

SUSCETIBILIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO BT A *Sitotroga cerealella* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) E PERDA DE PESO CAUSADA PELA INFESTAÇÃO

Data de aceite: 21/09/2020

Data de submissão: 14/07/2020

Marco Aurélio Guerra Pimentel

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas – MG
<https://orcid.org/0000-0001-9690-8790>
<http://lattes.cnpq.br/6164453950109818>

Simone Martins Mendes

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas – MG
<https://orcid.org/0000-0002-9773-9017>
<http://lattes.cnpq.br/4757528681464533>

Fernando Hercos Valicente

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas – MG
<https://orcid.org/0000-0002-4078-807X>
<http://lattes.cnpq.br/6182438343661452>

Ivan Cruz

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas – MG
<https://orcid.org/0000-0003-4505-323X>
<http://lattes.cnpq.br/4130376144096826>

Ivênio Rubens de Oliveira

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas – MG
<https://orcid.org/0000-0003-3119-2896>
<http://lattes.cnpq.br/2616236037450207>

investigações sobre seus efeitos potenciais sobre insetos-praga de grãos armazenados, especialmente os da Ordem Lepidoptera, informação inédita em condições tropicais. O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) e a perda de peso em grãos de milho Bt. Os bioensaios foram realizados utilizando-se grãos colhidos de sete híbridos de milho com distintos eventos Bt: DKB 390 YG (evento MON 810), Formula TL (evento Bt11), 2B587 HX (evento TC1507), DKB 390 VT PRO (evento MON89034), DKB390 PRO2 (evento MON5), Impacto Viptera (evento MIR 162) e Maximus TL (evento Bt11). Nos tratamentos testemunha foram utilizados as isolinhas não transgênicas de cada evento. Os grãos foram acondicionados em frascos de vidro (1,7 L), com cerca de 1000 g de grãos (13% de umidade). Os frascos foram infestados com 20 insetos adultos, não-sexados, e armazenados em condição ambiente. Após 70 dias de armazenamento, os frascos foram avaliados, contando-se o número total de insetos vivos e mortos. Após análise dos dados não observou-se diferença estatisticamente significativa no desenvolvimento de *S. cerealella* e na massa específica aparente entre os híbridos de milho Bt. O percentual de perda máximo atingiu até 17,0% ao final de 70 dias de armazenamento.

PALAVRAS-CHAVE: Armazenamento de grãos, milho transgênico, traça dos cereais, pragas de grãos armazenados, massa específica.

RESUMO: Os híbridos de milho Bt disponíveis no mercado podem expressar certos níveis de proteína Cry nos grãos, o que demanda

SUSCEPTIBILITY OF BT MAIZE HYBRIDS TO *Sitotroga cerealella* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) AND WEIGHT LOSS CAUSED BY INFESTATION

ABSTRACT: The commercially available Bt maize hybrids may express certain levels of Cry protein in the grains, which requires investigation of their potential effects on stored grain pest insects, especially those of the Order Lepidoptera, unprecedented information in tropical conditions. The objective of the work was to evaluate the development of *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) and the weight loss in Bt maize grains. The bioassays were performed using grains harvested from seven corn hybrids with different Bt events: DKB 390 YG (event MON 810), Formula TL (event Bt11), 2B587 HX (event TC1507), DKB 390 VT PRO (event MON89034), DKB390 PRO2 (event MON5), Impacto Viptera (event MIR 162) and Maximus TL (event Bt11). In the control treatments, non-GM isolines from each event were used. The grains were placed in glass jars (1.7 L), with about 1000 g of grains (13% humidity). The flasks were infested with 20 adult, non-sexed insects, and stored in ambient conditions. After 70 days of storage, the flasks were evaluated, counting the total number of live and dead insects. After analyzing the data, there was no statistically significant difference in the development of *S. cerealella* and in the apparent specific mass between Bt corn hybrids. The percentage of maximum loss reached up to 17.0% at the end of 70 days of storage.

KEYWORDS: Grain storage, transgenic maize, Angoumois grain moth, stored grain pests, specific mass.

1 | INTRODUÇÃO

A modificação do cenário agrícola, a partir da última década, com a adoção de cultivares de milho Bt, resistente ao ataque da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), aliado à adoção de novas tecnologias, redução de uso e aplicações de inseticidas para controle desta espécie e mudanças no clima, podem ser apontadas como causas do aumento e/ou incremento na diversidade de espécies que atacam os cultivos agrícolas. A introdução da tecnologia dos transgênicos, através da liberação comercial e o plantio de milho Bt pode, sem dúvida, contribuir para uma mudança ainda maior na redistribuição da importância econômica das espécies pragas no milho. Estudos de impacto sobre organismos considerados não-alvo, especialmente Lepidópteros, são escassos em regiões tropicais, visando, especialmente, pragas de grãos armazenados, que estão presentes no ambiente agrícola e expostos ao milho Bt.

Os híbridos de milho Bt disponíveis no mercado podem expressar níveis variáveis de proteína Cry nos grãos, o que demanda investigações sobre seus efeitos potenciais sobre insetos pragas de grãos armazenados, especialmente os da Ordem Lepidoptera (KOZIEL et al., 1993, ARMSTRONG et al., 1995, LYNCH et al., 1999).

Além disso, alternativas aos inseticidas são necessários para o Manejo Integrado de Pragas (MIP) de grãos armazenados, para uso na indústria de alimentos, em moinhos e na proteção de grãos destinados a produção de ração para suínos e aves (LORINI; FERREIRA FILHO, 2007). Nesse contexto, novas táticas de controle de Lepidópteros pragas de grãos armazenados, seguras para o ambiente e para os organismos não-alvo e que minimizem o desenvolvimento de populações de insetos resistentes aos inseticidas convencionais necessitam estudo e avaliação em campo. Dentre estas alternativas, o efeito do milho Bt no desenvolvimento dos insetos vem de encontro com o atual cenário agrícola e pode ser uma ferramenta acessória ao MIP de grãos armazenados. O objetivo do trabalho foi avaliar a suscetibilidade de híbridos de milho Bt ao desenvolvimento de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) e a perda de peso nos grãos causada pela infestação.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A suscetibilidade dos híbridos de milho Bt foram determinados avaliando-se o desenvolvimento populacional de *Sitotroga cerealella* e os danos causados, mensurados via perda de peso, foram determinados a partir de bioensaios utilizando-se grãos recém colhidos (aproximadamente 13% de conteúdo de água) de sete híbridos de milho com distintos eventos Bt: DKB 390 YG (evento MON 810), Formula TL (evento Bt11), 2B587 HX (evento TC1507), DKB 390 VT PRO (evento MON89034), DKB390 PRO2 (evento MON5), Impacto Viptera (evento MIR 162) e Maximus TL (evento Bt11). Nos tratamentos testemunha foram utilizados as isolinhas não transgênicas de cada evento. Os grãos colhidos de área experimental da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas/MG, na safra 2013/2014, foram caracterizados inicialmente quanto ao conteúdo de água (teor de umidade) e massa específica aparente. Os grãos foram acondicionados em frascos de vidro (1,7 L), com cerca de 1000 g de grãos (em torno de 13% de umidade). Os frascos foram infestados com 20 insetos adultos, não-sexuados, e armazenados em condição ambiente, em três repetições. Após 70 dias de armazenamento, os frascos foram avaliados, contando-se o número total de insetos vivos e mortos.

A massa específica aparente foi determinada a partir da amostra coletada inicialmente (1000 g), acondicionada em embalagem impermeável, utilizando-se um kit para determinação do peso volumétrico (marca Gehaka) com capacidade de um litro de grãos. A análise foi realizada em duas repetições e os resultados foram expressos em kg m^{-3} , conforme recomendações das regras para análise de sementes (BRASIL, 2009). Em seguida foi determinado o conteúdo de água dos grãos em cada coleta (antes e após o bioensaio), logo após a recepção das amostras de trabalho no laboratório seguindo as recomendações da ASAE, método S352.2 (ASAE, 2000), em

duas repetições. Além destas análises foi calculado o percentual de perda de massa específica aparente considerando-se a relação entre a massa específica aparente inicial, antes da infestação com os insetos (tempo zero) e ao final dos 70 dias de armazenamento, para os sete eventos estudados e suas isolinhas, corrigidas para 13% de umidade.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições, para número de insetos vivos, e duas repetições para massa específica e conteúdo de água dos grãos. Os dados de número total de insetos vivos e de massa específica aparente (kg m^{-3}) foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento de *Sitotroga cerealella* nos diferentes híbridos de milho Bt não diferiu significativamente em relação às isolinhas não transgênicas dos mesmos materiais ($F_{11,47}=0,99$; $P < 0,4754$). As médias de insetos adultos vivos de *Sitotroga cerealella* não foi estatisticamente diferente em híbridos transgênicos ou não transgênicos (Figura 1). O híbrido 2B587 HX apresentou o maior desenvolvimento dos insetos adultos, enquanto o híbrido Impacto Viptera apresentou o menor número de insetos adultos vivos. Os híbridos Formula TL, DKB 390 VT PRO, DKB 390 PRO 2, Impacto Viptera e Maximus TL apresentaram menor número de insetos adultos vivos em relação às isolinhas não transgênicas destes híbridos (Figura 1). Na Figura 1 observa-se ainda que os híbridos que apresentaram maior número de insetos vivos, nas isolinhas não-transgênicas, foram os híbridos Formula TL, Impacto Viptera e DKB 390 VT PRO, respectivamente.

A massa específica aparente não variou significativamente entre os híbridos transgênicos e suas respectivas isolinhas não transgênicas ($F_{11,47}=0,56$; $P < 0,6781$) (Figura 2). A massa específica aparente inicial (antes da infestação com os insetos) variou de 727,8 a 809,2 kg m^{-3} , enquanto a massa específica aparente final (após 70 dias da infestação inicial), variou de 638,2 a 765,6 kg m^{-3} (Figura 2). A perda de peso referente a diferença entre a massa específica aparente inicial e final variou de 3,1 a 17,0% (Figura 2).

Estudos nos Estados Unidos apontam redução do desenvolvimento populacional de Lepidópteros praga de grãos armazenados em grãos de milho Bt em laboratório, em relação aos isogênicos não-transgênicos, acendendo a oportunidade de que o milho Bt poderia ser aplicado como uma estratégia dentro do Manejo Integrado de Pragas (MIP) de grãos armazenados (SEDLACEK et al., 2001). No entanto, resistência a milho Bt foi registrada pela primeira vez em um importante Lepidóptero praga de grãos armazenados, *Plodia interpunctella*, e resistência às

toxinas Cry1A tem sido observada em outros Lepidópteros (MCGAUGHEY; BEEMAN, 1988, FERRÉ; VAN RIE, 2002). Níveis significativos de proteína Cry presentes nos grãos podem não só desfavorecer o desenvolvimento de Lepidópteros praga de grãos armazenados mas pode também, selecionar para a resistência, a essas toxinas, em populações naturais (MCGAUGHEY, 1985, 1994).

Assim, existe a necessidade de avaliar e compreender o espectro e a eficácia do milho Bt em populações naturais de Lepidópteros praga de grãos armazenados no Brasil, em campo e em laboratório, determinando uma linha básica de suscetibilidade a este grupo de insetos-praga, estudo que seria pioneiro não apenas no país, como também em regiões tropicais.

4 | CONCLUSÕES

Os híbridos de milho expressando, ou não, os diferentes eventos transgênicos avaliados não apresentaram diferença significativa no desenvolvimento de *S. cerealella*.

A massa específica aparente dos híbridos de milho expressando, ou não, os diferentes eventos transgênicos avaliados não apresentaram diferença significativa.

A perda de peso ocasionada pela infestação por *S. cerealella* nos diferentes híbridos de milho expressando eventos transgênicos e nas suas isolinhas não transgênicas, variaram significativamente, apresentando valores de até 17,0% de peso em 70 dias de armazenamento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e EMBRAPA.

REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, C.L., PARKER, G.B., PERSHING, J.C., BROWN, S.M., SANDERS, P.R., DUNCAN, D.R., STONE, T., DEAN, D.A., DEBOER, D.L., HART, J. Field evaluation of European Corn Borer control in progeny of 173 transgenic corn events expressing an insecticidal protein from *Bacillus thuringiensis*. **Crop Science**, v. 35, p. 550-557. 1995.

ASAE Standard. **Moisture measurement-Unground grain and seeds**, St. Joseph: ASAE, 2000, 404p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.

FERRÉ, J.; VAN RIE, J. Biochemistry and genetics of insect resistance to *Bacillus thuringiensis*. **Annual Review of Entomology**, v. 47, p. 501-533. 2002.

KOZIEL, M.G., BERLAND, G.L., BOWMAN, C., CAROZZI, N.B., CRENSHAW, R., CROSSLAND, L., DAWSON, J., DESAI, N., HILL, M., KADWELL, S. Field performance of elite transgenic maize plants expressing an insecticidal protein derived from *Bacillus thuringiensis*. **Bio/Technology**, v. 11, p. 194-200. 1993.

LORINI, I.; FERREIRA FILHO, A. Integrated pest management strategies used in stored grain in Brazil to manage phosphine resistance. In: International Conference of Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, 7., 2004, Gold-Coast, Australia. **Proceedings**. FTIC Ltd. Publishing, 2007. p. 293-300.

LYNCH, R.E., PLAISTED, W.D., WARNICK, D. Evaluation of transgenic sweet corn hybrids expressing Cry1A(b) toxin for resistance to corn earworm and fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 92, p. 246-252. 1999.

MCGAUGHEY, W.H. Insect resistance to the biological insecticide *Bacillus thuringiensis*. **Science**, v. 229, p. 193-195. 1985.

MCGAUGHEY, W.H. Problems of insect resistance to *Bacillus thuringiensis*. **Agriculture and Ecosystem Environmental**, v. 49, p. 95-102. 1994.

MCGAUGHEY, W.H.; BEEMAN, R.W. Resistance to *Bacillus thuringiensis* in colonies of Indianmeal moth and Almond moth (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 81, p. 28-33. 1988.

SEDLACEK, J.D.; KOMARAVALLI, S.R.; HANLEY, A.M.; PRICE, B.D.; DAVIS, P.M. Life history attributes of Indian Meal Moth (Lepidoptera: Pyralidae) and Angoumois Grain Moth (Lepidoptera: Gelechiidae) reared on transgenic corn kernels. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, n. 2, p. 586-592. 2001.

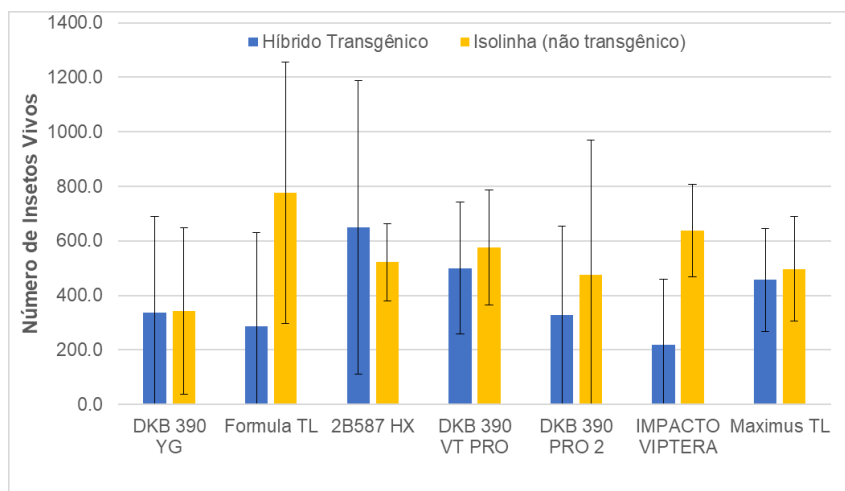


Figura 1. Número de insetos vivos de *Sitotroga cerealella* (\pm Erro Padrão da Média) nos diferentes híbridos de milho Bt e suas respectivas isolinhas não transgênicas.

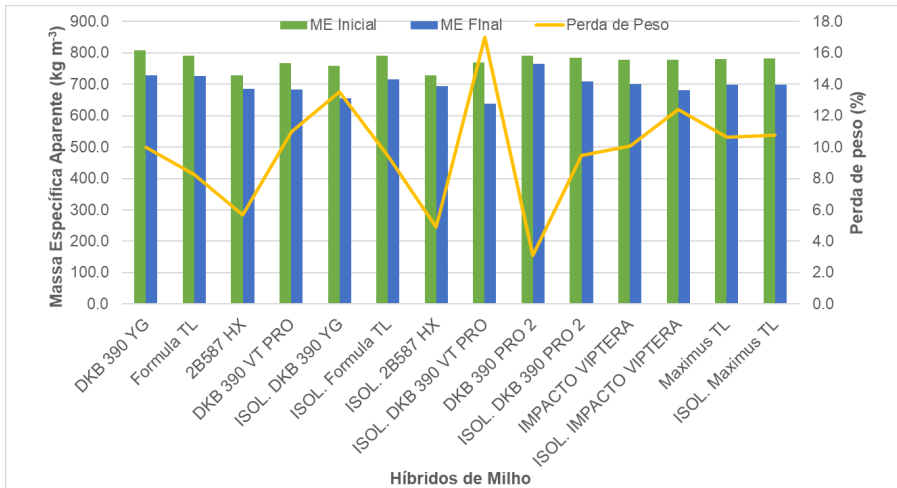


Figura 2. Massa específica aparente (kg m⁻³) e perda de peso (%) causada por *Sitotroga cerealella* nos diferentes híbridos de milho Bt e suas respectivas isolinhas não transgênicas.