



EFEITO DA INTERAÇÃO ENTRE GENÓTIPO DE MILHO E EVENTO GENETICAMENTE MODIFICADO CONTENDO A TOXINA Cry 1 A(B) NAS VARIÁVEIS BIOLÓGICAS DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Simone Martins Mendes¹; Katia Gisele Brasil Boregas ²; Talita Costa Fermino³;
Marcos Evangelista Lopes⁴; Mateus Waquil⁵; Mariana Carneiro Alves Costa³;
Rosângela Cristina Marucci⁶, José Magid Waquil¹

1. INTRODUÇÃO

A sustentação de patamares cada vez mais competitivos do agronegócio no país impõe aos agricultores a adoção de pacotes tecnológicos e novos insumos cada vez mais eficazes. O advento do milho geneticamente modificado com gene *bt* trouxe nova alternativa para o manejo integrado de lepidópteros-praga na cultura do milho.

Plantas geneticamente modificadas (GM) desenvolvidas para resistir a insetos praga podem potencialmente produzir impactos positivos ao ambiente devido à redução de uso de inseticidas químicos na cultura com os consequentes benefícios associados. Esses benefícios incluem, entre outros, a redução de poluição por resíduos tóxicos no ambiente (solo, água e alimentos ou matéria-prima), segurança

¹Pesquisadores Embrapa Milho e Sorgo – Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, C. postal 151, 35.701-970 Sete Lagoas, MG; (31) 3027 1136 simone@cnpms.embrapa.br,

²Doutoranda UFMG,

³Acadêmica Eng. Ambiental (UNIFEMM),

⁴Acadêmico Agronomia (FEAD),

⁵Acadêmico Agronomia (UFV),

⁶Professora UNIFEMM

do trabalhador e possível aumento no controle biológico natural. Por outro lado, impactos negativos potenciais, como a redução de espécies benéficas e o aumento de pragas não-alvo podem ocorrer devido ao plantio em larga escala desse tipo de plantas (Capalbo e Fontes, 2004).

Deve-se considerar fatores como a especificidade das toxinas expressas pelos genes *bt_s* (proteínas *cry*) às diferentes espécies-praga, pois, a resposta em cada espécie de lepidóptero é diferente. Waquil et al (2002) a eficiência de nove híbridos de milho GM expressando as toxinas Cry 1A(b), Cry 1A(c), Cry 9C, Cry 1F; encontrando diferentes níveis de resistência à *S. frugiperda* nos híbridos expressando essas toxinas, sendo o Cry 1F altamente resistente, Cry 1A(b) resistente, Cry 1A(c) moderadamente resistente e Cry 9C suscetível. A primeira safra de milho *Bt* no país, safra de 2008/2009, contou com cultivares comerciais transformados com o evento MON810 que expressa a toxina Cry 1A(b). Fernandes et al (2003) verificaram, para uma cultivar comercial expressando a toxina Cry 1A(b) em condições de campo, níveis diferentes de infestação de *S. frugiperda*, variando com o estágio fenológico da cultura, época do ano e localização geográfica do cultivo. Observa-se assim, que a eficácia e expressão da resistência na planta são complexas e podem ser influenciadas, tanto por fatores bióticos como abióticos.

Contudo, para sustentar a complexidade da definição de estratégias de segurança ambiental e Manejo de resistência de insetos (MRI), torna-se necessário a realização de estudos de acompanhamento pós-liberação das variedades GM. Assim o objetivo do presente estudo foi avaliar as variáveis biológicas de desenvolvimento e sobrevivência e preferência alimentar da lagarta-do-cartucho do milho (LCM) em seis híbridos de milho *Bt* (Cry 1 A(b)) e seus respectivos isogênicos não-*Bt* em laboratório.

2.METODOLOGIA

As LCM foram obtidas da criação de manutenção do Laboratório de Ecotoxicologia e Manejo de Insetos (LEMI). Utilizaram-se lagartas recém-eclodidas e individualizadas em copos plásticos, de acordo com metodologia utilizada por Sá et al (2009). As larvas foram mantidas se alimentando com folhas de milho-*Bt* e não-*Bt*, de acordo com o tratamento até a fase de pupa (Tabela 1). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 50 repetições por tratamento.

As variáveis avaliadas foram: a) sobrevivência de larvas após 48 horas, durante a fase larval e pré-imaginal; b) a biomassa das larvas aos 14 dias de idade; c) período de desenvolvimento larval; d) a biomassa de pupas; e) viabilidade das fases larval e pupal. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 50 repetições por tratamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sobrevivência - A sobrevivência de larvas 48 horas após a eclosão, mantidas se alimentado de milho *Bt*, foi sempre menor que a encontrada nos respectivos isogênicos não-*Bt*, exceto para o híbrido 1, onde não se verificou diferença para essa variável (Figura 1 A). O mesmo foi observado para a sobrevivência do período larval como um todo, exceto para o híbrido 6 que não apresentou diferença (Figura 1B). No entanto, em toda fase pré-imaginal (incluindo a fase de pupa), verifica-se que a sobrevivência, em todos os híbridos *Bt*'s foi inferior em relação aos híbridos isogênicos (Figura 1 C), evidenciando a eficiência da tecnologia na redução da sobrevivência da LCM. É importante observar que a mortalidade das larvas não ocorre completamente nas primeiras 48 horas após a ingestão da toxina na planta, essa é distribuída durante todo período de desenvolvimento do inseto, sendo limitante na fase de pupa. Dessa forma, muitas larvas que conseguiram atingir a fase de pupa e chegam à fase adulta.

Outro aspecto importante observado, foi diferença na sobrevivência das larvas alimentadas com diferentes híbridos. Assim, híbridos contendo a mesma toxina *Bt*, apresentaram resultados diferenciados em relação à sobrevivência é da fase jovem (Figura 1). Segundo Dutton et al (2003) esse fato é comum quando as plantas expressam eventos diferentes contendo a mesma toxina. Isso acontece porque os promotores usados nos eventos comerciais são diferentes. Esses autores comentam que a expressão de toxinas *Bt* em nível celular é freqüentemente desconhecida em variedades comercialmente disponíveis. Waquil et al. (2002) também encontraram diferenças na sobrevivência de LCM, em trabalhos realizados nos EUA, indicando a existência de interação entre evento *Bt* e o genótipo no qual esse foi inserido. Nesse caso os autores também não se referiram aos fatores que levaram a essa interação.

Biomassa - A avaliação da biomassa de larvas aos 14 dias após a eclosão, apresentou diferença significativa entre os tratamentos de milho *Bt* e não *Bt* (Figura 2 A). Além disso, observou-se também que mesmo para aqueles híbridos que apresentaram maior sobrevivência, a biomassa média das larvas alimentadas com milho *Bt*, foi extremamente reduzida em relação a não *Bt* (Figuras 1 e 2). Assim, verifica-se que além da menor sobrevivência larval, os insetos sobreviventes apresentam menor acúmulo de biomassa quando alimentados no milho *Bt*, reduzindo sua competitividade no ambiente, o que pode comprometer o desempenho dessa população de insetos. A menor diferença na biomassa entre *Bt* e não *Bt* foi encontrada para o híbrido 6, sendo a lagarta não *Bt* cerca de 3 vezes maior que a *Bt* e a maior diferença foi encontrada para o híbrido 5, onde a diferença entre a Biomassa de LCM não *Bt* em relação à *Bt* chegou a 23 vezes. Nessas condições, espera-se, além de um menor dano na planta, uma maior suscetibilidade da presa (LCM) ao ataque de inimigos naturais.

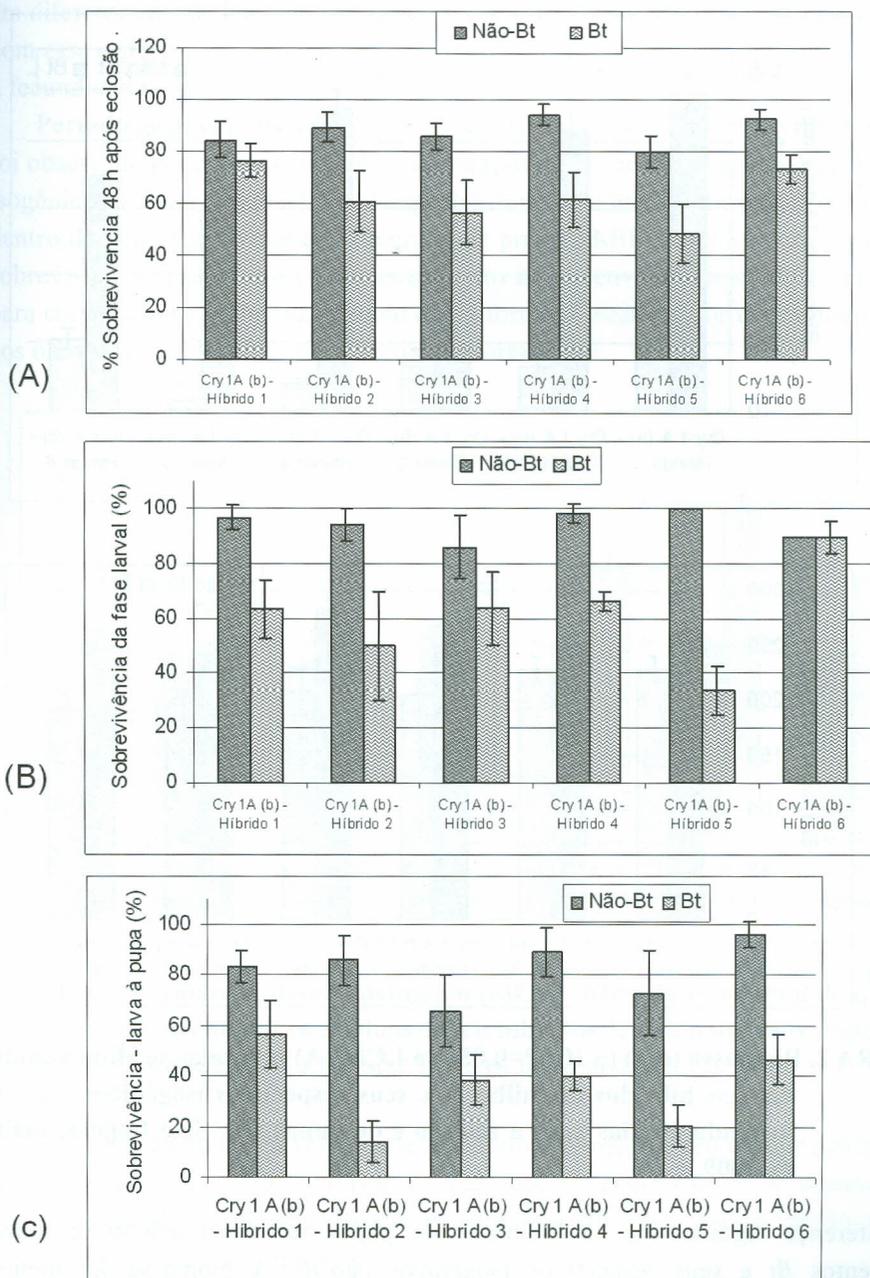


FIGURA 1. Média do percentual de sobrevivência (\pm IC, $P=0,05$) de LCM, 48 horas após eclosão (A), fase larval (B) e da fase pre-imaginal (C), alimentando-se em seis híbridos de milho-Bt e seus respectivos isogênicos não-Bt. Sete Lagoas, maio de 2009

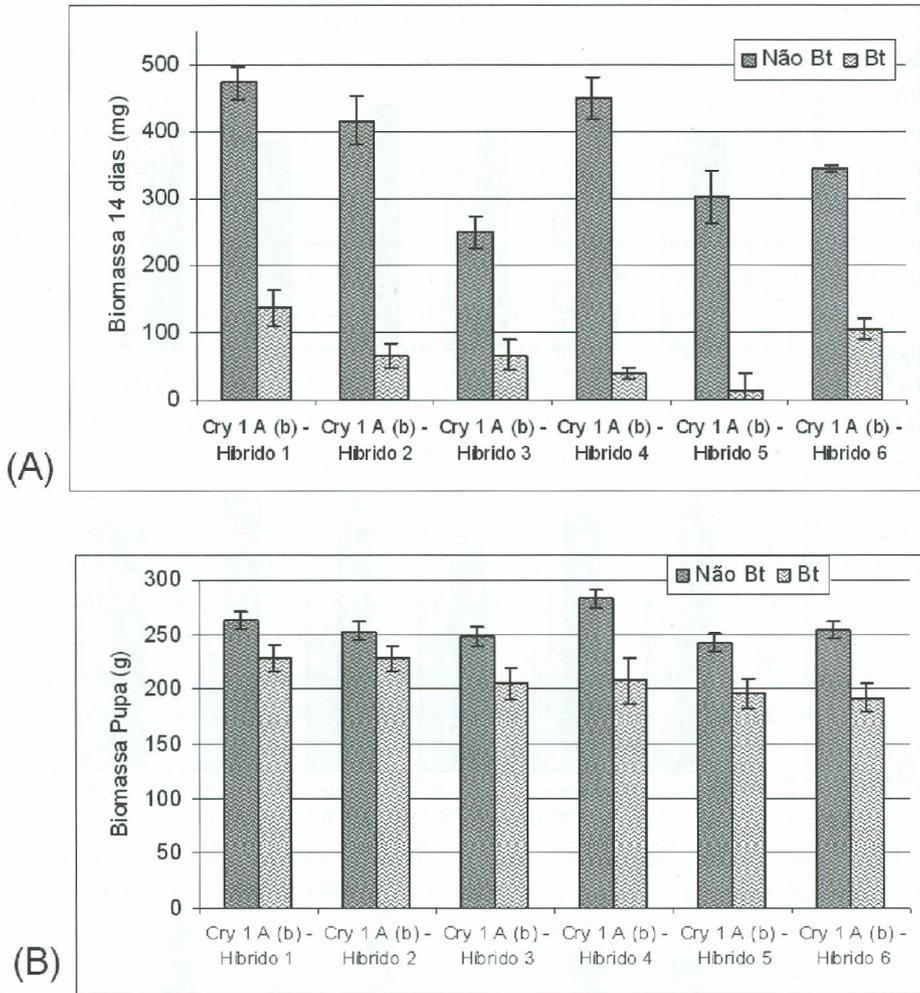


FIGURA 2. Biomassa (mg) (\pm IC, $P=0,05$) da LCM (A) mantidas se alimentando em seis híbridos de milho *Bt* e seus respectivos isogênicos não-*Bt*, avaliada 14 dias após a eclosão e de pupas (B). Sete Lagoas, maio de 2009.

Diferença significativa na biomassa de pupas foi observada entre todos tratamentos *Bt* e seus respectivos isogênicos não-*Bt*. A biomassa foi menor para os insetos desenvolvidos nos milho *Bt* (Figura 2 B). Esse fato também foi observado por Sá et al (2008), onde, em hospedeiros menos adequados para o desenvolvimento da LCM, as pupas apresentaram menor biomassa. Nesse trabalho, a variável biomassa de pupas foi usada para avaliar a resposta da LCM alimentada

em diferentes hospedeiros, pois, de acordo com Pencoe e Martin (1982) em estudos com essa espécie existe uma correlação direta entre a biomassa de pupas da LCM e a fecundidade dos indivíduos.

Período de desenvolvimento - O aumento do período de desenvolvimento larval foi observado em consequência da alimentação no milho *Bt*, quando comparado ao isogênicos não *Bt* (Figura 3). Esses aspectos devem ser analisados como ferramentas dentro do contexto do manejo integrado de pragas (MIP), uma vez que os insetos sobreviventes apresentam comprometimento no desenvolvimento, demoram mais para completar a fase larval, estando dessa forma, suscetível por um período maior aos outros fatores bióticos e abióticos de mortalidade.

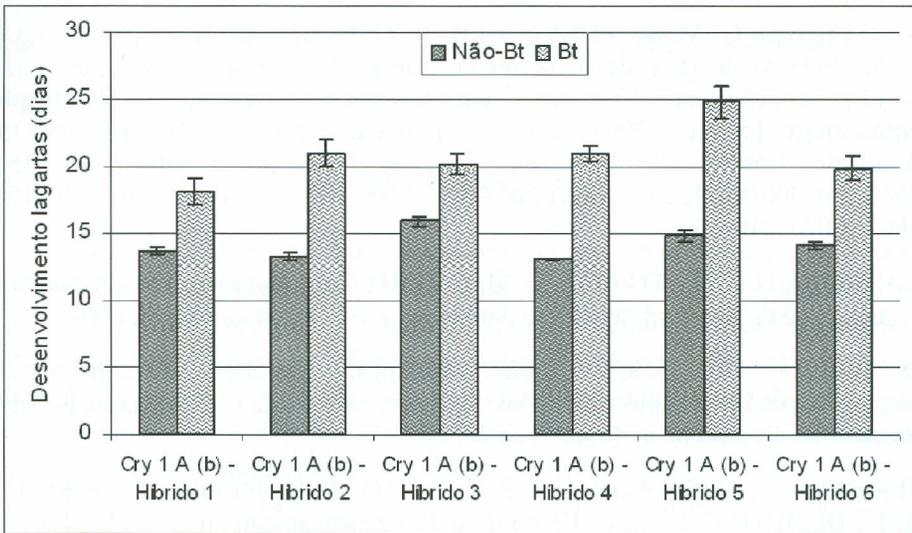


FIGURA 3. Período de Desenvolvimento (\pm IC, $P=0,05$) da fase larval de quando alimentadas com folhas de seis híbridos de milho *Bt* e seus respectivos isogênicos não-*Bt*, Sete Lagoas, maio de 2009

A menor diferença na velocidade de desenvolvimento entre híbridos *Bt*'s e não *Bt*'s foi encontrada para o híbrido 3, que onde a versão não *Bt* se desenvolveu 20% mais rápido que a versão *Bt* e a maior para o híbrido 5, onde a versão não *Bt* desenvolveu 40% mais rapidamente que a *Bt*.

4. CONCLUSÕES

Tais resultados demonstram a interação que ocorre entre genótipo e evento GM.

Assim, como pode haver variação no nível de resistência encontrado, quando se utiliza o mesmo evento *Bt*, é importante que o produtor esteja atento para esse fato na época da escolha do híbrido e evitar de utilizar o mesmo híbrido em toda área plantada.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa Milho e Sorgo e ao Laboratorista Eustáquio Francisco S. de Oliveira pela estimada colaboração na execução do trabalho.

6. REFERÊNCIAS

SA, Veríssimo G. M. de; FONSECA, B. V. C.; BOREGAS, K. G. B.; WAQUIL, J. M. Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Neotropical entomology** [online]. 2009, vol.38, n.1 [cited 2009-10-08], pp. 108-115 . Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2009000100012&lng=en&nrm=iso>. ISSN . doi: 10.1590/S1519-566X2009000100012.

CAPALBO, D. M. F.; FONTES, E. M. G. **GMO Guidelines project – Algodão *Bt***, Jaguariúna:SP, 56p (Embrapa Meio Ambiente, série Documentos, 38), 2004

DUTTON, A. J.; ROMEIS, E. F. Bigler. Assessing the risks of insect resistat transgeniv platnas on entomophagous arthropods: *Bt*-maize expressing Cry1Ab as a case study. **Biocontrol**, Dordrecht, v. 48, p. 611-636, 2003.

FERNANDES, O. D.; PARRA, J. R. P.; NETO, A. F.; PÍCOLI, R.; BORGATO, A. F.; DEMÉTRIO, C. G. B. Efeito do milho geneticamente modificado MON 810 sobre a lagarta-do- cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 2, p. 25-35, 2003.

PENCOE, N. L.; MARTIN, P.B. Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larval development adult fecundity on five grass hosts. **Entomological Society of America**,(Texas) vol.11, n.3, p. 720-723, 1982.

WAQUIL, J. M.; VILELLA, F. M. F.; FOSTER, J. E. Resistência de milho (*Zea mays* L.) transgênico à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 3, p. 1-11, 2002.