvimento prejudicado, podem ter sua reação de defesa contra o predador comprometida, facilitando assim sua predação (MENDES et al., 2012).

Não foram observadas diferenças entre os tratamentos avaliados para o período de pré-oviposição e de oviposição, fecundidade diária e fecundidade total (Tabela 12), bem como para a longevidade de fêmeas e machos de *P. nigrispinus* (Tabela 13).

Os resultados obtidos nesta pesquisa evidenciaram que as plantas Bt, tanto de milho como de algodão, utilizadas nos ensaios de efeitos direto e indireto, não interferem na capacidade reprodutiva e na sobrevivência dos adultos de *P. nigrispinus*. Em complemento, pode-se inferir que o predador, quando mantido em contato direto com plantas transgênicas ou quando ingere lagartas que adquiriram as proteínas das plantas de milho e algodão Bt, não interfere na sua capacidade de reprodução ou de sobrevivência.

Tabela 12. Períodos de pré-oviposição e oviposição (dias), fecundidade total e longevidade (dias) (\pm EP⁽¹⁾) de fêmeas e machos de *Podisus nigrispinus* quando oferecidas lagartas alimentadas com plantas de milho Bt e convencional, em laboratório. Dourados, MS.

Tratamento	Período de pré-oviposição	Período de oviposição	Fecundidade diária	Fecundidade total
Bt	8,40 \pm 1,44 a	7,20 \pm 4,32 a	5,38 \pm 1,64 a	15,40 \pm 6,68 a
Convencional	7,80 \pm 1,32 a	11,80 \pm 4,02 a	4,18 \pm 1,98 a	25,8 \pm 8,49 a
CV (%)	19,17	60,50	51,80	39,55

¹⁾Erro padrão.

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste T ao nível de significância de 5%.

Tabela 13. Longevidade (dias) de fêmeas e machos de *Podisus nigrispinus* quando oferecidas lagartas alimentadas com plantas de milho Bt e convencional, em laboratório. Dourados, MS.

Tratamento	Longevidade de fêmea	Longevidade de macho
Bt	25,67 \pm 4,56 a	28,56 \pm 5,55 a
Convencional	30,90 \pm 1,91 a	34,80 \pm 1,76 a
CV (%)	20,81	24,22

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste T ao nível de significância de 5%.

Conclusões

- 1) A abundância e a diversidade de predadores presentes naturalmente nas plantas de cultivares de algodão e milho transgênico (Nu-Opal e Yieldgard) são semelhantes às encontradas nas suas respectivas isolinhas (Delta-Opal e DKB 390).
- 2) Espécimes da família Coccinelidade são os predadores mais abundantes em cultivos de algodão e milho na região de Dourados, MS, independente da presença de transgenia nos cultivos.
- 3) O desenvolvimento e a sobrevivência ninfal, bem como os períodos de pré-oviposição e oviposição, a fecundidade e a longevidade de fêmeas e machos de *P. nigrispinus* não foram influenciados quando o predador foi mantido em contato direto com plantas de algodão e milho Bt ou convencional.
- 4) O desenvolvimento e a sobrevivência ninfal, bem como os períodos de pré-oviposição e oviposição, a fecundidade e a longevidade de fêmeas e machos de *P. nigrispinus* não foram influenciados quando foram oferecidas, para o predador, lagartas de *S. frugiperda* alimentadas previamente com plantas de algodão e de milho Bt ou convencional.

Agradecimentos

À Embrapa Agropecuária Oeste; à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (Fundect), pelo financiamento do projeto; e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa.

Referências

BELOT, J.-L. (Ed.). **Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso**. Cuiabá: IMAmt, 2012. 226 p.

BRASIL tem 2ª maior área de transgênicos, e a que mais cresce no mundo. **UOL**: economia, agronegócio, São Paulo, 14 fev. 2014. Disponível em: <<http://economia.uol.com.br/agronegocio/noticias/redacao/2014/02/14/brasil-tem-2-maior-cultivo-e-producao-de-transgenicos-que-mais-cresce.htm>>. Acesso em: 24 fev. 2014.

COSTA, R. R.; MORAES, J. C.; COSTA, R. R. da. Interação silício-imidacloprid no comportamento biológico e alimentar de *Schizaphis graminum* (rond.) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 455-460, 2009.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FERNANDES, O. D.; FARIA, M.; MARTINELLE, S.; SCHIMIDT, F.; CARVALHO, V. F.; MORO, G. Short-term assessment of Bt maize on non-target arthropods in Brazil. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 64, n. 3, p. 249-255, 2007.

FRIZZAS, M. R.; OLIVEIRA, C. M. Plantas transgênicas resistentes a insetos e organismos não-alvo: predadores, parasitoides e polinizadores. **Universitas: ciências da saúde**, Brasília, DF, v. 4, n. 1/2, p. 63-82, 2006.

GIANESSI, L. P.; CARPENTER, J. E. Agriculture biotechnology: inset control benefits. Washington, DC: National Center for Food and Agricultural Policy, 1999. 98 p. Disponível em: <<https://research.cip.cgiar.org/confluence/download/attachments/3443/AG7.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2009.

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). **Biological Control**, San Diego, v. 27, n. 2, p. 480-487, 1998.

JAMES, C. **Situação global da lavouras GM comercializadas**: 2007: sumário executivo. Ithaca: ISAAA, 2007. 16 p. (ISAAA. Brief, n. 37). Disponível em: <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/37/executivesummary/pdf/Brief%2037%20-%20Executive%20Summary%20-%20Portuguese.pdf>>. Acesso em: 3 set. 2009.

LEMONS, W. P.; MEDEIROS, R. S.; RAMALHO, F. S.; ZANUNCIO, J. C. Effects of plant feeding on the development, survival and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **International Journal of Pest Management**, London, v. 47, n. 2, p. 89-93, 2001.

MATOS NETO, F. da C.; ZANUNCIO, J. C.; PIKANÇO, M. C.; CRUZ, I. Reproductive characteristics of the predator *Podisus nigrispinus* fed with na insect resistant soybean variety. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 7, p. 917-924, jul. 2002.

MENDES, S. M.; BRASIL, K. G. B.; WAQUIL, M. S.; MARUCCI, R. C.; WAQUIL, J. M. Biologia e comportamento do percevejo predador, *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) em milho *bt* e não *bt*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 753-761, 2012.

OLIVEIRA, H. N. de; PRATISSOLI, D.; PEDRUZZI, E. P.; ESPINDULA, M. C. Desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* alimentado com *Spodoptera frugiperda* e *Tenebrio molitor*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 10, p. 947-951, out. 2004.

OLIVEIRA, J. E. M.; TORRES, J. B.; CARRANO-MOREIRA, A. F.; BARROS, R. Efeito das plantas do algodoeiro e do tomateiro, como complemento alimentar, no desenvolvimento e na reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 101-108, 2002.

PIRES, C. S. S.; SUJII, E. R.; FONTES, E. M. G. Avaliação ecológica de risco de plantas geneticamente modificadas resistentes a insetos sobre inimigos naturais. In: PIRES, C. S. S.; FONTES, E. M. G.; SUJII, E. R. (Ed.). **Impacto ecológico de plantas geneticamente modificadas**: o algodão resistente a insetos como estudo de caso. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. p. 85-114.

RIBEIRO, J. F. **Seletividade de inseticidas aos artrópodes predadores de pragas do algodoeiro em condições de campo**. 2007. 36 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.

SOARES, J. J.; BUSOLI, A. C. Comparação entre métodos de amostragem para artrópodes predadores associados ao algodoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 24, n. 3, p. 551-556, dez. 1995.

SOARES, J. J.; BUSOLI, A. C. Efeito de inseticidas em insetos predadores em culturas de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 9, p. 1889-1894, set. 2000.

TIAN, J.-C.; COLLINS, H. L.; ROMEIS, J.; NARANJO, S. E.; HELLMICH, R. L.; SHELTON, A. M. Using field-evolved resistance to Cry1F maize in a lepidopteran pest to demonstrate no adverse effects of Cry1F on one of its major predators. **Transgenic Research**, London, v. 21, n. 6, p. 1303-1310, Dec. 2012.

TORRES, J. B.; RUBERSON, J. R. Interaction of Bt-cotton and the omnivorous big-eyed bug *Geocoris punctipes* (Say), a key predator in cotton fields. **Biological Control**, San Diego, v. 39, n. 1, p. 47-57, Oct. 2006.

TORRES, J. B.; RUBERSON, J. R. Interactions of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac toxin in genetically engineered cotton with predatory heteropterans. **Transgenic Research**, London, v. 17, n. 3, p. 345-354, June 2008.

TORRES, J. B.; RUBERSON, J. R.; ADANG, M. J. Expression of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac protein in cotton plants, acquisition by pests and predators: a tritrophic analysis. **Agricultural and Forest Entomology**, Oxford, v. 8, n. 3, p. 191-202, 2006.

WOLFENBARGER, L. L.; NARANJO, S. E.; LUNDGREN, J. G.; BITZER, R. J.; WATRUD, L. S. Bt crop effects on functional guilds of non-target arthropods: a meta-analysis. **PlosOne**, San Francisco, v. 3, n. 5, p. 1-11, 2008.

ZWAHLEN, C.; NENTWIG, W.; BIGLER, F.; HILBECK, A. Tritrophic interactions of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn, *Anaphothrips obscures* (Thysanoptera: Thripidae), and the predator *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthocoridae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 29, n. 4, p. 846- 850, 2000.



Agropecuária Oeste