

DESENVOLVIMENTO DA LAGARTA-DO-CARTUCHO EM HÍBRIDOS DE MILHO COM DIFERENTES TECNOLOGIAS Bt.

DEVELOPMENT OF FALL ARMYWORM IN HYBRID CORN WITH DIFFERENT TECHNOLOGIES Bt.

Edicarlos Peterlini¹; Nádia Cristina de Oliveira²; Ana Paula Azevedo²

¹Universidade Estadual de Maringá, Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Avenida Colombo, 5790 - Bloco J45, Sala 101, CEP 87020-900, Maringá - PR. E-mail: edicarlospeterlini@gmail.com

²Faculdade Integrado de Campo Mourão. Rodovia BR 158, KM 207, s/n, CEP 87300-970, Campo Mourão, Paraná, Brasil. e-mail: nadia.oliveira@grupointegrado.br.

Resumo

Este trabalho teve por objetivo avaliar o desenvolvimento biológico e o consumo foliar da lagarta-do-cartucho, em híbridos expressando diferentes proteínas Bt. O experimento foi conduzido em laboratório. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com sete tratamentos e 30 repetições. Os tratamentos foram compostos por um híbrido convencional e híbridos com diferentes eventos Bt (YieldGard, Herculex, Agrisure TL, YieldGard VT PRO, Power Core e Agrisure Viptera). Foi avaliado o consumo foliar, período de desenvolvimento e viabilidade larval e pupal. Os resultados obtidos demonstraram que os diferentes híbridos com tecnologia Bt afetaram o consumo e o desenvolvimento biológico de *Spodoptera frugiperda*. Os maiores índices de mortalidade foram obtidos nos eventos Agrisure Viptera, YieldGard VT PRO e Power core. O híbrido manifestando o evento Herculex obteve efeito intermediário. Nos eventos YieldGard e Agrisure TL, o consumo foliar das lagartas foi semelhante ao obtido no híbrido convencional.

Palavras chaves: *Zea mays*; *Spodoptera frugiperda*; transgênicos.

Abstract

This study aimed to evaluate the biological development and leaf consumption of armyworm in Bt hybrids expressing different proteins. The experiment was conducted in laboratory. The experimental design was completely randomized design with seven treatments and 30 repetitions. The treatments consisted of a conventional hybrid and Bt hybrids with different events (YieldGard, Herculex, Agrisure TL, YieldGard VT PRO, Power Core and Agrisure Viptera). Leaf consumption, period of development and larval and pupal viability was assessed. The results showed that different hybrids with Bt technology affected the consumption and the biological development of *Spodoptera frugiperda*. The highest mortality rates were achieved in the Agrisure Viptera events, YieldGard VT PRO and Power core. The hybrid expressing the Herculex event obtained intermediate effect. Events in YieldGard and Agrisure TL, leaf consumption of larvae was similar to that obtained in the conventional hybrid.

Key words: *Zea may*; *Spodoptera frugiperda*; transgenics.

Recebido em: 25/07/2014.

Aceito em: 19/08/2014.

Introdução

A *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) conhecida como lagarta-do-cartucho ataca várias culturas de relevância econômica, como soja, algodão e

milho (BARROS et al., 2010) e é considerada a praga mais importante para a cultura do milho em todo o hemisfério ocidental. No Brasil, tem ocorrência em todas as regiões produtoras,

sendo o inseto-praga principal desta cultura (ROSA et al., 2012; MENDES et al., 2011).

A lagarta-do-cartucho tem ocorrência em todos os estágios da cultura do milho, desde a emergência até o espigamento da planta, tendo como preferência a região do cartucho, podendo chegar a destruí-lo completamente. Seus danos indiretos podem causar perdas na produção de 20% até 60%, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta, cultivar, época, local e manejo empregado (POLATO; OLIVEIRA, 2011; MENDES et al., 2011; GALLO et al., 2002; FARINELLI; FORNASIERI FILHO, 2006).

O controle químico desta praga, em muitos casos não é eficiente. O hábito de ficar no interior do cartucho dificulta que os inseticidas atinja, também o controle em estágios mais desenvolvidos da praga dificultam o controle, além de métodos inadequados de aplicação de inseticidas e controle tardio quando os danos já ocorreram, são fatores que dificultam o controle químico. Geralmente, o controle químico é incompatível com o controle biológico, eliminando possíveis inimigos naturais da área. Além disso, o uso intenso e repetitivo de inseticidas químicos pode ocasionar danos ambientais (MENDES et al., 2011; GALLO et al., 2002)

As proteínas Cry e Vip são expressas por genes de *Bacillus thuringiensis*, que tem ação inseticida, agindo no intestino médio de várias ordens de insetos. Dentre elas, as proteínas Cry1, Cry2 e Vip3, apresentam ação inseticida contra alguns lepidópteros-praga, entre as quais *S. frugiperda* (PINTO et al., 2010).

A ação inseticida destas proteínas pode ser descrita, resumidamente, em quatro fases: i) ao serem ingeridos cristais proteicos e solubilizados em pH alcalino, no intestino médio dos insetos, são liberados protoxinas, que determinam a especificidade à espécie alvo; ii) ocorre a ativação das protoxinas, por enzimas digestivas; iii) as protoxinas se ligam aos receptores da membrana do intestino médio; iv) ocorre a formação de poros na membrana do

intestino médio dos insetos, ocasionando um desequilíbrio iônico entre o meio intra e extracelular, causando a paralisia e morte do inseto (FIUZA, 2010).

Por ação da biotecnologia e com genes que expressam estas proteínas, foram desenvolvidas plantas de milho geneticamente modificadas. Assim, apresentando-se como uma nova ferramenta de controle e manejo efetivo de lepidópteros-praga, como a *S. frugiperda*, reduzindo os impactos, tanto por ação da praga na cultura, como utilização de produtos químicos, que viriam a afetar o ambiente (MENDES et al., 2011; GATTI et al., 2012).

Nos últimos anos tem-se notado a seleção de insetos resistentes devido à pressão de seleção, que é uma característica evolutiva natural, característica de organismos vivos, como ocorre em *S. frugiperda*, que já se encontra resistente a alguns grupos de inseticidas (MACHADO; FIUZA, 2010; MENDES et al., 2008).

Nas últimas safras, tem-se observado um aumento gradual na incidência desta lagarta, em híbridos com algumas proteínas. Bt. este fato também leva a suspeita de seleção de biótipos de insetos resistentes a estas tecnologias.

Entre os parâmetros bastante utilizados para se avaliar a resistência, estão a porcentagem de mortalidade ou de sobrevivência. Além disso, a quantidade de insetos presentes em diferentes cultivares pode ser utilizada para a identificação de diferenças entre populações (LARA, 1993).

Neste contexto, objetivou-se com este estudo avaliar o desenvolvimento, o consumo e a mortalidade de *S. frugiperda*, em híbridos de milho, com diferentes tecnologias Bt.

Material e Métodos

O estudo foi realizado nas instalações da Faculdade Integrado de Campo Mourão, unidade Campus, em Campo Mourão – Paraná.

Primeiro, foi realizada a semeadura em ambiente protegido com cobertura de polietileno e laterais com telado do tipo sombrite. Foram



utilizados cinquenta e seis vasos, de capacidade de 5 kg de substrato. O substrato utilizado foi um composto de esterco animal com solo, na proporção de 2:1.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos e trinta repetições, sendo cada lagarta considerada uma repetição. Como tratamentos foram utilizados um híbrido de milho convencional e seis híbridos com diferentes eventos Bt (Tabela 1).

Após as plantas apresentarem bom estado de desenvolvimento e área foliar – aproximadamente entre V4 e V6, iniciou-se a coleta de folhas de cada tratamento, as quais

correspondiam as mais novas e completamente expandidas de cada planta e, posteriormente, encaminhadas ao laboratório. No laboratório o trabalho foi conduzido sob temperatura média de $22,5 \pm 1,5^\circ\text{C}$.

A área foliar oferecida para as lagartas foi de, aproximadamente, 15 cm^2 por lagarta, diariamente. Antes de transferidas para as placas, as folhas foram lavadas com água destilada, secas e, posteriormente, oferecidas.

Lagartas de 2º instares, provenientes de criação em laboratório, foram transferidas, individualmente, para placas plásticas (6,2 cm de diâmetro x 2,0 cm de altura), com auxílio de um pincel, com cerdas finas.

Tabela 1. Descrição dos híbridos com diferentes eventos Bt, que foram utilizados como tratamentos no experimento.

Tratamentos	Evento	Toxina	Híbridos	Empresa
Convencional	--	--	BG 7046	BioGene®
YieldGard®	MON 810	Cry 1 Ab	AG 9040 YG	Agrocere®
Herculex®	TC 1507	Cry 1F	BG 7061 H	BioGene®
Agrisure TL®	Bt 11	Cry 1 Ab	Fórmula TL	Syngenta®
YieldGard VTPRO®	MON 89034	Cry 1A105 + Cry2Ab2	AG 9010 VTPRO	Agrocere®
Power Core®	MON 89034+TC 1507	Cry 1A.105 + Cry 2Ab2 + Cry 1F	2B433 PW	Dow AgroSciences®
Agrisure Viptera®	Bt 11 X MIR 162	Cry 1Ab + VIP 3Aa20	Status Viptera	Syngenta®

Fonte: Mendes et al. (2012) (Embrapa Milho e Sorgo).

A área consumida foi estimada com o auxílio de papel milimetrado. A troca de instares das lagartas foi avaliada pela observação diária da liberação da cápsula cefálica e exúvia dos indivíduos, com auxílio de lupa com aumento de 40 vezes.

A mortalidade foi avaliada a cada 24 horas, já as avaliações de desenvolvimento biológico e consumo foram realizadas a cada 48 horas. Os dados de consumo foram transformados em \ln . Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade ($p < 0,05$), com o auxílio do software SASM-Agri (CANTERI et al., 2001). Para os dados de viabilidade larval e pupal, foi realizado análise descritiva observativa.

Resultados e Discussão

Os tratamentos apresentaram diferenças significativas, em relação ao consumo foliar (Tabela 2).

A área foliar consumida pelas lagartas foi significativamente maior nos híbridos convencional, YieldGard e no Agrisure TL. Nos eventos Herculex, YieldGard VTPRO e Power Core o consumo médio foi menor não havendo diferenças significativas entre esses tratamentos (Tabela 2). O consumo do evento Agrisure Viptera foi avaliado apenas nos primeiros dois dias (48 horas), devido a todas as lagartas, deste tratamento, se apresentarem mortas já neste período.



Tabela 2. Consumo foliar da lagarta-do-cartucho, em diferentes híbridos de milho, com e sem eventos Bt. Temperatura média de 22,5±1,5°C e fotofase de 11 horas, Campo Mourão – PR, 2013.

Tratamentos	Consumo foliar (mm ²)		
	Aos 2 dias	Média de 14 dias	Total
Convencional	101,35 a	518,57 a	7259,95 a
YieldGard	74,60 a	477,72 a	6688,00 a
Herculex	24,90 b	216,05 b	3024,67 b
Agrisure TL	106,60 a	503,42 a	7047,89 a
YieldGard VTPRO	23,60 b	207,97 b	2911,50 b
Power Core	17,60 b	225,36 b	3155,00 b
Agrisure Viptera	1,60 b	--	--
C.V.%	46,23	19,66	19,70

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Análise de dados transformados em $\sqrt{x + 1}$.

C.V.%= Coeficiente de Variação.

Silva e Oliveira (2012), avaliando danos de *Spodoptera frugiperda*, não encontraram diferenças significativas entre os híbridos convencional e os Bt com eventos TL e YieldGard (Cry 1Ab), já os eventos com menor dano foliar foram o Herculex (Cry 1F) e YG VTPRO (Cry 1A105 + Cry 2Ab2). Estes resultados podem justificar as diferenças de consumo entre os híbridos avaliados no presente estudo. Moraes et al. (2012) também avaliando danos desta lagarta em híbridos Bt e convencional, obtiveram maiores danos para o híbrido convencional e menores em híbridos Bt e, entre estes, as menores notas foram obtidas para híbridos apresentando o evento Viptera.

Barbosa et al. (2012) testando os efeitos das proteínas Bt em milho, sobre *Helicoverpa zea*, constataram menor sobrevivência e biomassa nula em lagartas alimentadas com milho expressando a proteína Vip3A, em relação as outras proteínas. Já para as proteínas Cry 1Ab e Cry 1F, houve apenas redução de biomassa em comparação ao milho convencional, mostrando serem menos eficientes que a proteína Vip3A.

Araujo et al. (2011) constataram menor consumo de *S. frugiperda* em híbridos Bt, em comparação com cultivar convencional e afirmaram que, menores ataques resultam em menores danos foliares, causando efeito indireto na produção.

Os híbridos com tecnologia Bt prolongaram o período de desenvolvimento larval de *S. frugiperda*. O intervalo médio de dias para troca de instares não diferiu significativamente entre os tratamentos Herculex e Power Core, com 3,95 e 4,2 dias, respectivamente. Nos tratamentos YieldGard, Agrisure TL e YieldGard VTPRO, os intervalos foram semelhantes, com 3,35, 3,44 e 3,60, respectivamente. O menor intervalo médio entre troca de instares das lagartas ocorreu no híbrido convencional (2,82 dias). O tratamento Agrisure Viptera não foi considerado nesta análise devido a todas as lagartas se apresentaram mortas, antes mesmo de trocarem de instares (Tabela 3).

No híbrido convencional a duração média do estágio larval foi 25,54 dias, significativamente menor em comparação aos demais tratamentos. Nos tratamentos com YieldGard e Agrisure TL a duração foi respectivamente de 30,48 e 30,25 dias, significativamente menores em comparação ao observado no Herculex (32,56 dias). Os tratamentos compostos pelos eventos YieldGard VTPRO, Power Core e Agrisure Viptera não foram considerados nestas análises, pelo fato de todas os indivíduos se apresentarem mortos, antes mesmo de completarem a fase larval (Tabela 4).



Tabela 3. Média de intervalo de dias entre troca de instares da lagarta-do-cartucho em híbrido de milho convencional e com diferentes tecnologias Bt, Campo Mourão – PR, 2013. Temperatura média: $22,5 \pm 1,5^\circ\text{C}$ e fotofase de 11 horas, Campo Mourão – PR, 2013.

Tratamentos	Dias
Convencional	2,89 c
YieldGard	3,35 b
Herculex	3,95 a
Agrisure TL	3,44 b
YieldGard VTPRO	3,60 b
Power Core	4,20 a
Agrisure Viptera	--
C.V.%	12,22

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Tabela 4. Duração média, em dias, da fase larval, fase pupal e ciclo total de *Spodoptera frugiperda*, em diferentes híbridos de milho, com e sem eventos Bt. Temperatura média de $22,5 \pm 1,5^\circ\text{C}$ e fotofase de 11 horas, Campo Mourão – PR, 2013.

Tratamentos	Fase Larval	Fase de Pupa	Total
Convencional	25,54 c	11,89 a	37,58 c
YieldGard	30,48 b	10,89 a	40,39 b
Herculex	32,56 a	11,14 a	42,43 a
Agrisure TL	30,25 b	11,32 a	41,26 b
YieldGard VTPRO	--	--	--
Power Core	--	--	--
Agrisure Viptera	--	--	--
C.V.%	11,09	15,24	6,44

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

A viabilidade larval foi de 76,7% para os híbridos convencional e YieldGard, 66,7% para Agrisure TL e 30% para o Herculex. Destes, somente 60%, 56,67%, 23,33% e 60% de indivíduos, para os híbridos convencional, YieldGard, Herculex e Agrisure TL, respectivamente, sobreviveram na fase de pupa, atingindo o estágio adulto (Figura 1). Assim, considerando a população inicial do experimento o índice de indivíduos que atingiram o estágio adulto foi 46,7% no híbrido convencional, 43,3 % no YieldGard, 40,0% no Agrisure TL e 6,7 % no Herculex.

A duração média do estágio de pupa não diferiu significativamente entre os indivíduos criados nos diferentes híbridos testados. Quanto ao o ciclo total (larva a adulto), no híbrido convencional a duração média foi de 37,58 dias,

significativamente menor quando comparado aos híbridos YieldGard (40,4 dias) e Agrisure TL (41,3 dias). No híbrido Herculex o período médio para o desenvolvimento foi 42,4 dias (Tabela 4).

Segundo Lara (1993) o efeito da planta resistente sobre os insetos traduz-se numa alteração em suas fases de desenvolvimento, geralmente prolongando seu ciclo, causando distúrbios na sua biologia, de forma a afetá-lo física e morfológicamente.

Cruz (2009) analisando cultivares milho Bt classificou aquelas que expressam a toxina Cry 1F como altamente resistente à lagarta do cartucho. Waquil et al. (2002) também constataram que os híbridos de milho Bt reduzem o tempo de desenvolvimento e a sobrevivência das lagartas de *S. frugiperda*.



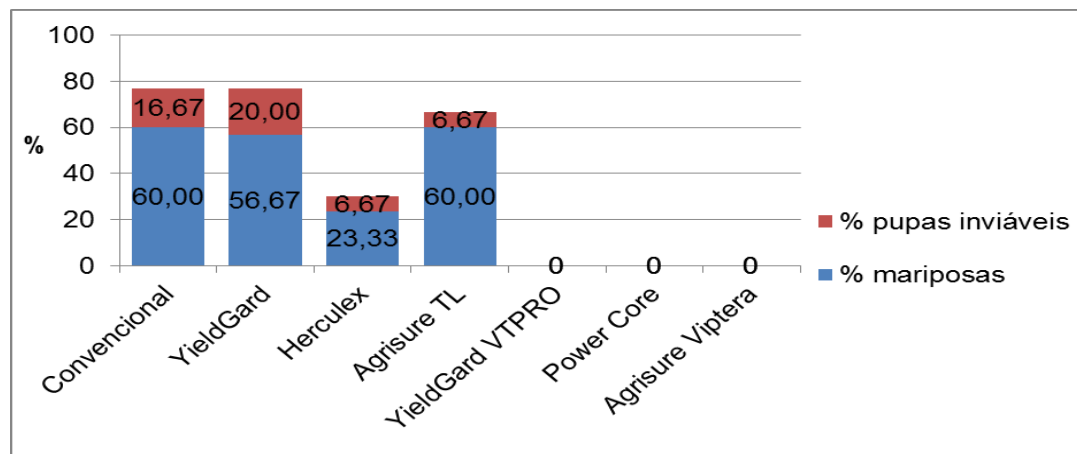


Figura 1 - Viabilidade pupal de *Spodoptera frugiperda* em diferentes híbridos de milho, com e sem eventos Bt. Temperatura média de $22,5 \pm 1,5^\circ\text{C}$ e fotofase de 11 horas, Campo Mourão – PR, 2013.

Os resultados demonstraram que, os eventos Herculex, YieldGard VTPRO, Power Core e Agrisure Viptera foram mais eficientes no controle desta lagarta. Corroborando com os dados obtidos Mendes et al. (2011) que comparando isogênicos Bt e não Bt, encontraram alguns híbridos manifestando a proteína Cry 1Ab, que foram significativamente semelhantes aos seus isogênicos que não manifestavam este evento. Waquil et al. (2002) avaliando o desempenho de híbridos Bt e suas versões não Bt, observaram que, no híbrido manifestando a proteína Cry 1F, a sobrevivência foi nula, além de citar que híbridos contendo este evento foram considerados altamente resistentes e em híbridos manifestando a proteína Cry 1A(b) foram considerados em alguns casos altamente e mediamente resistentes.

Pirotta et al. (2012) avaliando danos na espiga ocasionados por *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea* e danos no colmo ocasionados pela broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*), constataram maiores danos nos híbridos não Bt. Já nos eventos YieldGard e TL, os danos foram maiores na espiga, com exceção do Viptera, que obteve maior controle, com menores notas de

ataque na espiga. Já no colmo todos os eventos apresentaram um bom controle.

Gatti et al. (2012) avaliando diferentes híbridos Bt no controle de *Spodoptera frugiperda*, observaram que os melhores controles foram apresentados pelos híbridos que apresentavam os eventos VTPRO e Viptera e que alguns híbridos YieldGard apresentaram notas de ataque superiores aos seus respectivos híbridos convencionais.

Waquil et al. (2002) relatam que os híbridos apresentando as proteínas Bt Cry 1A(b), Cry 1 A(c) e Cry 1F diferiram de suas versões não Bt, em relação a produtividade. Isso provavelmente pelo menor dano foliar.

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que, os híbridos de milho, com tecnologia Bt são eficientes e uma boa alternativa no controle de *Spodoptera frugiperda*, no entanto, deve-se atentar para um manejo adequado da tecnologia.



Conclusões

Os eventos Bt afetaram o consumo e o desenvolvimento biológico de *Spodoptera frugiperda*.

As maiores mortalidades foram obtidas nos eventos Agrisure Viptera, YieldGard VTPRO e Power core, com destaque para Agrisure Viptera que aos dois dias de consumo causou 100% de mortalidade larval.

O híbrido manifestando o evento Herculex obteve efeito intermediário.

Os eventos YieldGard e Agrisure TL, foram semelhantes ao híbrido convencional, em relação ao consumo, porém aumentaram o ciclo de vida desta praga.

Referências

ARAUJO, L. F. et al. Flutuação populacional de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH), *Diatraea sacchalis* (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.

BARBOSA, T. A. N. et al. Efeito de diferentes proteínas Bt expressas em milho geneticamente modificado na sobrevivência e biomassa de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: ABMS, 2012. p. 1057-1061.

BARROS, E. M. et al. Oviposição, desenvolvimento e reprodução de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros de importância econômica. **Neotropical Entomology**. Londrina, v.39, n.6, p. 996-1001, nov/dez., 2010.

CANTERI, M. G. et al. SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Ponta Grossa, v.1, n.2, p.18-24. 2001.

FARINELLI, R.; FORNASIERI FILHO, D. Avaliação de dano de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de milho. **Científica**, Jaboticabal, v.34, n.2, p.197-202, 2006.

FIUZA, L. M. Mecanismo de ação de *Bacillus thuringiensis*. **Biociência**, Brasília, n.38, p.32-35, 2010.

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GATTI, J. H. et al. Eficiência de diferentes tecnologias Bt no controle de pragas na safrinha: I. Controle da lagarta-do-cartucho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29. Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: ABMS, 2012. p.973-978.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: LIVRO CERES LTDA, 1993. 207p.

MACHADO, V.; FIUZA, L. M. Evolução e manejo da resistência de insetos. **Biociência**, Brasília, n.38, p.68-74, 2010.

MENDES, S. M. et al. Respostas da lagarta-do-cartucho a milho geneticamente modificado expressando a toxina Cry 1A(b). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.3, p.239-244, mar., 2011.

MENDES, S. M. et al. Milho Bt: avaliação preliminar da resistência de híbridos comerciais à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2008.

MENDES, S. M. et al. Área de refúgio: essencial para o manejo da resistência de insetos. **Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, n.39, set., 2012.



MORAES, A. R. A. et al. Avaliação da produtividade e dos danos causados por *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em híbridos de milho convencionais transgênicos no estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., Águas de Lindóia, **Anais...** Águas de Lindóia: ABMS, 2012. p.792-797.

PINTO, L. M. N. et al. Toxinas de *Bacillus thuringiensis*. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, n.38, p.24-31, 2010.

PIROTTA, M. Z. et al. Eficiência de diferentes tecnologias Bt no controle de pragas na safrinha: II. Controle da broca-da-cana e de lagartas na espiga. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: ABMS, 2012. p. 1031-1037.

POLATO, S. A.; OLIVEIRA, N. C. Eficiência do controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho em função de diferentes horários de aplicação de inseticida. **Campo Digital**, Campo Mourão, v.6, n.1, p. 44-53, jan/jul., 2011.

SANGOI, L. et al. Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 3, p. 263-271, 2007.

SILVA, W. S. R.; OLIVEIRA, N. C. Danos foliares da lagarta-do-cartucho em diferentes eventos de milho Bt. 2012. 8f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade Integrado de Campo Mourão, Campo Mourão, 2012.

WAQUIL, J. M. et al. E. Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgênico (Bt) 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.

