

MANEJO DE ZONA DE REFÚGIO PARA *Spodoptera frugiperda* EM MILHO Bt

Ricardo Felipe Braga de Sousa¹, Thiago Henrique Oro², Darci da Fontoura¹, Affonso Celso Gonçalves Jr.¹ e Gustavo Ferreira Coelho¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, *Campus* de Marechal Cândido Rondon, PR, Rua Pernambuco, 1777, Caixa Postal 91 - CEP 85960-000. Marechal Cândido Rondon - Paraná. E-mail: r_felipe_b@hotmail.com, affonso_133@hotmail.com e gf_coelho@yahoo.com.br

²Universidade Estadual de Londrina, *Campus* Universitário, Rodovia Celso Garcia Cid, Pr 445, Km 380. Caixa Postal 10011 - CEP 86057-970. Londrina - PR. E-mail: thiago_oro@hotmail.com

RESUMO: *Este trabalho teve como objetivo avaliar áreas de refúgio constituídas por dois híbridos de milho sob diferentes números de aplicações de inseticida para controle de lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e comparar com um área cultivada com milho transgênico Bt. Para isso foram semeadas duas cultivares de milho (30F53 e 30F35) com 4 tipos de controle para lagarta utilizando o produto comercial Belt[®] (0; 1; 2 e 3 aplicações) assim como as mesmas cultivares com a tecnologia Bt ausente de aplicação, resultando em um delineamento fatorial 5 x 2, com três repetições, totalizando 30 parcelas, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey e agrupadas pelo teste de Skott Knott. Foram avaliados o índice de plantas danificadas (IPD), nível de infestação (NISF), porcentagem de grãos ardidos, peso de mil grãos (PMG) e produtividade. Para IPD e NISF os materiais Bt apresentaram os melhores valores. Com base nos valores de grãos ardidos e PMG, o tratamento com três aplicações apresentou os melhores valores juntamente com o Bt. Para a produtividade, os tratamentos com duas, três aplicações e o Bt apresentaram médias semelhantes, concluindo que a prática de zonas de refúgio com apenas duas aplicações já consiste em uma prática viável.*

PALAVRAS-CHAVE: *Zonas de exclusão, Lagarta do cartucho, tecnologia Bt*

MANAGEMENTS OF REFUGE AREAS FOR *Spodoptera frugiperda* IN CORN Bt

ABSTRACT: *This study was to evaluate areas of refuge consist of two hybrids of corn under different numbers of applications of insecticide for control of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) and compare with an area cultivated with transgenic Bt corn. For this reason, were sown two corn cultivars (30F53 and 30F35) with 4 control types for caterpillar (0; 1; 2 and 3 applications) using the commercial product Belt[®] as well as the same cultivars with the technology Bt absent of application, resulting in a 5 x 2 factorial design, with three repetitions, totalizing 30 plots, being the averages were compared by test of Tukey and grouped by test of Skott Knott. Were evaluated the index of damaged plants (IDP), level of infestation (LISF), percentage of rot grain, weight of thousand grains (WTG) and productivity. For IDP and LISF, the materials Bt presented the best values. Based on the values of rot grain and WTG, the treatment with three applications presented the best values together with the Bt. For productivity, the treatments with two, three applications and the Bt presented similar averages, concluding that the practice of refuge areas with only two applications already consists in a viable practice.*

KEYWORDS: *Exclusion area, Fall Armyworm, Bt technology*

INTRODUÇÃO

A cultura do milho é considerada como uma das mais importantes em nível mundial, possuindo finalidades para diversos setores agroindustriais. Por ser altamente produtiva, é altamente influenciada por fatores como adubação, população de plantas, material genético, clima e ataque de pragas e doenças, justificando o alto investimento e as constantes inovações dentro do mercado agrícola para esta cultura (Fancelli e Dourado Neto, 2003; Kiram e Mcmillan, 2003; Zancanaro et al., 2012).

Entre as principais pragas agrícolas no Brasil a *Spodoptera frugiperda* (Smith) é considerada como uma praga primária na cultura do milho apresenta seus efeitos na redução e perda de qualidade da produção em âmbito nacional (Stewart et al., 2001). A ocorrência desta espécie no sistema agrícola tem tornado o processo de produção oneroso, devido ao elevado custo para o controle com frequentes aplicações de inseticidas causando danos ao ambiente (Santos et al., 2009).

Desta maneira o emprego de novas tecnologias de menor impacto ambiental vem sendo altamente impulsionadas, como o uso de materiais geneticamente modificados contendo *Bacillus thuringiensis* (Bt), que expressam proteínas inseticidas no controle de pragas alvo como a *Spodoptera frugiperda*, com capacidade de substituir na maioria dos casos, a aplicação de químicos (Storer et al., 2010; Araujo et al., 2011).

Entretanto, com o uso indiscriminado dessa tecnologia, sem ocorrência de rotação de culturas ou de princípios ativos junto com um manejo integrado de pragas, alguns insetos considerados alvos da tecnologia Bt podem desenvolver resistência devido à pressão de seleção existente no campo (Williams et al., 1997; Machado e Fiuza, 2011).

Uma das alternativas para evitar essa seleção de organismos resistentes, pode ser o uso de zonas de refúgios, que evitam e/ou retardam a evolução da resistência das pragas aos agentes empregados no seu controle. No Brasil essas áreas correspondem cerca de 5 a 10% no Brasil (Embrapa, 2011), onde nos Estados Unidos os valores se aproximam de 20% (Monsanto, 2010).

As zonas de refúgio consistem no uso de híbridos de milho não Bt de porte e ciclo vegetativo similar aos híbridos transgênicos, uma vez que nessas áreas a praga-alvo irá sobreviver e reproduzir-se sem a exposição à toxina Bt. Os insetos oriundos dessa área poderão se acasalar com os insetos sobreviventes das áreas plantadas com o material transgênico, e devido à recessividade do gene de resistência, o cruzamento entre esses indivíduos suscetíveis e os resistentes, originaram novos indivíduos suscetíveis, mantendo assim a eficiência da tecnologia Bt (Bourguet et al., 2005, Embrapa, 2011).

Porém, quando encontrados na mesma área, os materiais convencionais (sem Bt) apresentam um maior nível de dano, resultando em menor produtividade (Araujo et al., 2011) tornando então necessário um manejo específico para não ocorrer decréscimos significativos na produção.

Com base nessas informações, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de áreas de refúgio constituídas por dois híbridos convencionais sob diferentes números de aplicações de inseticida para controle de Lagarta do Cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e comparar esses resultados com uma área cultivada com milho transgênico Bt.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em campo na safra de 2012/2013 na região Oeste do Paraná localizado em uma altitude de 547 m, com latitude sul 24°45' e longitude oeste 53°42', onde o clima local é subtropical (Cfa), segundo a classificação de Köppen, sem estação seca definida e apresentando verões quentes com tendência de concentração das chuvas nesta época, em um Latossolo Vermelho eutroférico (LVe) (Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária, 2006), no mesmo local foi cultivado soja na safra anterior e a fim de evitar interferências externas ou de hábitos para os insetos em estudo, ao redor do experimento foi cultivada uma extensa área com milho.

O trabalho foi conduzido em blocos ao acaso, constituídos por um esquema fatorial 2 x 5, sendo 2 híbridos (30F53 e 30F35) e 5 diferentes manejos para a lagarta do cartucho do milho (0; 1; 2 e 3 aplicações e a tecnologia Bt sem aplicação de inseticida) com 3 repetições por tratamento, totalizando 30 parcelas. Cada parcela foi constituída por 4 linhas de 5,0 m de comprimento, com espaçamento de 0,75 m entre si, sendo considerada como área útil as duas linhas centrais de cada unidade, desconsiderando-se 0,5 m nas extremidade.

Para o combate das lagartas foi utilizado o inseticida comercial Belt[®], produto de alta eficiência no controle de pragas (Barbosa, 2011) na dosagem pré-estabelecida pelo fabricante (100 a 150 mL ha⁻¹), sendo indicado para o controle de insetos mastigadores, classificado como inseticida de controle e ingestão do pertencente ao grupo químico diamida do ácido ftálico (Bayer S.A, 2014).

As aplicações de inseticida nos materiais isogênicos convencionais foram dispostas da seguinte maneira: 1) Testemunha (ausente de aplicação); 2) uma aplicação quando a área atingiu o nível de controle (NC) de 20%; 3) 2 aplicações (uma ao NC e a segunda aos 20 dias após o NC); 4) 3 aplicações (a primeira no NC, a segunda aos 20 dias após NC, e a terceira

aos 40 dias após ao NC), respeitando o intervalo de segurança mínimo do inseticida segundo a Secretaria da Agricultura de Abastecimento (Bayer S.A, 2014).

Ao atingirem a maturação fisiológica, foi calculada a porcentagem de plantas atacadas por *S. frugiperda* ou índice de plantas danificadas (IPD) conforme equação 1.

$$\text{Equação 1. IPD: } \frac{\text{n}^\circ \text{ plantas danificadas} \times 100}{\text{total de plantas avaliadas}}$$

Para o cálculo do IPD pela *S. frugiperda* foram consideradas plantas danificadas aquelas com folhas ou pendão danificados, onde após a determinação da infestação foi avaliado também o nível de dano provocado pelas lagartas nas folhas e no pendão.

Junto ao IPD, foram quantificados os valores de nível de infestação de *Spodoptera frugiperda* (NISF), adotando-se uma escala visual de 0 (planta sem dano) a 9 (plantas com quase todas as folhas destruídas), segundo Davis et al., (1992).

Para determinação dos grãos ardidos foram separadas amostras dos grãos colhidas no campo (250 g) para serem posteriormente separadas e analisadas para identificação e quantificação, sendo considerados como ardidos apenas os grãos com a descoloração de pelo menos um quarto da superfície total (Brasil, 1996). Baseado no número total de grãos e no peso total de grãos da amostra calculou-se a porcentagem de grãos ardidos na amostra.

De acordo com Brasil (2009), para obtenção do peso de mil grãos, foi selecionada uma amostra representativa ao acaso, e colocada em uma máquina contadora, onde foi realizada a leitura do número de grãos, para posteriormente determinar a massa (peso). A obtenção do peso de mil grãos (PMG) se obteve através da equação 2.

$$\text{Equação 2. PMG: } \frac{\text{peso da amostra} \times 1000}{\text{n}^\circ \text{ total de sementes}}$$

Após a colheita da área útil da parcela, as espigas foram debulhadas manualmente e então determinada a massa e umidade dos grãos para calcular a produtividade.

Foi verificada a normalidade dos dados e estes foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey e agrupadas pelo teste de Skott Knott a 1% e 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico SISVAR 5.0 (Ferreira, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados relacionados ao índice de plantas danificadas por *Spodoptera frugiperda* (IPD) (Tabela 1) verificou-se a ausência de diferença significativa entre os híbridos, assim como para a interação entre os híbridos e os manejos de controle da lagarta, por outro lado observou-se que ocorreram diferenças estatísticas com 1% de significância ($p < 0,01$) para os manejos relacionados aos números de aplicação do inseticida, onde de acordo com o teste de Tukey as áreas submetidas a duas e três aplicações apresentaram as melhores médias, sendo superiores as demais inclusive a testemunha, demonstrando que a partir de duas aplicações já se pode ter um controle químico das lagartas.

Tabela 1 - Índice de plantas danificadas por *Spodoptera frugiperda*, de dois híbridos (30F53 e 30F35), submetidos a quatro manejos para controle da lagarta do cartucho, além dos mesmos materiais com a tecnologia Bt ausente de aplicação, Toledo, PR (2013).

Tratamentos	Índice de plantas danificadas por <i>S. Frugiperda</i> (IPD) (%)					
	Teste de Tukey			Teste de Skott Knott		
	Híbrido 01	Híbrido 02	Média	Híbrido 01	Híbrido 02	Média
0 aplicação	100,00	98,33	99,17 c*	100,00	98,33	99,17 e**
1 aplicação	80,00	83,33	81,67 b	80,00	83,33	81,67 d
2 aplicações	61,67	65,00	63,33 a	61,67	65,00	63,33 c
3 aplicações	48,33	60,00	54,17 a	48,33	60,00	54,17 b
Material Bt				45,00	41,67	43,33 a
Média	72,50	76,67		67,00	69,67	
CV (%)	9,49			10,41		

*Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,01$). ** Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si significativamente pelo teste de Skott Knott ($P \leq 0,01$).

O teste de Skott Knott (Tabela 1) demonstrou que apesar de o tratamento com três aplicações ter apresentado baixos valores de plantas danificadas não foi semelhante ao material transgênico Bt, onde esse por sua vez apresentou as melhores médias não sendo possível seu agrupamento com nenhum tratamento envolvendo o material isogênico.

Esse controle baseado em químicos foi semelhante ao encontrado por Martins et al., (2009), que observaram que aplicações de inseticidas reduzem a percentagem de plantas de milho atacadas por *S. Frugiperda*, assim como Ceccon et al. (2004), que concluiu que o uso de inseticidas reduz o número de plantas danificadas por *S. frugiperda*, uma vez que a aplicação do produto comercial reduziu consideravelmente a população de insetos na área e conseqüentemente o IPD, evidenciando assim a eficiência do controle de lagartas pelo produto aplicado.

Michelotto et al., (2011) também evidenciou um menor ataque das plantas que receberam um controle químico quando comparadas com a testemunha, de acordo com os mesmos

autores, notou-se que os materiais Bt ao serem comparados com materiais isogênicos pulverizados ou não, assim como neste trabalho, são menos atacados.

Com relação aos dados apresentados na Tabela 2, os níveis de infestação de *S. Frugiperda*, pode-se verificar diferença significativa apenas para os números de aplicação de inseticida, onde nesse caso verificou-se uma tendência desproporcional, apresentando um decréscimo nos valores de infestação de acordo com o aumento dos números de aplicações, com base nesses dados os tratamentos envolvendo duas e três aplicações novamente apresentaram similaridade nas médias de acordo com o teste de Tukey com 1% de probabilidade, apresentando os melhores resultados. Ao realizar o agrupamento com a presença do material transgênico, novamente o tratamento envolvendo o material Bt apresentou a melhor média, com níveis de infestação inferiores aos demais.

Tabela 2 - Nível de infestação de *Spodoptera frugiperda*, de de dois híbridos (30F53 e 30F35), submetidos a quatro manejos para controle da lagarta do cartucho, além dos mesmos materiais com a tecnologia Bt ausente de aplicação, Toledo, PR (2013).

Tratamentos	Teste de Tukey			Teste de Skott Knott		
	Híbrido 01	Híbrido 02	Média	Híbrido 01	Híbrido 02	Média
0 aplicação	8,67	8,67	8,67 c*	8,67	8,67	8,67 e**
1 aplicação	6,33	7,33	6,83 b	6,33	7,33	6,83 d
2 aplicações	4,67	5,33	5,00 a	4,67	5,33	5,00 c
3 aplicações	4,33	3,67	4,00 a	4,33	3,67	4,00 b
Material Bt				2,33	2,00	2,17 a
Média	6,00	6,25		5,27	5,40	
CV (%)	10,28			13,65		

*Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,01$). ** Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si significativamente pelo teste de Skott Knott ($P \leq 0,01$).

Tais valores de infestação podem ser considerados baixos, uma vez que Neri et al. (2009), trabalhando com diferentes inseticidas e o efeito do silício no controle de lagartas obteve valores que variaram entre 4,0 e 6,0, demonstrando assim a eficiência do controle quando executado com duas e três aplicações. Para Toscano et al., (2012) trabalhando com inseticidas sobre o milho, verificou um impacto do uso de químicos sobre o ataque de *S. frugiperda*, evidenciando assim a menor infestação em áreas aplicadas.

Ao trabalhar com materiais isogênicos e transgênicos, Michelotto et al., (2011) concluiu que materiais com tecnologia Bt proporcionaram uma redução nos danos visuais ocasionados pelas pragas, assim como Buntin et al. (2001), que também evidenciou um menor ataque das lagartas dos materiais transgênicos ao comparar com materiais isogênicos no decorrer do desenvolvimento. Esses resultados podem ser justificados pela ação das proteínas incluídas no materiais que exercem a função de controle dos insetos pragas.

Em relação a percentagem de grãos ardidos (Tabela 3), verificou-se uma diferença significativa pelo teste de Tukey para os manejos da lagarta do cartucho, onde o tratamento ausente de aplicação apresentou os piores resultados com valores 100% superiores aos outros tratamentos, com isso deve-se levar em conta que para o combate da presença de grãos ardidos devido ao ataque de insetos apenas uma aplicação já realiza o controle químico necessário para essa variável.

Pelo teste de Skott Knott observou-se as melhores médias para os tratamentos envolvendo o material Bt, porém o manejo com 3 aplicações apresentou médias semelhantes, podendo então realizar um controle efetivo e satisfatório assim como o material transgênico, eliminando assim os riscos de perda de valor comercial do lote de sementes devido a presença indesejável desses grãos quando cultivado os materiais isogênicos.

Tabela 3 - Percentagem de grãos ardidos presentes nas espigas de dois híbridos (30F53 e 30F35), submetidos a quatro manejos para controle da lagarta do cartucho, além dos mesmos materiais com a tecnologia Bt ausente de aplicação, Toledo, PR (2013).

Tratamentos	Percentagem de grãos ardidos (%)					
	Teste de Tukey			Teste de Skott Knott		
	Híbrido 01	Híbrido 02	Média	Híbrido 01	Híbrido 02	Média
0 aplicação	3,75	3,60	3,68 b*	3,75	3,60	3,68 c**
1 aplicação	1,67	1,80	1,74 a	1,67	1,80	1,74 b
2 aplicações	1,54	1,72	1,63 a	1,54	1,72	1,63 b
3 aplicações	0,95	0,85	0,90 a	0,95	0,85	0,90 a
Material Bt				0,47	0,47	0,47 a
Média	1,98	1,99		1,68	1,69	
CV (%)	17,11			18,67		

*Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,01$). ** Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si significativamente pelo teste de Skott Knott ($P \leq 0,01$).

Tais resultados podem ser justificados devido ao ataque realizado pelos insetos pragas nas espigas durante seu desenvolvimento, servindo como porta de entrada para fungos patogênicos como *Fusarium moniliforme* e *Penicillium digitatum*, estes foram verificados nas espigas das parcelas com maior incidência de ataque (Juliatti et al., 2007), justificando os resultados. Onde nos demais tratamentos, onde o controle apresentou-se eficiente aliado ao elevado potencial genético desses materiais, os valores de grãos ardidos foram considerados baixo para os padrões do mercado mundial (Ribeiro et al., 2005).

Com base nos valores apresentados sobre o peso de 1000 grãos dos materiais submetidos aos tratamentos (Tabela 4), pode-se evidenciar um comportamento semelhante as demais variáveis, onde os materiais com duas e três aplicações, assim como o Bt apresentaram os melhores resultados.

Tabela 4 - Peso de 1000 grãos de dois híbridos (30F53 e 30F35), submetidos a quatro manejos para controle da lagarta do cartucho, além dos mesmos materiais com a tecnologia Bt ausente de aplicação, Toledo, PR (2013).

Tratamentos	Peso de 1000 grãos (g)					
	Teste de Tukey			Teste de Skott Knott		
	Híbrido 01	Híbrido 02	Média	Híbrido 01	Híbrido 02	Média
0 aplicação	0,37	0,36	0,37 c*	0,37 A c**	0,36 A b	0,37
1 aplicação	0,39	0,37	0,38 bc	0,39 A c	0,37 A b	0,38
2 aplicações	0,40	0,41	0,40 ab	0,40 A c	0,41 A a	0,40
3 aplicações	0,44	0,41	0,42 a	0,44 A b	0,41 B a	0,42
Material Bt				0,49 A a	0,44 B a	0,46
Média	0,40	0,39		0,42	0,40	
CV (%)	4,60			4,15		

*Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,01$). ** Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si significativamente pelo teste de Skott Knott ($P \leq 0,05$).

Com base nos valores apresentados, observou-se que de acordo com o teste de Tukey não houve diferença significativa entre os híbridos ou na interação entre os dois fatores, ocorrendo apenas para os números de aplicação, onde apesar da indicação estatística apresentou médias muito semelhantes.

De acordo com o teste de Skott Knott ocorreu interação significativa entre os fatores híbridos e os manejos contra as lagartas, no qual para o híbrido 1 (30F53) o material Bt apresentou os maiores valores de peso, seguido pelo tratamento envolvendo 3 aplicações. Já para o híbrido 2 (30F35) os tratamentos envolvendo os materiais com a tecnologia Bt e com 3 aplicações apresentaram médias estatísticas iguais, sendo então agrupados no grupo de maior peso. Contudo, ao comparar os dois híbridos, observou-se que apenas para os tratamentos de maiores valores (3 aplicações e Bt) o híbrido 1 foi superior ao híbrido 2, enquanto nos outros casos eles apresentaram médias equivalentes.

Os resultados referente a produtividade (Tabela 5) apresentaram diferença significativa apenas para os manejos das lagartas, uma vez que de acordo com o fabricante, os dois materiais escolhidos apresentam desempenhos semelhantes quando expostos em condições ideais na região de cultivo. De acordo com o teste de Tukey, ao comparar apenas os tratamentos envolvendo as aplicações dos inseticidas, os tratamentos com duas e três aplicações apresentaram as melhores médias, sendo superiores aos que continham apenas uma aplicação ou a ausência da mesma.

Ao realizar o teste de Skott Knott com todos os tratamentos, observou-se que se pode agrupar os tratamentos com duas e três aplicações com o tratamento do material Bt ausente de aplicação, indicando que independentemente das outras variáveis, ao se realizar ao menos duas aplicações nas áreas contendo o material isogênico, não ocorreram perdas significativas

ao comparar com os materiais transgênicos, podendo assim realizar o cultivo de zonas de refúgio com estes manejos sem receio algum de perdas significativas no final da safra.

Tabela 5 - Produtividade em kg ha⁻¹ de dois híbridos (30F53 e 30F35), submetidos a quatro manejos para controle da lagarta do cartucho, além dos mesmos materiais com a tecnologia Bt ausente de aplicação, Toledo, PR (2013).

Tratamentos	Produtividade (kg ha ⁻¹)					
	Teste de Tukey			Teste de Skott Knott		
	Híbrido 01	Híbrido 02	Média	Híbrido 01	Híbrido 02	Média
0 aplicação	9.540,87	9.252,33	9.396,60 b*	9.540,87	9.252,33	9.396,60 c**
1 aplicação	10.461,31	9.714,11	10.087,71 b	10.461,31	9.714,11	10.087,71 b
2 aplicações	11.012,21	10.947,61	10.979,91 a	11.012,21	10.947,61	10.979,91 a
3 aplicações	11.662,24	11.298,30	11.480,27 a	11.662,24	11.298,30	11.480,27 a
Material Bt				11.739,24	11.426,04	11.583,64 a
Média	10.669,16	10.303,09		10.883,17	10.527,68	
CV (%)	4,67			4,56		

*Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,01$). ** Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si significativamente pelo teste de Skott Knott ($P \leq 0,01$).

Do ponto de vista econômico, os ganhos provenientes do cultivo de transgênicos, são oriundos da redução de custos operacionais e de defensivos devido a menor incidência de pragas (Fernandez-Cortejo e McBride, 2000). Esse ganho dos materiais transgênicos na análise econômica final da produção, na maioria das vezes é utilizado para cobrir os gastos adicionais devido aos maiores custos das sementes (Fernandez-Cortejo e McBride, 2000).

Com isso, apesar dos maiores custos de manejo das áreas de refúgio devido a aplicação de inseticidas, seu menor custo em sementes faz com que o resultado econômico final seja equivalente ao material transgênico (Mauricci, 2009).

De acordo com a Mauricci (2009), os materiais transgênicos oferecem susceptibilidade análoga às zonas de refúgio com duas aplicações de inseticidas, prática essa realizada comumente nos campos nacionais, resultados esses semelhantes aos obtidos nesse trabalho, devido principalmente ao controle realizado por meio do evento transgênico, que no caso das zonas de refúgio é realizado pelo inseticida.

Bortoloto e Silva (2009) obtiveram resultados parecidos, uma vez que testando materiais isogênicos com transgênicos não verificaram diferenças significativas devido principalmente ao alto potencial genético que os materiais disponíveis no mercado possuem, sendo assim, ao oferecer condições ideais para o desenvolvimento, como no caso dos tratamentos com duas e três aplicações a produção não reflete em decréscimos consideráveis.

CONCLUSÕES

O manejo realizado com duas aplicações apresentou controle satisfatório sobre *S. frugiperda*, resultado em baixos valores de IPD, NISF e PMG;

O material Bt apresentou os melhores valores de IPD, NISF, PMG e grãos ardidos;

Apenas uma aplicação já realiza o controle sobre a presença de grãos ardidos nas espigas dos materiais isogênicos;

A prática de zona de refúgio com duas aplicações para controle de *Spodoptera frugiperda* se mostrou altamente eficiente quando comparada ao material Bt, devendo ser recomendada sua utilização no campo.

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* (Smith), *Diatraea saccharalis* (Fabricius) e *Doru luteipes* (Scudder) em milho isogênico e transgênico Bt. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.3, p.205-214, 2011.

BARBOSA, R. H.; KASSAB, S. O.; FONSECA, P. R. B.; ROSSONI, C.; SILVA, A. S. Inseticidas biológico e natural no controle da *Spodoptera frugiperda* (J.E SMITH, 1797) (*Lepidoptera: Noctuidae*) em milho cultivado em condições de campo. **Revista Verde**, v.6, n.3, p.247-251, 2011.

BAYER S. A. **Inseticida Belt**. Registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/MAPA sob nº 02509. On-line. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Inseticidas/BELT.pdf>> Acesso em: 15 Mar., 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRASIL. **Portaria nº 11**, Estabelece critérios complementares para classificação do milho. Diário Oficial da União, Brasília, n.72. de 12 de abril, 1996.

BORTOLOTO, V; SILVA, T.R.B. Avaliação do desenvolvimento de milho isogênico e milho Bt. **Cultivando o Saber**, v.2, n.3, p.89-95, 2009.

BUNTIN, G. D.; LEE, D.; WILSON, D. M.; MCPHERSON, R. M. Evaluation of YieldGard transgenic resistance for control of fall armyworm and corn earworm (*Lepidoptera: Noctuidae*) on corn. **Florida Entomologist**, v.84, n.1, p.37-42, 2001.

CECCON, G.; RAGA, A.; DUARTE, A.P.; SILOTO, R.C. Efeito de inseticidas na semeadura sobre pragas iniciais e produtividade de milho safrinha em plantio direto. **Bragantia**, v.63, n.2, p.227-237, 2004.

DAVIS, F. M.; NG, S. S.; WILLIAMS, W. P. **Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm.** Mississippi: Agricultural and Forest Experiment Station, 1992.

EMBRAPA - Embrapa Milho e Sorgo. **Área de refúgio – Recomendações de uso para o plantio do milho transgênico Bt.** <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55118/1/Area-refugio.pdf>> > (Acesso em 09/07/2013).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Milho: estratégias de manejo para alta produtividade.** Piracicaba: Esalq/USP/LPV, 2003. 208p.

FERNANDEZ-CORNEJO J e MCBRIDE W. **Genetically engineered crops for pest management in US agriculture: farm level benefits,** USDA/ERS 2000.

FERREIRA, D. F. **SISVAR – Sistemas de análises estatísticas.** Lavras, UFLA. 2003.

JULIATTI, F. C.; ZUZA, J. L. M. F.; SOUZA, P. P.; POLIZEL, A. C. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**, v.23, n.2, p.34-41, 2007.

KIRAN L. J.; MCMILLAN, D. Availability of corn stover as a sustainable feedstock for bioethanol production. **Bioresource Technology**, v.88, n.1, p.17–25, 2003.

MACHADO, V.; FIUZA, L.M. Manejo da resistência na era das plantas transgênicas. **Oecologia Australis**, v.15, p.291-302, 2011.

MARTINS, G. M.; TOSCANO, L. C.; TOMQUELSKI, G. V.; MARUYAMA, W. I. Inseticidas químicos e microbianos no controle da Lagarta-do-cartucho na fase inicial da cultura do milho. **Caatinga**, v.22, n.2, p.170-174, 2009.

MAURICCI, R. C.; MENDES, S. M.; MOREIRA, S. G.; WAQUIL, J. M. **Levantamento dos danos causados pela infestação de *Spodoptera frugiperda* (Smith) em lavouras comerciais de milho Bt na Região Central de Minas Gerais.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 9 p.

MONSANTO. **Technology Use Guide.** 2010. <http://www.monsanto.com/monsanto/ag_products/pdf/stewardship/2010_irm_guide.pdf> (Acesso em 09/07/2013).

NERI, D. K. P.; GOMES, F. B. G.; MORAES, J. C.; GÓES, G. B.; MARROCOS, S. T. P. Influência do silício na suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) ao inseticida lufenuron e no desenvolvimento de plantas de milho. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1633-1638, 2009.

RIBEIRO, N. A.; CASA, R. T.; BOGO, A. S.; LUIS, M.; EDER N.; WILLE, L. A. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e produtividade de grãos de genótipos de milho em diferentes sistemas de manejo. **Ciência Rural**, v.35, n.5, 2005.

STEWART, S. D; ADAMCZYK, J. J. Jr.; KNIGHTE, K.S; DAVI, F.M. Impact of Bt cottons expressing one or two insecticidal proteins of *Bacillus thuringiensis* Berliner on growth and survival of Noctuid (Lepidoptera) larvae. **Journal Economic Entomology**, v.94, p.752–760, 2001.

STORER, N. P.; BABCOCK, J. M.; SCHLENZ, M.; MEADE, T.; THOMPSON, G. D.; BING, J. W.; HUCKABA, R. M. Discovery and Characterization of Field Resistance to Bt Maize: *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Puerto Rico. **Journal of Economic Entomology**, v.103, n.4, p.1031-1038, 2010.

SANTOS, K. B.; NEVES, P.; MENEGUIM, A. M.; SANTOS, R. B.; SANTOS, W. J.; VILLAS BOAS, G.; DUMAS, V.; MARTINS, E.; PRAÇA, L. B.; QUEIROZ, P.; BERRY, C.; MONNERAT, R. Selection and characterization of the *Bacillus thuringiensis* strains toxic to *Spodoptera eridania* (Cramer), *Spodoptera cosmioides* (Walker) and *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Biological Control**, v.50, n.2, p.157–163, 2009.

TOSCANO, L. C.; CALADO FILHO, G. C.; CARDOSO, A. M.; MARUYAMA, W. I.; TOMQUELSKI, G. V. Impacto de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* e seus inimigos naturais em milho safrinha cultivado em Cassilândia e Chapadão do Sul, MS. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.79, n.2, p.223-231, 2012.

ZANCANARO, P. O.; BUCHWEITZ, E. D.; BOIÇA JR., A. L.; MORO, J. R. Avaliação de tecnologias de refúgio no cultivo de milho transgênico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.7, p.886-891, 2012.

WILLIAMS, W. P.; SAGERS, J. B.; HANTEN, J. A.; DAVIS, F. M.; BUCKLEY, P. M. Transgenic corn evaluated for resistance to fall armyworm and southwestern corn borer. **Crop Science**, v.37, p.957-962, 1997.

Recebido para publicação em: 17/03/2014

Aceito para publicação em: 11/06/2014