

EFEITO DIRETO E INDIRETO DO MILHO BT SOBRE O PREDADOR *Podisus nigrispinus*

ALEXA GABRIELA SANTANA¹, CRÉBIO JOSÉ ÁVILA², HARLEY NONATO DE OLIVEIRA²
e EUNICE CLÁUDIA SCHLICK-SOUZA¹

¹Pesquisadora Bolsista (DCR) - Embrapa Agropecuária Oeste, 79804-970, Dourados-MS, Brasil.

E-mail: alexagsantana27@hotmail.com; euniceschlick@hotmail.com

²Embrapa Agropecuária Oeste, 79804-970, Dourados-MS, Brasil. E-mail: crebio.avila@embrapa.br; harley.oliveira@embrapa.br.

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.16, n.2, p. 319-327, 2017

RESUMO - Objetivou-se avaliar o efeito direto e indireto de plantas de milho Bt sobre o desenvolvimento e a reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). Os experimentos foram conduzidos na Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados-MS. Para avaliar o efeito direto, o predador *P. nigrispinus* foi colocado em contato direto com as plantas de milho Bt e não Bt e alimentado com pupas de *Tenebrio molitor* (L.). Para avaliar o efeito indireto, lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) foram colocadas para se alimentarem previamente em plantas de milho Bt e não Bt e depois oferecidas ao predador. Foram avaliados duração e viabilidade dos períodos ninfais, períodos de pré-oviposição, de oviposição, fecundidade e longevidade de adultos (fêmeas e machos). As plantas de milho Bt, quando em contato direto com *P. nigrispinus*, não influenciaram parâmetros biológicos do predador, em comparação ao milho convencional. Todavia, foi constatado menor duração para o segundo instar ninfal de *P. nigrispinus*, quando este predador foi criado em lagartas de *S. frugiperda* que haviam sido alimentadas previamente em plantas de milho Bt. De maneira geral, não há interferência na biologia e na capacidade de reprodução das plantas de milho Bt sobre o predador.

Palavras-chave: plantas Bt, inimigo natural, sobrevivência, reprodução, *Spodoptera frugiperda*.

DIRECT AND INDIRECT EFFECTS OF BT CORN ON THE PREDATOR *Podisus nigrispinus*

ABSTRACT - This paper aimed to evaluate the direct and indirect effects of Bt corn on the development and reproduction of the predator *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). The experiments were carried out of the Embrapa Agropecuária Oeste, in Dourados, Mato Grosso do Sul, Brazil. To evaluate the direct effect of the Bt corn and non-Bt corn, the predator *P. nigrispinus* was kept in contact with these plants and fed with pupae of *Tenebrio molitor* (L.). To evaluate the indirect effects of Bt corn and non-Bt corn, larvae of *Spodoptera frugiperda* (Smith) were fed with these plants and later offered to the predator. Period of nymphal development, nymphal survival, duration of pre-oviposition and oviposition periods, fecundity and longevity of adults (females and males) were evaluated. Bt corn plants, when in direct contact with *P. nigrispinus*, did not influence biological parameters of the predator, compared to conventional corn. It was observed a lower duration for the second nymphal instar of *P. nigrispinus* when this predator was created in larvae of *S. frugiperda* that had previously been fed on Bt corn plants. Overall, there is no interference with biology and reproduction capacity of the Bt corn plants on the predator.

Keywords: Bt plants, natural enemy, survival, reproduction, *Spodoptera frugiperda*.

O cultivo das plantas transgênicas tem crescido consideravelmente nos últimos anos no Brasil e no mundo, e ainda apresenta potencial de expansão em razão dos inúmeros benefícios que esta tecnologia tem trazido para os sistemas de produção e para o meio ambiente. O Brasil ocupa o segundo lugar no mundo em área plantada com essa tecnologia (James, 2011; International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, 2015).

As plantas geneticamente modificadas que contêm genes introduzidos através da engenharia genética para o controle de insetos codificam proteínas Bt de *Bacillus thuringiensis* Berliner, que pode ter ação inseticida efetiva sobre os insetos, especialmente das ordens Lepidoptera e Coleoptera (Zhang et al., 2008). Dentre as principais espécies de plantas que expressam as proteínas Bt, destacam-se as culturas do algodão, da soja, do milho e da canola (Ponsard et al., 2002; Mendes et al., 2009). Sendo que os diferentes grupos de proteínas de Bt, expressas nestas plantas, são direcionados especialmente para o controle de lagartas desfolhadoras. Essas proteínas ou toxinas, como são também chamadas, podem ser transferidas direta ou indiretamente para outros artrópodes não alvos, como percevejos, pulgões, mosca-branca, tripses e ácaros que são normalmente insensíveis às toxinas Bt ou até mesmo para os inimigos naturais, como os predadores e parasitoides (Ponsard et al., 2002; Zhang et al., 2006). Os efeitos deletérios das toxinas Bt sobre os organismos não alvos, em especial a extensão na qual essas toxinas se movem através dos diferentes níveis tróficos, têm sido pouco estudados (Torres & Ruberson, 2008). Zhang et al. (2006) constataram que a toxina Bt Cry1Ac que é expressa em cultivares de algodão pode ser transmitida do pulgão *Aphis gossypii* (Glover) para o predador coccinelídeo *Propylaea japonica* (Thunberg) e alterar a sua biologia

e o comportamento de predação. A aquisição dessas toxinas pelos artrópodes predadores de forma direta ou indireta das plantas transgênicas pode causar alterações na sua biologia ou capacidade de predação (Hilbeck et al., 1998; Esteves Filho et al., 2010; Araújo et al., 2011).

Os efeitos da toxina do milho Cry1Ab sobre o ácaro predador *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) foram avaliados por Obrist et al. (2006), quando criado com ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* (Koch), que se alimentou em milho Bt e não Bt. O autor constatou que mortalidade, o tempo de desenvolvimento e a taxa de oviposição daquele predador não foram afetados pela toxina. Bellinati (2013), estudando os efeitos letais ou subletais das toxinas sobre o predador *Cycloneda sanguinea* (L.), verificou que a toxina Cry1Ac, de forma isolada ou combinada com a toxina Cry1F, também não causou efeitos sobre o predador nas concentrações testadas. Rovenská et al. (2005) verificaram que o ácaro predador *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) consumiu menos a presa *T. urticae* quando mantido em beringela transgênica Bt, em comparação à isolinha não Bt. Semelhantemente, Funichello et al. (2012) avaliaram aspectos biológicos do predador *C. sanguinea* quando criado com ninfas e adultos de *A. gossypii* que se alimentaram previamente em cultivares de algodão Bt e convencional. Os autores constataram que o predador quando alimentado com afídeos criados na cultivar transgênica Bt apresentaram menor duração da fase larval, maior longevidade e período reprodutivo, em comparação ao algodão convencional. Assim, é de extrema importância a análise dos riscos advindos da adoção de organismos geneticamente modificados nos ambientes dos sistemas agrícolas, sendo os fundamentos dessa discussão dependentes da disponibilidade de informações científicas consistentes que podem explicar

os efeitos deletérios ou não das proteínas presentes nestes materiais transgênicos, em especial sobre inimigos naturais de insetos-praga, como os predadores e parasitoides presentes nos agroecossistemas (Pires et al., 2003).

Os predadores do gênero *Podisus* (Hemiptera: Pentatomidae) são frequentemente encontrados em sistemas agrícolas, onde atuam alimentando-se de formas imaturas e adulta de espécies de insetos-alvo e não alvo (De Clercq et al., 2000; Torres et al., 2006). Esse grupo de predadores pode ser afetado diretamente pelas plantas que expressam as proteínas Bt, quando apresentam o hábito de sugar partes dessas plantas para obtenção de água e de sais minerais. Ou indiretamente, por se alimentarem de presas que se desenvolvem nas plantas transgênicas (Pires et al., 2003; Torres et al., 2006).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito direto e indireto do milho Bt e convencional sobre o desenvolvimento e a reprodução do predador *P. nigrispinus*.

Os experimentos foram conduzidos na Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados-MS.

Efeito direto do milho Bt e convencional sobre a biologia de *P. nigrispinus*

Sementes do milho Bt (Yieldgard® MON 810) que expressa a proteína Cry1Ac e do convencional (DKB 390) foram semeadas em vasos de polietileno de 5 L, contendo uma mistura de terra e composto orgânico na proporção de 1:1. Foi realizada adubação equivalente de 250 kg ha⁻¹ da formula 10-15-15 (N-P-K). Após o desbaste, foram deixadas duas plantas de milho Bt e convencional por vaso, sendo realizada irrigação quando as plantas apresentavam sinais de início de murchamento.

Ninfas de segundo instar de *P. nigrispinus*, com até 24 horas de idade, foram individualizadas nas folhas do milho e mantidas confinadas em gaiolas cilíndricas de PVC de 1,5 cm de altura por 4 cm de diâmetro, tendo a parte superior sido fechada com tecido tipo voil, e a extremidade basal, deixada em contato com a folha de milho. As ninfas em contato com as folhas do milho foram alimentadas, a cada dois dias, com pupas de *Tenebrio molitor* durante o período de desenvolvimento ninfal do predador, tanto no milho Bt (Yieldgard® MON 810) como do milho convencional (DKB 390). As gaiolas de PVC foram monitoradas diariamente visando registrar a presença de exúvias, a duração e a viabilidade do estágio ninfal do predador.

Adultos do predador provenientes da criação massal, alimentados com pupas de *T. molitor* durante a fase ninfal do predador, foram utilizados para avaliar o efeito direto do milho. Para isso, foram formados 20 casais do predador com até 24 horas de idade confinados em gaiolas cilíndricas de PVC e fixados nas folhas do milho. Pupas de *T. molitor* foram oferecidas, a cada dois dias, aos casais durante toda fase adulta do predador em contato direto com as plantas de milho. A cada dois dias, as posturas foram retiradas, sendo os ovos contados e acondicionadas em placas de Petri contendo algodão umedecido em água destilada para a eclosão das ninfas. Foram avaliados os períodos de pré-oviposição, de oviposição, a fecundidade total e a longevidade dos adultos (machos e fêmeas) do predador.

Os experimentos foram conduzidos no delineamento inteiramente casualizado, com os dois tratamentos (milho Bt e convencional), sendo 30 repetições (=gaiola de PVC contendo uma ninfa do predador) para o ensaio da fase imatura e 20 repetições (gaiola de PVC contendo um casal do predador) para o ensaio da fase adulta do predador.

Efeito indireto de milho Bt e convencional sobre a biologia de *P. nigrispinus*

Foram utilizadas 30 ninfas de segundo instar de *P. nigrispinus*, com até 24 horas de idade, foram individualizadas em placas de Petri (9,0 x 1,5 cm) contendo no fundo algodão umedecido com água destilada. Lagartas de *S. frugiperda* de segundo instar, criadas em dieta artificial à base de feijão, foram colocadas dentro de bandejas plásticas contendo folhas do milho Bt (Yieldgard® MON 810) ou do milho convencional (DKB 390). As lagartas permaneceram se alimentando das folhas do milho (Bt e convencional) por 48 horas até atingirem cerca de 2,5 cm de comprimento. Após este período de alimentação, as lagartas foram oferecidas, a cada dois dias, às ninfas de *P. nigrispinus* durante a fase imatura. Foram registradas diariamente a presença de exúvias, a duração e a viabilidade de cada estágio ninfal do predador.

Adultos do predador provenientes da criação durante a fase ninfal com pupas de *T. molitor* foram utilizados para avaliar o efeito indireto. Para isso, foram formados 20 casais do predador com até 24 horas de idade, que foram colocados em placas de Petri contendo algodão umedecido com água destilada. Lagartas de *S. frugiperda* de segundo instar foram alimentadas por 48 horas com folhas do milho Bt e do milho convencional, conforme realizado na fase imatura, e então oferecidas, a cada dois dias, aos casais do predador. Determinaram-se os períodos de pré-oviposição, de oviposição, a fecundidade diária e total e a longevidade dos adultos (machos e fêmeas) do predador.

Os experimentos foram conduzidos no delineamento inteiramente casualizado, com os dois tratamentos (milho Bt e convencional), sendo 30 repetições (placa de Petri contendo uma ninfa do predador) para o ensaio da fase imatura e 20 repetições (placa

de Petri contendo um casal do predador) para o ensaio da fase adulta do predador.

Os dados originais de ambos os ensaios foram analisados quanto à homocedasticidade (normalidade e homogeneidade dos resíduos) e submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 5% de significância.

Efeito direto de milho Bt e convencional sobre biologia do predador *P. nigrispinus*

Não foi constatado efeito significativo de tratamento para o período de desenvolvimento de todos os estágios ninfais de *P. nigrispinus*, bem como para todo o período ninfal quando o predador foi criado com pupas de *T. molitor* em contato direto com folhas do milho Bt (Tabela 1). Da mesma forma, as viabilidades dos estágios de ninfa de *P. nigrispinus*, os períodos de pré-oviposição, de oviposição, a fecundidade diária e total, além da longevidade de machos e de fêmeas do predador, também não foram influenciados quando o predador foi criado com pupas de *T. molitor* em contato direto com as plantas de milho Bt (Tabelas 1 e 2).

Efeito indireto de milho Bt e convencional sobre a biologia do predador *P. nigrispinus*

Diferentemente do observado para o efeito direto, foi constatada uma menor duração do período de desenvolvimento do segundo instar de *P. nigrispinus* quando foi criado em lagartas de *S. frugiperda* que se alimentaram previamente em milho Bt, em comparação ao predador criado em lagartas que se alimentaram no milho convencional (Tabela 3). Acredita-se que as lagartas de *S. frugiperda* tenham adquirido a proteína Cry1Ac quando se alimentaram das plantas Bt e que esta proteína permanecesse na sua hemolinfa

sem ser metabolizada, e que fosse repassada ao predador quando este se alimentasse das lagartas. Para os demais instares, não foram verificadas diferenças significativas para os períodos de desenvolvimento quando o predador foi criado em lagartas que se alimentaram tanto do milho Bt quanto do milho convencional.

Tabela 1. Duração (dias) e viabilidade ninfal (%) de *Podisus nigrispinus* quando criado com *Tenebrio molitor* e mantido em contato direto com plantas de milho Bt e convencional. Dourados-MS.

Tratamento	Estágios de desenvolvimento				
	2 instar	3 instar	4 instar	5 instar	Período ninfal
BT	4,66±0,12 ns ¹	4,21±0,16 ns	3,86±0,12 ns	5,48±0,25 ns	17,66±0,33 ns
Convencional	4,43 ± 0,16	4,06 ± 0,27	3,34 ± 0,27	5,19 ± 0,27	17,52 ± 0,41
CV (%)	16,80	21,60	27,40	23,50	9,70
Viabilidade ninfal (%)					
	2 instar	3 instar	4 instar	5 instar	
BT	100,00 ns	100,00 ns	86,70 ns	83,30 ns	
Convencional	100,00	97,60	73,30	70,00	
CV (%)	-	5,90	17,10	17,20	

¹Não significativo pelo teste F ($p < 0,05$).

Tabela 2. Períodos de pré-oviposição (PP) e de oviposição (PO), fecundidade diária (FD), fecundidade total (FT) e longevidade (dias) de machos (LM) e de fêmeas (LF) de *Podisus nigrispinus* quando criado com *Tenebrio molitor* e mantido em contato direto com plantas de milho Bt e convencional, em casa de vegetação. Dourados-MS.

Tratamento	PP (dias)	PO (dias)	FD	FT
Bt	8,58 ± 0,76 ns ¹	22,83 ± 4,56 ns	10,59 ± 1,64 ns	266,58 ± 56,79 ns
Convencional	7,40 ± 0,50	24,60 ± 3,78	12,70 ± 1,21	303,30 ± 53,08
CV (%)	14,20	42,00	29,50	44,10
LM		LF		
Bt	20,25 ± 2,60 ns	32,33 ± 4,65 ns		
Convencional	22,70 ± 2,28	34,80 ± 3,87		
CV (%)	20,12	24,18		

¹Não significativo pelo teste F ($p < 0,05$).

Tabela 3. Duração (dias) e viabilidade ninfal (%) de *Podisus nigrispinus* quando criado em lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas previamente com plantas de milho Bt e convencional, no laboratório. Dourados-MS.

Tratamentos	Estágios de desenvolvimento				
	2 instar	3 instar	4 instar	5 instar	Período ninfal
BT	2,91 ± 0,16 *	3,45±0,18 ns ¹	4,58±0,30 ns	6,32±0,44 ns	17,26±0,78 ns
Convencional	3,57±0,19	3,35 ± 0,21	4,00 ± 0,23	5,43 ± 0,34	16,35 ± 0,67
CV (%)	11,90	13,90	14,40	15,20	10,10
Viabilidade ninfal (%)					
	2 instar	3 instar	4 instar	5 instar	
BT	63,30 ns	63,30 ns	66,70 ns	63,30 ns	
Convencional	76,70	76,70	76,70	76,70	
CV (%)	30,80	30,70	30,80	30,80	

*Significativo pelo teste F ($p < 0,05$).

¹Não significativo pelo teste F ($p < 0,05$).

Não foi verificada também diferença significativa para as viabilidades dos quatro instares avaliados de *P. nigrispinus* quando criado em lagartas que se alimentaram em milho Bt em comparação ao milho convencional (Tabela 3). Já os períodos de pré-oviposição, de oviposição, a fecundidade diária, a fecundidade total, além da longevidade de machos e de fêmeas não foram influenciados quando o predador foi criado em lagartas de *S. frugiperda* que se alimentaram previamente em milho Bt ou convencional (Tabelas 3 e 4).

Assim, pode-se inferir que as plantas de milho Bt não interferem sobre o período de desenvolvimento e viabilidade da fase imatura do predador, bem como na sua capacidade reprodutiva e na longevidade dos adultos produzidos nesta condição. Mendes et al. (2012), avaliando aspectos biológicos do predador *Orius insidiosus* (Say) quando criado em lagartas de *S. frugiperda* que se alimentaram previamente em milho Bt, que expressa a proteína Cry1Ab, também constataram que o milho Bt não afetou o desenvolvimento e a sobrevivência do predador, corroborando com os resultados observados neste trabalho. Obrist

et al. (2006) também constataram que o tempo de desenvolvimento e a taxa de oviposição do ácaro fitoseídeo *N. cucumeris* não foram afetados quando este predador foi criado no ácaro *T. urticae* que havia sido alimentado previamente no milho Bt que expressa a proteína Cry1Ab. Semelhantemente, Zwahlen et al. (2000) avaliaram o desenvolvimento e a mortalidade do predador *Orius majusculus* (Reuter) quando criado em presas que se alimentaram em cultivares de milho Bt e não Bt, constatando que não houve diferença para o período de desenvolvimento e a mortalidade no período ovo-adulto do predador, quando alimentado com presas provenientes do milho Bt e não Bt. Da mesma forma, Bellinati (2013), estudando os efeitos letais ou subletais das toxinas do milho Bt sobre o predador *C. sanguinea*, também verificaram que a toxina Cry1Ac, de forma isolada ou combinada com a toxina Cry1F, não apresentou efeitos sobre o predador nas concentrações testadas, em condições de laboratório, à semelhança do constatado neste trabalho.

Considerando-se o efeito indireto das plantas de milho sobre o desenvolvimento de *P. nigrispinus*, constatou-se que o milho convencional aumentou a

Tabela 4. Períodos de pré-oviposição (PP) e de oviposição (PO), fecundidade diária (FD), fecundidade total (FT) e longevidade (dias) de machos (LM) e de fêmeas (LF) de *P. nigrispinus* quando criado em lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas previamente com plantas de milho Bt e convencional, no laboratório. Dourados-MS.

Tratamento	PP (dias)	PO (dias)	FD	FT
Bt	8,40 ± 1,44 ns ¹	07,20 ± 4,32 ns	5,38 ± 1,64 ns	15,40 ± 6,68 ns
Convencional	7,80 ± 1,32	11,80 ± 4,02	4,18 ± 1,98	25,80 ± 8,49
CV (%)	19,20	60,50	51,80	39,50
	LM		LF	
Bt	28,56 ± 5,55 ns		25,67 ± 4,56 ns	
Convencional	34,80 ± 1,76		30,90 ± 1,91	
CV (%)	24,20		20,80	

¹Não significativo pelo teste F ($p < 0,05$).

duração do segundo instar de desenvolvimento do predador, quando este foi criado em lagartas de *S. frugiperda* que haviam sido alimentadas desse milho. Esse incremento da fase ninfal do predador pode ser decorrente da necessidade de uma pré-adaptação das ninfas pequenas do predador (segundo instar) às lagartas que haviam sido alimentadas no milho convencional, uma vez que este efeito não foi observado nos instares posteriores. Essa diferença observada para o segundo instar no desenvolvimento, pode ser também atribuída, segundo Oliveira et al. (2002), ao início da fase de alimentação do predador quando pode ocorrer adequação ou não ao alimento e tornar o inseto mais dependente da dieta utilizada previamente. Esta observação também é relatada por Lemos et al. (2001), que observaram que a duração dos primeiros estágios ninfais do predador *P. nigrispinus* é influenciada pelo tipo de alimento oferecido. Os autores ressaltam que as ninfas podem obter, a partir da folhas, uma fonte de água e de nutrientes que promovem o seu desenvolvimento.

Hilbeck et al. (1998) observaram que o predador *Chrysoperla carnea* (Stephens), quando criado em lagartas de *Ostrinia nubilalis* (Hubner) que se alimentaram em milho transgênico Bt, teve o tempo de desenvolvimento larval prolongado e a mortalidade larval aumentada de 37 para 62%, resultados esses diferentes do encontrado neste trabalho.

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se inferir que a proteína Cry1Ac, mesmo estando nas estruturas das plantas Bt ou presente na hemolinfa das lagartas de *S. frugiperda* que se alimentaram destas plantas, não causou efeito direto ou indireto sobre o predador. O efeito direto seria decorrente do contato direto do predador com as plantas Bt ou indireto por se alimentarem de lagartas que adquiriram a proteína Cry1Ac nas plantas Bt. Esses

resultados evidenciam que as plantas Bt que apresentam em sua constituição a proteína Cry1Ac não causam impacto significativo na biologia e na capacidade reprodutiva do predador *P. nigrispinus*. No entanto, novos estudos deveriam ser conduzidos para verificar o efeito de outras proteínas presentes nas plantas Bt sobre este predador, bem como outros inimigos naturais de insetos-praga.

Conclusão

Milho Bt, que expressa a toxina Cry1Ac, não interfere na biologia e na capacidade de reprodução do predador *P. nigrispinus*.

Agradecimentos

À FUNDECT, pelo fornecimento dos recursos para o desenvolvimento do projeto. À Embrapa Agropecuária Oeste, por disponibilizar a estrutura física e pessoal para que o trabalho fosse desenvolvido, e ao CNPq, pela concessão da bolsa de DCR ao primeiro autor.

Referências

ARAÚJO, L. F.; SILVA, A. G.; CRUZ, I.; CARMO, E. L.; NETO, A. H.; GOULART, M. M. P.; RATTES, J. F. Flutuação populacional de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), *Diatraea saccharalis* (Fabricius) e *Doru luteipes* (Scudder) em milho convencional e transgênico Bt. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 10, n. 3, p. 205-214, 2011.

DOI: [10.18512/1980-6477/rbms.v10n3p205-214](https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v10n3p205-214).

BELLINATI, A. R. **Método para avaliação de risco ambiental de toxinas Bt sobre organismos não-alvo em laboratório: foco no predador Cycloneda sanguinea** (Coleoptera: Coccinellidae). 2013. 71 f. Dissertação (Mestra-

- do em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2013.
- DE CLERCQ, P.; MOHAGHEGH, J.; TIRRY, L. Effect of Host Plant on the Functional Response of the Predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Biological Control**, Orlando, v. 18, n. 1, p. 65-70, 2000. DOI: [10.1006/bcon.1999.0808](https://doi.org/10.1006/bcon.1999.0808).
- ESTEVEZ FILHO, A. B.; OLIVEIRA, J. V.; TORRES, J. B.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C. Biologia comparada e comportamento de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) em algodoeiro Bollgard e isolinha não-transgênica. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 3, p. 338-344, 2010. DOI: [10.1590/S1519-566X2010000300005](https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000300005).
- FUNICHELLO, M.; COSTA, L. L.; GIL, O. J. A.; BUSOLI, A. C. Aspectos biológicos de *Cycloneda sanguinea* (Coleóptera: Coccinellidae) alimentadas com pulgões criados em algodão transgênico Bollgard. **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, v. 38, n. 1, p. 156-161, 2012.
- HILBECK, A.; BAUMGARTNER, M.; FRIED, P. M.; BIGLER, F. Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on mortality and development time of immature *Crysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 27, n. 2, p. 480-487, 1998. DOI: [10.1093/ee/27.2.480](https://doi.org/10.1093/ee/27.2.480).
- INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRI-BIOTECH APPLICATIONS. **Biotech information resources**: infographics. Ithaca, 2015. (ISAAA. Brief, n. 49). Disponível em: <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/49/infographic/default.asp>>. Acesso em: 24 fev. 2016.
- JAMES, C. **Situação global das lavouras GM comercializadas**: 2011. Ithaca: ISAAA, 2011. Disponível em: <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/43/executivesummary/default.html>>. Acesso em: 9 fev. 2013.
- 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. DOI: [10.1080/09670870151130499](https://doi.org/10.1080/09670870151130499).
- 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.
- MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; MARUCCI, R. C.; BOREGAS, K. G. B. **Avaliação da incidência de organismos alvo e não alvo em milho Bt (Cry1Ab) em condições de campo em Sete Lagoas-MG**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 128).
- OBRIST, L. B.; KLEIN, H.; DUTTON, A.; BIGLER, F. Assessing the effects of Bt maize on the predatory mite *Neoseiulus cucumeris*. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 38, p. 125-139, 2006. DOI: [10.1007/s10493-006-0008-0](https://doi.org/10.1007/s10493-006-0008-0).
- 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. DOI: [10.1590/S1519-566X2002000100014](https://doi.org/10.1590/S1519-566X2002000100014).
- 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: CNPq, 2003. p. 85-114.
- PONSARD, S.; GUTIERREZ, A. P.; MILLS, N. J. Effect of Bt-toxin (Cry1Ac) in transgenic cotton on the adult longevity of four heteropteran predators. **Environmental Entomology**, London, v. 31, n. 1, p. 101-108, 2002.

- tomology**, College Park, v. 31, n. 6, p. 1197-1205, 2002. DOI: [10.1603/0046-225X-31.6.1197](https://doi.org/10.1603/0046-225X-31.6.1197).
- ROVENSKÁ, G. Z.; ZEMEK, R.; SCHMIDT, J. E. U.; HILBECK, A. Altered host plant preference of *Tetranychus urticae* and prey preference of its predator *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) on transgenic Cry3Bb-eggplants. **Biological Control**, Orlando, v. 33, p. 293-300, 2005. DOI: [10.1016/j.biocontrol.2005.03.017](https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.03.017).
- TORRES, J. B.; RUBERSON, J. R. Interactions of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac toxin in genetically engineered cotton with predatory heteropterans. **Transgenic Research**, London, v. 17, p. 345-354, 2008. DOI: [10.1007/s11248-007-9109-8](https://doi.org/10.1007/s11248-007-9109-8).
- 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**, Midlothian, v. 8, n. 3, p. 191-202, 2006. DOI: [10.1111/j.1461-9563.2006.00298.x](https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2006.00298.x).
- ZHANG, G. F.; WAN, F. H.; MURPHY, S. T.; GOU, J. Y.; LIU, W. X. Reproductive biology of two nontarget insect species, *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) and *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae), on Bt and non-Bt cotton cultivars. **Environmental Entomology**, College Park, v. 37, n. 4, p. 1035-1042, 2008.
- ZHANG, G. F.; WAN, F. H.; LOVEI, G. L.; LIU, W. X.; GOU, J. Y. Transmission of Bt toxin to the predator *Propylaea japonica* (Coleoptera: Coccinellidae) through its aphid prey feeding on transgenic Bt cotton. *Environmental Entomology*, Pennsylvania, v. 35, n. 1, p. 143-150, 2006. DOI: [10.1603/0046-225X-35.1.143](https://doi.org/10.1603/0046-225X-35.1.143).
- ZWAHLEN, C.; NENTWIG, W.; BIGLER, F.; HILBECK, A. Tritrophic interactions of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn, *Anaphothrips obscurus* (Thysanoptera: Thripidae), and the predator *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthocoridae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 29, n. 4, p. 846-850, 2000. DOI: [10.1603/0046-225X-29.4.846](https://doi.org/10.1603/0046-225X-29.4.846).