

Avaliação de variáveis comportamentais como metodologia para estudo de organismos não alvo em milho Bt

185

Circular
Técnica

Sete Lagoas, MG

Dezembro, 2012

Simone Martins MendesEng. Agrônoma, D.Sc. em Entomologia, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, simone.mendes@embrapa.br**Daniela Chaves Resende**Pós-Doutoranda Embrapa Milho e Sorgo, dcreseende@ig.com.br**Natália Alves Leite**Doutoranda ESALQ/USP, alvesnat@gmail.com**Fabiola Santos de Oliveira**Doutoranda UFLA, faby_minduri@yahoo.com.br**Christiane Almeida Santos**Graduanda em Ciências Biológicas UNIFEMM, chris.as.p@hotmail.com**Tatiane Aparecida****Nascimento Barbosa**
Graduanda em Ciências Biológicas UNIFEMM, taty71@hotmail.com

Introdução

Entre os organismos geneticamente modificados (OGM), as plantas que expressam genes de resistência contra insetos-praga, principalmente as delta-endotoxinas da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner (*Bt*), estão entre as mais difundidas no agronegócio do Brasil e do planeta. As proteínas inseticidas *Bt* são consideradas muito vantajosas em função de sua elevada especificidade, que, além de aumentar sua eficiência para o controle da espécie de interesse, minimiza seus efeitos sobre espécies não alvo. No Brasil, a rápida adoção do milho expressando o gene *bt* (milho *Bt*), reflete os benefícios econômicos e as facilidades associadas ao manejo dessa cultura. Na safra agrícola de 2012/2013, estima-se que 76% da área plantada com milho sejam provenientes de sementes geneticamente modificadas (GALVÃO et al., 2012). No entanto, a imposição de moratórias em alguns países reflete o ceticismo e a preocupação pública sobre questões relativas à biossegurança ambiental das plantas transgênicas, incluindo potenciais impactos sobre organismos benéficos (O'CALLAGHAN et al., 2005).

Efeitos negativos do uso das proteínas *Bt* sobre espécies não alvo já foram detectados sobre espécies de diferentes guildas, incluindo detritívoros (JENSEN et al., 2010), predadores (DUTTON et al., 2002; MASON et al., 2008; SANTOS et al., 2010) e, mais frequentemente, herbívoros (LOSEY et al. 1999; FELKE et al., 2010) e parasitoides (PRÜTZ; DETTNER, 2004; PILCHER et al., 2005; VOJTECH et al., 2005).

Estudos sobre possíveis efeitos das plantas *Bt* sobre inimigos naturais são importantes, tanto pelo papel chave destas espécies nos agroecossistemas, fornecendo o serviço ecossistêmico de controle biológico de pragas quanto pela sua posição elevada nas cadeias tróficas, o que os torna bons indicadores de impactos ecológicos (GROOT; DICKE 2002). A exposição de inimigos naturais pode ocorrer tanto de forma direta, pela ingestão das toxinas *Bt* contidas em diferentes partes da planta geneticamente modificada (GM) (folhas, pólen), quanto indiretamente, por meio da utilização de presas, como herbívoros, detritívoros ou hospedeiros que se alimentaram de partes da planta contendo a proteína *Bt* (GROOT; DICKE, 2002; ROMEIS et al., 2008). Além disso, a redução da abundância de populações de presas e as alterações da qualidade dessas presas decorrentes da presença da proteína inseticida na planta *Bt* também podem causar impacto nas populações de predadores e parasitoides (LUNDGREN et al., 2009). Essas interações tritróficas precisam ser mais bem compreendidas sobretudo em ambientes de cultivos de lavouras *Bt*, pois existem muitos fatores que afetam a complexidade do ecossistema e questionamentos sobre o impacto do cultivo do milho *Bt* em larga escala, no que diz respeito aos aspectos comportamentais dos artrópodes (ZWAHLEN et al., 2000). A relação de espécies indicadoras para os estudos de possíveis impactos deve ser feita considerando-se peculiaridades regionais do cultivo e de acordo com o grau de exposição das espécies à proteína.

De modo geral, estudos mostram que ensaios de laboratório apresentam uma maior eficiência em detectar possíveis impactos inesperados sobre espécies não alvo em relação a estudos realizados em campo (DUAN et al., 2008). Além disso, também é possível perceber que esses trabalhos de laboratório têm explorado pouco as questões relacionadas ao comportamento dos indivíduos, apesar de alguns estudos (ROSE et al., 2007; GÓRECKA et al., 2008; SANTOS et al., 2010, 2011; TORRES et al., 2011; MENDES et al., 2012) já terem mostrado que este tipo de variável pode ser importante na detecção de impactos inesperados, o que algumas vezes pode ser difícil de ser constatado em estudos de campo de média ou ampla escala. Desta forma, é importante estabelecer protocolos para avaliar o efeito das proteínas *Bt* sobre o comportamento de espécies não alvo, sobretudo de espécies de inimigos naturais, nas quais os efeitos negativos ou inesperados podem ocorrer de forma indireta.

Assim, para avaliação de variáveis comportamentais de insetos predadores, como organismos não alvo em milho *Bt*, propõe-se a utilização de variáveis de não preferência, que podem ser medidas com auxílio de olfátômetros de arena e avaliação do tempo de busca, que podem detectar alterações na capacidade predatória de inimigos naturais, além de alterações nas teias tróficas com a utilização de milho *Bt*. Este trabalho objetivou avaliar variáveis comportamentais dos predadores selecionados como bioindicadores para estudos de análise de risco em milho (FRIZZAS, 2012) *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) (Figura 1), presente com grande frequência em lavouras de milho (SILVEIRA et al., 2003; FIGUEIREDO et al., 2006; BORTOLI; OLIVEIRA, 2006), e *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae) (Figura 2), um eficiente predador das principais espécies de praga na cultura do milho (CRUZ, 1995; CRUZ; OLIVEIRA, 1997; FIGUEIREDO et al., 2006).

Proposta metodológica para avaliação de variáveis comportamentais

Para avaliação de variáveis comportamentais utilizou-se um olfátômetro de arena avaliando a espécie *O. insidiosus* e o tempo de busca para *D. luteipes*.

Olfatômetros de arena

Foram construídos a partir de bandejas de plástico utilizadas no mercado para embalagens de tortas, de 33 cm de diâmetro e 15 cm de altura. A base



Foto: Simone M. Mendes

Figura 1. Ninfa do percevejo predador *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) predando lagarta de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Simone M. Mendes



Foto: Octavio Gabryel Araujo

Figura 2. Adulto fêmea de *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae) (tesourinha).

utilizada foi de cor branca e a tampa era transparente. Na base da bandeja, equidistantes, foram abertos seis orifícios com 2 cm de diâmetro, onde foram adaptados tubos plásticos de ensaio vazados e vedados numa das extremidades com tela fina de *nylon*, para expor os tratamentos aos insetos. No centro da tampa acrílica, foi aberto um orifício por onde se adaptou uma mangueira ligada a uma bomba de vácuo. Durante a condução do ensaio,

gerou-se um fluxo de ar ascendente, calibrado a uma pressão negativa de 0,04 Kgf/cm³. Como as únicas entradas eram os lados inferiores dos tubos de tratamentos, o ar passava pelos tubos gerando uma pluma com os voláteis dos tratamentos para atrair os insetos-teste (Figura 3).



Foto: Simone M. Mendes

Figura 3. Olfatômetros usados na avaliação da não preferência de *Orius insidiosus* e *Doru luteipes* para larvas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), alimentadas em milho Bt e não Bt.

Bioensaio

Para esse ensaio, foram utilizadas ninfas de 4^o e 5^o instar de *O. insidiosus*, que foram mantidas em inanição por 24 horas antes do teste. Para obtenção de lagartas que se alimentaram em milho Bt e não Bt, foram utilizados os híbridos DKB 390YG, AG 9010YG, P 30K75 YG, P 30K75YG e P 30F80 YG que expressam a proteína inseticida Cry1Ab e seus respectivos isogênicos não Bt. Essas larvas foram isoladas após recém-ecloídas e mantidas por dois dias se alimentando exclusivamente dos híbridos supracitados.

Foram utilizadas duas entradas de cada vez e em cada entrada foram colocadas dez lagartas obtidas com a metodologia supracitada, protegidas em chumaço de seções de folha de milho com cada material a ser testado (cada híbrido de milho Bt e seu isogênico não Bt). Foram liberados de cinco a sete predadores no centro do olfatômetro, deixando o mesmo com fluxo de ar constante por seis horas. O posicionamento dos predadores dentro do olfatômetro foi avaliado 15 vezes, para cada par de híbrido, sendo cada vez considerada uma repetição. A avaliação da porcentagem de predadores em cada entrada foi realizada 24 horas após a liberação. O delineamento foi inteiramente casualizado e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tempo de busca

Outra metodologia para avaliação do comportamento de predação que está sendo aqui proposta é o tempo de busca em presas que se alimentam de planta Bt. Muitas vezes, as presas que se alimentam do milho Bt apresentam redução de biomassa por causa da redução da ingestão de alimentos, podendo até mesmo não morrer (MENDES et al., 2011). Essas presas muitas vezes têm sua ação de reação ao ataque do predador modificadas, como observado em condições de laboratório. A alteração do comportamento da presa pode aumentar sua exposição ao predador, facilitando a predação.

O tempo de busca pode ser definido como sendo o tempo gasto pelo predador para capturar a presa, sendo um fator que interfere na eficiência e capacidade de busca dele. O tempo de busca e de manuseio do predador influencia o modelo da resposta funcional que auxilia na determinação da eficiência do agente de controle biológico (AUAD et al., 2002). Além disso, a alteração no comportamento da presa pode mostrar reflexos diretos nessa variável biológica; dessa forma, essa medida tem potencial para ser explorada em avaliações comportamentais de organismos não alvo em cultivos Bt.

Bioensaio

O tempo de busca de *D. luteipes* foi avaliado para ninfa de 1^o instar e para adultos, submetidos à alimentação baseada em lagartas de *S. frugiperda* que se alimentaram em milho Bt e não Bt.

As lagartas usadas nesse ensaio foram mantidas por dois dias alimentando-se por em milho convencional (híbrido 30F35) ou Bt (30F35YG, expressando as proteínas Cry1Ab, e 30F35Hx, expressando Cry1F), conforme o tratamento.

As ninfas de primeiro instar do predador foram individualizadas em placas de Petri de 5 cm de diâmetro e deixadas em inanição por 24 h, com apenas um chumaço de algodão umedecido com água destilada. A fonte de umidade auxilia na produção de saliva e síntese de enzimas, além de suprir a umidade exigida no metabolismo normal do organismo (COELHO et al., 2008). Para cada tratamento, dez lagartas de *S. frugiperda* foram confinadas em placas de Petri de 5 cm de diâmetro e uma tesourinha foi liberada no centro de cada placa. Cronometrou-se o tempo em que o predador ficou exposto à

presa até a sua captura (tempo de busca). O teste foi inteiramente casualizado com dez repetições.

Resultados encontrados para a metodologia de avaliação de variáveis comportamentais de predadores em milho Bt

Não preferência de *O. insidiosus* por lagartas de *S. frugiperda* alimentadas em milho Bt e não Bt

Verificou-se um maior percentual de *O. insidiosus* nos tratamentos com lagartas em folhas de milho Bt (Figura 4) do que nos tratamentos não Bt ($P=0,0007$). Levantamentos de campo realizados por Poza et al. (2005), na Espanha, corroboram com esse dado, onde os autores encontraram maior número de predadores do *Orius* spp. em lavouras Bt, comparadas com às não Bt.

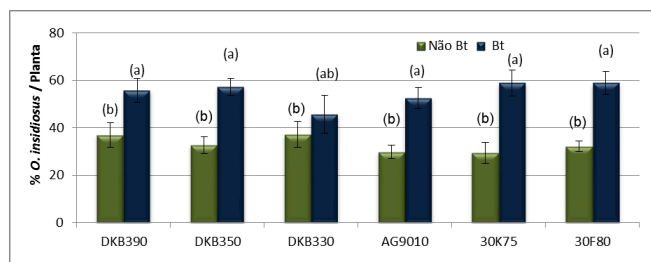


Figura 4. Percentual (%) (\pm EP) de *Orius insidiosus* em teste de olfátometro de arena, para a escolha de lagartas de *Spodoptera frugiperda* que se alimentaram de milho não Bt e milho Bt expressando a proteína Cry1Ab. As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Possivelmente, tal preferência tenha ocorrido pelo tamanho reduzido das lagartas que se alimentaram do milho Bt, em relação ao não Bt, o que facilitou a predação, indicando uma maior facilidade de predação nessas condições. Outro aspecto que deve ser observado é que lagartas de *S. frugiperda* são, naturalmente, muito agressivas e apresentam comportamento de defesa ao ataque do predador, e as lagartas que ingeriram o milho expressando a proteína Cry1Ab, por apresentarem seu desenvolvimento alterado (MENDES et al., 2011), podem ter sua reação de defesa contra o predador comprometida, o que facilitaria a predação.

Não preferência de ninfas de 1º instar de *Doru luteipes* (Figura 2) por larvas de *S. frugiperda* alimentadas em milho Bt e não Bt

Os resultados do experimento utilizando o olfátometro mostraram que as ninfas *D. luteipes* preferem o ambiente em que as larvas de *S. frugiperda* se

alimentaram de milho convencional (Figura 5), ao contrário do que foi observado para o percevejo *O. insidiosus*.

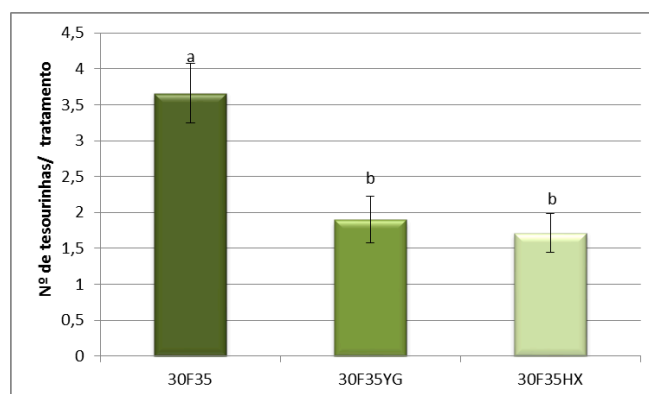


Figura 5. Número (\pm EP) de *Doru luteipes* em teste de olfátometro de arena, para escolha de lagartas de *Spodoptera frugiperda* que se alimentaram de milho não Bt ou milho Bt expressando as proteínas Cry1Ab (30F35YG) e Cry1F (30F35HX). As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tempo de busca de ninfas de 1º instar e adultos de *Doru luteipes* por lagartas de *S. frugiperda* alimentadas em milho Bt e não Bt

O tempo de busca de ninfas de primeiro instar variou com a alimentação oferecida à presa, sendo maior quando a presa foi mantida se alimentando de milho não Bt e menor para aquelas ninfas do predador que se alimentaram em presas mantidas em milho expressando Cry1Ab e Cry1F.

Para adultos de *D. luteipes*, não houve diferença entre o tempo de captura de presas que se alimentaram do milho não Bt e milho expressando Cry1Ab. No entanto, esse tempo foi menor quando comparado àqueles de captura de lagartas mantidas com milho expressando Cry1F (Figura 06). Esses resultados indicam que a alimentação com milho Bt torna a presa mais suscetível e fácil de ser capturada por essa espécie de predador, sobretudo no primeiro instar, idade em que o predador tem maior dificuldade de captura da presa.

Assim, estudos de variáveis comportamentais são importantes aspectos que precisam ser discutidos com relação ao grupo de organismos não alvo em sistemas de plantas geneticamente modificadas com gene *bt*. Essas variáveis ainda não têm sido observadas em muitos estudos dessa natureza, sobretudo em análise de risco e, como aqui observado, os efeitos indiretos vão além daqueles relacionados por Romeis et al. (2008). A alteração no padrão comportamental da presa pode modificar o

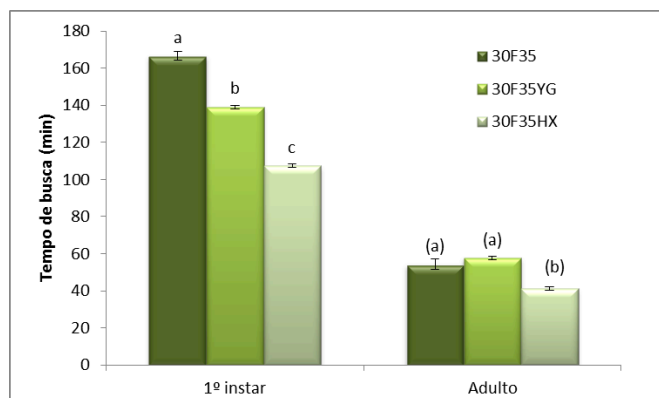


Figura 6. Tempo de busca (min) (\pm EP) de *Doru luteipes* a lagartas de *Spodoptera frugiperda* que se alimentaram de milho não Bt ou milho Bt expressando as proteínas Cry1Ab (30F35YG) e Cry1F (30F35HX). Médias seguidas da mesma letra pro estágio de desenvolvimento não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

comportamento de busca e de predação de predadores e essas interações devem ser discutidas com maior nível de especificidade, considerando hábitos alimentares, tipo de aparelho bucal, grupo de presas preferenciais, entre outros aspectos, uma vez que, na presença da proteína Bt, os predadores exibem comportamento diferenciado. Assim, esse tipo de informação e dados provenientes de estudos comportamentais mais específicos de organismos não alvo devem ser avaliados num processo de análise de risco. Adicionalmente, deve-se registrar que tanto os aparatos quanto os métodos aqui utilizados demonstraram ser efetivos para quantificar as variáveis propostas. Portanto, essa metodologia deve ser difundida e refinada para obtenção de dados cada vez mais confiáveis, visando suprir os modelos de análise de risco de OGM no meio ambiente.

Referências

- AUAD, A. M.; FREITAS, S.; BARBOSA, L. R. Tempo de busca e de manuseio de larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera, Chrysopidae) alimentadas com *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 535-538, 2002.
- BORTOLI, S. A.; OLIVEIRA, J. E. M. Densidade populacional e comportamento de predação de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) em agroecossistemas de algodoeiro e milho. **Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas**, Madrid, v. 32, n. 4, p. 465-471, 2006.
- COELHO, R. R.; ARAÚJO JÚNIOR, J. M.; TORRES, J. B. Comportamento de predação de *Podisus ni-grispinus* (dallas, 1851) (Hemiptera: pentatomidae) em função da disponibilidade de alimento. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, p. 463-470, 2008.
- CRUZ, I. Manejo integrado do milho com ênfase para o controle biológico. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE CONTRÔLE BIOLÓGICO DE PRAGAS, 4., 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: SEB: Instituto Biológico, 1995.
- CRUZ, I.; OLIVEIRA, A. Flutuação populacional do predador *Doru luteipes* Scudder em plantas de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 363-368, 1997.
- DUAN, J. J.; LUNDGREN, J. G.; NARANJO, S.; MARVIER, M. Assessing the risk to nontarget organisms from Bt corn resistant to corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae): Tier-I testing with *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 37, n. 3, p. 838-844, 2008.
- DUTTON, A.; KLEIN, H.; ROMEIS, J.; BIGLER, F. Uptake of Bt-toxin by herbivores feeding on transgenic maize and consequences for the predator *Chrysoperla carnea*. **Ecological Entomology**, Oxford, v. 27, p. 441-447, 2002.
- FELKE, M.; LANGENBRUCH, G. A.; FEIERTAG, S.; KASSA, A. Effect of Bt-176 maize pollen on first instar larvae of the Peacock butterfly (*Inachis io*) (Lepidoptera; Nymphalidae). **Environmental Biosafety Research**, v. 9, p. 5-12, 2010.
- FIGUEIREDO, M. L.; MARTINS-DIAS, A. M. P.; CRUZ, I. Relação entre a lagarta do cartucho e seus agentes de controle biológico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1693-1698, 2006.
- FRIZZAS, M. R. Efeito do milho geneticamente modificado Mon810 sobre a comunidade de insetos. 2003. 206 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- FRIZZAS, M. R. Grupo: Organismos não alvo: artrópodes benéficos. In: WORKSHOP DE MILHO TRANSGÊNICO, 1., 2012, Sete Lagoas. **Palestras...** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. p.

112-117. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 136).

GALVÃO, A.; ATTIE, J.; MENENZES, L.; CUNHA, J.; BISINOTTO, F. **Relatório de biotecnologia**: dezembro 2012. Uberlândia: Céleres, 2012.

GROOT, A. T.; DICKE, M. Insect-resistant transgenic plants in a multi-trophic context. **The Plant Journal**, Oxford, v. 31, p. 387-406, 2002.

GÓRECKA, J.; GODZINA, M.; DABROWSKI, Z. T. Effect of *Bt* maize Mon 810 expressing Cry1Ab toxin on *Aphidius colemani* in tritrophic plant - herbivore - parasitoid system. **Journal of Plant Protection Research**, v. 48, p. 129-136, 2008.

JENSEN, P. D.; DIVELY, G. P.; SWAN, C. M.; LAMP, W. O. Exposure and non target effects of transgenic *Bt* corn debris in streams. **Environmental Entomology**, College Park, v. 39, p. 707-714, 2010.

LOSEY, J. E.; RAYOR, L. S.; CARTER, M. E. Transgenic pollen harms monarch larvae. **Nature**, London, v. 399, p. 214, 1999.

LUNDGREN, J. G.; GASSMANN, A. J.; BERNAL, J.; DUAN, J. J.; RUBERSON, J. Ecological compatibility of GM crops and biological control. **Crop Protection**, Surrey, v. 28, p. 1017-1030, 2009.

MASON, C. E.; SHELDON, J. K.; PESEK, J.; BACON, H.; GALLUSSER, R.; RADKE, G.; SLABAUGH, B. Assessment of *Chrysoperla plorabunda* longevity, fecundity, and egg viability when adults are fed transgenic *Bt* Corn pollen. **Journal of Agricultural and Urban Entomology**, Clemson, v. 25, p. 265-278, 2008.

MENDES, S. M.; BOREGAS, K. G. B.; LOPES, M. E.; WAQUIL, M. S.; WAQUIL, J. M. Respostas da lagarta-do-cartucho ao milho geneticamente modificado, expressando a toxina Cry1A(b). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 3, p. 239-244, 2011.

MENDES, S. M.; BOREGAS, 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, p. 753-761, 2012.

O'CALLAGHAN, M.; GLARE, T. R.; BURGESS, E. P. J.; MALONE, L. A. Effects of plants genetically modified for insect resistance on nontarget organisms. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 50, p. 271-292, 2005.

POZA, M.; PONS, X.; FARINOS, G. P.; LOPEZ, C.; ORTEGO, F.; EIZAGUIRRE, M.; CASTANERA, P.; ALBAJES, R. Impact of farm-scale *Bt* maize on abundance of predatory arthropods in Spain. **Crop Protection**, Surrey, v. 24, n. 7, p. 677-684, 2005.

PILCHER, C. D.; RICE, M. E.; OBRYCKI, J. J. Impact of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn and crop phenology on five nontarget arthropods. **Environmental Entomology**, College Park, v. 34, p. 1302-1316, 2005.

PRÜTZ, G.; DETTNER, K. Effect of *Bt* corn leaf suspension on food consumption by *Chilo partellus* and life history parameters of its parasitoid *Cotesia flavipes* under laboratory conditions. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 111, p. 179-187, 2004.

ROMEIS, J.; BARTSCH, D.; BIGLER, F.; CANDOLFI, M. P.; GIELKENS, M.; HARTLEY, S. E.; HELLMICH, R.; HUESING, J. E.; JEPSON, C.; LAYTON, R.; QUEMADA, H.; RAYBOULD, A.; ROSE, R. I.; SCHIEMANN, J.; SEARS, M. K.; SHELTON, A. M.; SWEET, J.; VAITUZIS, Z.; WOLT, J. D. Nontarget arthropod risk assessment of insect-resistant GM crops. **Nature Biotechnology**, New York, v. 26, p. 203-208, 2008.

ROSE, R.; DIVELY, G. P.; PETTIS, J. Effects of *Bt* corn pollen on honey bees: emphasis on protocol development. **Apidologie**, Versailles, v. 38, p. 1-11, 2007.

SANTOS, F. A.; MORAES, J. C.; CARVALHO, T. M. F.; MENDES, S. M.; CONCEIÇÃO, R. R. P.; ARAÚJO, O. G.; BOREGAS, K. G. B. Efeito do milho *Bt* expressando a toxina Cry 1 A(b) sobre a biologia de *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. Po-

tencialidades, desafios e sustentabilidade: resumos expandidos... Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.

SANTOS, F. A.; MENDES, S. M.; ARAÚJO, O. G.; CARVALHO, T. F.; MORAES, J. C. Resposta funcional de *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae) sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com milho *Bt* e não *Bt*. In: SIMPOSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 12., 2011, São Paulo.

Mudanças climáticas e sustentabilidade: quebra de paradigmas: anais. São Paulo: Sociedade Entomológica do Brasil, 2011. 1 CD-ROM.

SILVEIRA, L. C. P.; BUENO, V. H. P.; PIERRE, L. S. R.; MENDES, S. M. Plantas cultivadas e invasoras como habitat para predadores do gênero *Orius* (Wolff) (Heteroptera: Anthocoridae). **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 261-265, 2003.

TORRES, A. A. G.; BOREGAS, K. G. B.; SOUZA, C. S. F.; MOURÃO, H. C. M.; BARROS, E. C.; SILVA, R. B.; RODRIGUES, T. B.; SILVA, C. G. M.; MENDONÇA, R. S.; VALICENTE, F. H. Parasitismo de larvas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantio de milho (*Zea mays* L.) transgênico. In: SIMPOSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 12., 2011, São Paulo. **Mudanças climáticas e**

sustentabilidade: quebra de paradigmas: anais. São Paulo: Sociedade Entomológica do Brasil, 2011. 1 CD-ROM.

VAN DEN BERG, J.; VAN WYK, A. The effect of *Bt* maize on *Sesamia calamistis* in South Africa. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 122, p. 45-51, 2007.

VAN WYK, A.; VAN DEN BERG, J.; VAN HAMBURG, H. Selection of non-target Lepidoptera species for ecological risk assessment of *Bt* maize in South Africa. **African Entomology**, Pretoria, v. 15, p. 356-366, 2007.

VOJTECH, E.; MEISSLE, M.; POPPY, G. M. Effects of *Bt* maize on the herbivore *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) and the parasitoid *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae). **Transgenic Research**, v. 14, p. 144, 2005.

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

Circular Técnica, 185

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Milho e Sorgo
Endereço: Rod. MG 424 km 45 Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027 1100
Fax: (31) 3027 1188
E-mail: sac@cnpmis.embrapa.br
1ª edição
1ª impressão (2012): on line

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Comitê de publicações

Presidente: Antônio Carlos de Oliveira
Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau
Membros: Flávio Dessaune Tardin, Eliane Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana, João Hebert Moreira Viana, Guilherme Ferreira Viana e Rosângela Lacerda de Castro

Expediente

Revisão de texto: Antonio Cláudio da Silva Barros
Normalização Bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro
Tratamento das ilustrações: Alexandre Esteves
Edição eletrônica: Alexandre Esteves