

## PULVERIZAÇÃO CONJUGADA À FERTILIZAÇÃO PARA CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* EM MILHO COM VOLUME REDUZIDO DE CALDA INSETICIDA

Henrique Borges Neves Campos<sup>1</sup>, Lílian Lúcia Costa<sup>2</sup>, Sergio Tadeu Decaro Junior<sup>1</sup>, Dieimisson Paulo Almeida<sup>1</sup>, Marcelo da Costa Ferreira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro(s) Agrônomo(s) M.Sc., Univ. Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal-SP, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, CEP 14884-900, sergiotdecaro@yahoo.com.br; lucasgomes@agronomo.eng.br; dieimissonpa@gmail.com

<sup>2</sup>Professora Efetiva Doutora, Instituto Federal Goiano, Câmpus de Morrinhos-GO, CEP: 75650-992, lilianlcosta@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Professor Adjunto Doutor, Univ. Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal-SP, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, CEP 14884-90, mdacosta@fcav.unesp.br

**Resumo** - O objetivo deste estudo foi avaliar o controle químico de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) com a aplicação localizada de inseticida em função do volume de calda no milho (*Zea mays* L.). Foram conduzidos dois experimentos com plantas de milho geneticamente modificadas em cultivo de verão. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 3 + 1 em quatro repetições. Os níveis dos fatores foram constituídos pelo resultado da combinação do modo de aplicação do inseticida (aplicação localizada e aplicação em área total), volumes de calda (50, 100 e 150 L ha<sup>-1</sup>) e um tratamento adicional (sem a aplicação de inseticida). Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância (ANOVA) e as médias das parcelas foram comparadas entre si, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi utilizado o inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina na dose de recomendação do produto. Os tratamentos pulverizados, no geral, não diferiram estatisticamente da testemunha. Os modos de aplicação do inseticida têm o mesmo efeito no controle de *S. frugiperda*. A aplicação localizada pode diminuir a deposição de inseticida aplicado fora do alvo em relação à aplicação em área total. O volume de 50 L ha<sup>-1</sup> foi adequado.

Palavras-chave: Técnicas de aplicação; volumes de aplicação; pontas de pulverização, lagarta-do-cartucho.

### Introdução

A lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é um dos principais insetos-praga em cultivos de milho, *Zea mays* L., no Brasil. Alimenta-se em todos os estádios fenológicos da planta, provocando reduções significativas de produtividade (GALLO et al., 2002).

A adoção de híbridos de milho transgênicos, com genes de *Bacillus thuringiensis* (Bt), aumentou a tolerância ao ataque de *S. frugiperda* (WAQUIL; VILLELA; FOSTER, 2002). Porém, em situações de alta infestação do inseto, as pulverizações de inseticidas são indispensáveis para reduzir danos à cultura (LORENÇÃO; BARROS; MELO, 2009)

Quando necessário, os inseticidas têm sido aplicados em área total por pulverizadores de barra (AL-SARAR; HALL; DOWNER, 2006). No entanto, grande parte da calda inseticida é perdida e não atinge o inseto com técnicas tradicionais devido à incompatibilidade entre o posicionamento das pontas de pulverização com a linha de plantio.

Espera-se pela adequação do comprimento da barra de pulverização à faixa de fertilização, alinhando as pontas de pulverização às linhas de semeadura do milho, o melhor direcionamento do jato de calda para o local de ocorrência da lagarta. O que não acontece com a pulverização isolada, em que a barra é, em geral, mais larga que a faixa de fertilização e os bicos incompatíveis com as linhas de semeadura.

Observado que as aplicações de inseticida no controle de *S. frugiperda* no milho ocorrem em período semelhante à fertilização em cobertura, devido à exigência em grandes quantidades de nitrogênio pela cultura e perdas por lixiviação (PÖTTKER; WIETHÖLTER, 2004), há a hipótese que inseticida e fertilizante aplicados simultaneamente seja viável.

O objetivo deste estudo foi avaliar o controle de *S. frugiperda* com a aplicação localizada de inseticida em operação conjugada à fertilização em função do volume de calda na cultura do milho.

## Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos em área experimental (latitude 21°15'22" S, longitude 48°19'20" W e altitude de 575 metros) com a semeadura do híbrido de milho transgênico 2B688 (Herculex I<sup>®</sup>, Cry 1F) em plantio convencional. O primeiro experimento foi instalado em 19/12/2011 e sua repetição em 27/12/2011. Ambos os experimentos foram conduzidos em cultivo de verão. A fertilização de plantio foi de 350 kg ha<sup>-1</sup> (8-20-20 NPK) e a fertilização em cobertura de 200 kg ha<sup>-1</sup> de ureia, de acordo com análises do solo na área experimental. Foi utilizado o espaçamento entre linhas de 0,9 m, comumente adotado pelos agricultores da região onde o estudo foi conduzido, e seis sementes por metro de sulco.

Cada unidade experimental foi constituída por quatro linhas de 15 metros de comprimento totalizando 54 m<sup>2</sup> de área, onde duas linhas centrais foram consideradas área útil, totalizando 27 m<sup>2</sup> de área.

Após a emergência das plântulas foi monitorada a infestação de *S. frugiperda* na área experimental pela retirada de quatro plantas, escolhidas aleatoriamente fora da área útil de cada parcela, para verificação do dano provocado pelas lagartas às folhas. Foi adotada a escala visual de dano de 0 (nenhum dano as plantas) a 9 (plantas com quase todas as folhas destruídas), com base na escala visual adaptada de Davis et al. (1992). O inseticida foi aplicado com plantas apresentando dano 4 (de 3 a 4 lesões de 1,3 a 2,5 cm por planta).

Foi utilizado o inseticida do grupo químico neonicotinóide, na formulação suspensão concentrada, composto pela mistura de imidacloprido + beta-ciflutrina (100 g L<sup>-1</sup> + 12,5 g L<sup>-1</sup>) na dose de 0,8 L ha<sup>-1</sup> de produto comercial Connect<sup>®</sup> (Bayer CropScience) conforme recomendação no rótulo e especificações técnicas do produto.

Foi utilizada a ponta de pulverização de energia hidráulica com pré-orifício DG 015, 02 e 03 galões americanos por minuto, respectivamente para os volumes de aplicação de 50, 100 e 150 L ha<sup>-1</sup>. Modelos EVS, com 95 graus de ângulo de jato plano aspergido (jato contínuo, de polímero com inserto de aço inoxidável), foram escolhidos para a aplicação localizada, e modelos VS, com 110 graus de ângulo de jato plano aspergido (jato convencional, de polímero com inserto de aço inoxidável), para a aplicação em área total.

Para a calibração dos volumes foram realizados ajustes com as vazões dos modelos de pontas mencionados, pressão de trabalho e velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador, visando adequá-los aos modos de aplicação do inseticida. Nas aplicações do inseticida foi utilizado um trator modelo Ford 4610 para deslocamento do pulverizador. A calda inseticida foi pressurizada por cilindro com CO<sub>2</sub>.

As condições meteorológicas durante a aplicação dos tratamentos nos experimentos 1 e 2 estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Condições meteorológicas durante as aplicações de inseticida no controle de *S. frugiperda* em milho. Jaboticabal/SP.

APLICAÇÃO LOCALIZADA							
Tratamentos	Experimento 1 (10/01/2011)				Experimento 2 (17/01/2011)		
	Temp. (C°)	U.R (%)	Hora	V.V (km h <sup>-1</sup> )	Temp. (C°)	U.R (%)	V.V (km h <sup>-1</sup> )
DG - 50 L ha <sup>-1</sup>	32,6	55	9h30	2	30,5	53	9h10
DG - 100 L ha <sup>-1</sup>	33,0	50	9h55	3	31,2	49	9h45
DG - 150 L ha <sup>-1</sup>	35,8	48	10h25	3	33,4	46	10h16

  

APLICAÇÃO EM ÁREA TOTAL							
Tratamentos	Experimento 1				Experimento 2		
	Temp. (C°)	U.R (%)	Hora	V.V (km h <sup>-1</sup> )	Temp. (C°)	U.R (%)	V.V (km h <sup>-1</sup> )
DG - 50 L ha <sup>-1</sup>	36,3	40	15h05	3	35,1	43	15h00
DG - 100 L ha <sup>-1</sup>	35,9	45	15h40	4	35,5	41	15h25
DG - 150 L ha <sup>-1</sup>	33,0	49	16h15	4	34,4	44	15h55

Temp. - Temperatura do ar. U.R - Umidade relativa do ar. V.V - Velocidade do Vento.

A aplicação localizada do inseticida foi realizada com quatro pontas na barra de pulverização, no espaçamento entre bicos de 0,9 m, o mesmo adotado na linha de plantio. A barra de pulverização foi acoplada à dianteira do trator e o jato pulverizado direcionado com pingente para o cartucho das plantas de milho. A distância das pontas de pulverização em relação às plantas foi ajustada entre 0,2 a 0,25 m. Em operação conjugada o fertilizante foi distribuído entre as linhas de plantio do milho com equipamento acoplado à traseira do trator e sem interferência na aplicação do inseticida. A aplicação do inseticida em área total foi realizada por seis pontas na barra de pulverização acoplada a dianteira do trator, no espaçamento entre bicos de 0,5 m e com a altura da barra em relação às plantas de milho ajustada em 0,5 a 0,55 m.

A aplicação do inseticida no experimento 1 ocorreu aos 17 dias após a emergência das plântulas (DAE). No experimento 2 ocorreu aos 15 DAE. Em ambos os experimentos as plantas de milho estavam em estágio de crescimento V 4.

Aos 3, 6 e 10 dias após a aplicação do inseticida (DAA) foi avaliado o controle da lagarta-do-cartucho. Retiraram-se quatro plantas, escolhidas aleatoriamente nas linhas de bordadura de cada parcela, para o registro do número de lagartas vivas. Durante as avaliações foram encontradas lagartas entre 1° (3 mm) e 4° (11 a 15 mm) instares.

A partir do número de lagartas vivas antes da aplicação de inseticida e aos 3, 6 e 10 DAA, foi realizado o cálculo da porcentagem de eficiência pela fórmula de Henderson e Tilton (1955). Os valores encontrados classificaram os tratamentos em baixa eficácia (menor que 80%), boa eficácia (de 80 a 90%) e alta eficácia (maior que 90%).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 3 + 1 em quatro repetições. Os níveis dos fatores foram constituídos pelo resultado da combinação do modo de aplicação do inseticida (aplicação localizada e aplicação em área total), volumes de calda (50, 100 e 150 L ha<sup>-1</sup>) e um tratamento adicional (sem a aplicação de inseticida).

Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância (ANOVA) e as médias das parcelas foram comparadas entre si, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas em programa computacional AgroEstat – sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos - versão 1.1.0.0694, 2011. Os dados dos dois experimentos foram transformados em Log x para atender aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variância da ANOVA.

## Resultados e Discussão

O cálculo da porcentagem de eficiência no controle de *S. frugiperda* verificou eficácia maior que 80% nos tratamentos com a aplicação do inseticida na linha da cultura e menor que 80% quando aplicado em área total. Seguindo este critério, os tratamentos com aplicação localizada foram classificados em boa eficácia e os tratamentos com aplicação em área total em baixa eficácia.

A aplicação localizada atingiu com maior precisão o produto no alvo e o resultado foi a maior porcentagem de eficiência de controle da lagarta-do-cartucho. Campos, Lemos e Ferreira (2012) avaliaram o controle de *S. frugiperda* com a pulverização de inseticida diretamente na linha de plantio e explicam que o casamento entre o espaçamento dos bicos na barra de pulverização e as linhas de plantio do milho aumenta a proporção de gotas depositadas no cartucho das plantas.

Por outro lado, pelos resultados obtidos na análise estatística nos experimentos 1 e 2, foi verificado aos 3, 6 e 10 dias após a aplicação do inseticida (DAA) o mesmo efeito entre aplicação localizada e aplicação em área total no controle de lagartas de *S. frugiperda* (Tabela 1).

Apesar da mesma eficácia entre os modos de aplicação do inseticida na mortalidade de *S. frugiperda*, opta-se pela aplicação localizada devido a menor quantidade de agrotóxico aplicado diretamente no solo em relação à aplicação em área total. Por meio de pingentes que direcionam os bicos para o cartucho das plantas (sem sobreposição dos jatos aspergidos pelas pontas de pulverização) a quantidade de produto aplicado fora do alvo diminui.

Os volumes de calda de 50, 100 e 150 L ha<sup>-1</sup> não diferiram significativamente aos 3, 6 e 10 DAA no controle da lagarta-do-cartucho em ambos os experimentos. Portanto, o volume de 50 L ha<sup>-1</sup>, embora três vezes menor que o volume 150 L ha<sup>-1</sup>, foi adequado para o controle da lagarta-do-cartucho, independente do modo de aplicação do inseticida. Os resultados obtidos são semelhantes aos encontrados por Campos et al., (2012) em avaliação do controle químico de *S. frugiperda* em milho com os volumes de calda de 50, 100 e 150 L ha<sup>-1</sup>. Os autores também verificaram eficácia no controle da praga com o menor volume de calda.

**Tabela 2.** Média do número de lagartas de *S. frugiperda* nas parcelas experimentais aos 3, 6 e 10 dias após a aplicação (DAA) do inseticida imidacloprido + beta-ciflutrina, em aplicação localizada e em área total, nos volumes de calda de 50, 100 e 150 L ha<sup>-1</sup> em tratamentos pulverizados e não pulverizados. Jaboticabal, SP.

Modo de aplicação (M.A.)	3 DAA		6 DAA		10 DAA	
	Exp.1	Exp.2	Exp.1	Exp.2	Exp.1	Exp.2
Aplicação localizada	0,08 a	0,70 a	0,12 a	0,37 a	0,00 a	0,04 a
Aplicação em área total	0,12 a	0,87 a	0,12 a	0,25 a	0,08 a	0,12 a
Volumes (V.)	Exp.1	Exp.2	Exp.1	Exp.2	Exp.1	Exp.2
50 L ha <sup>-1</sup>	0,06 a	0,81 a	0,06 a	0,31 a	0,06 a	0,12 a
100 L ha <sup>-1</sup>	0,12 a	0,68 a	0,06 a	0,43 a	0,00 a	0,12 a
150 L ha <sup>-1</sup>	0,12 a	0,87 a	0,25 a	0,18 a	0,06 a	0,00 a
Teste F						
	Exp.1	Exp.2	Exp.1	Exp.2	Exp.1	Exp.2
M.A.	0,19 <sup>NS</sup>	0,68 <sup>NS</sup>	0,00 <sup>NS</sup>	0,76 <sup>NS</sup>	2,20 <sup>NS</sup>	0,97 <sup>NS</sup>
V.	0,19 <sup>NS</sup>	0,30 <sup>NS</sup>	1,90 <sup>NS</sup>	1,01 <sup>NS</sup>	0,55 <sup>NS</sup>	0,97 <sup>NS</sup>
M.A. X V.	0,19 <sup>NS</sup>	4,10*	0,63 <sup>NS</sup>	1,01 <sup>NS</sup>	0,55 <sup>NS</sup>	0,97 <sup>NS</sup>
Fatorial X Testemunha	0,19 <sup>NS</sup>	4,23*	0,85 <sup>NS</sup>	6,8*	2,20 <sup>NS</sup>	0,00 <sup>NS</sup>
C.V. (%)	5,81	3,76	2,31	3,57	4,10	2,75

Médias dos dados originais e letras dos transformados. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Pelo teste F, NS = Não Significativo; \*significativo a 5% de probabilidade. C.V.(%) - Coeficiente de variação.

De acordo com a análise estatística, os tratamentos pulverizados com imidacloprido + beta-ciflutrina não diferiram estatisticamente do tratamento testemunha no controle da lagarta-do-cartucho aos 3, 6 e 10 DAA no experimento 1 e aos 10 DAA no experimento 2 (Tabela 2). Isto é, tem-se efeito semelhante no controle da praga em tratamentos pulverizados e não pulverizados.

Estes resultados comprovam o efeito inseticida em plantas de milho geneticamente modificadas, causando o controle lagartas de *S. frugiperda* pela ingestão de toxinas presentes em seus tecidos. Resultados semelhantes foram observados por Castro et al. (2009) e Araújo et al. (2012). Entretanto, aos 3 e 6 DAA no experimento 2 observa-se a redução significativa da lagarta-do-cartucho nos tratamentos aplicados com inseticida em comparação a testemunha (Tabela 2). Nota-se que, apesar do efeito tóxico sobre lagartas de *S. frugiperda* em híbridos de milho *Bt*, a aplicação complementar de inseticida contribui no manejo da praga.

Michelotto et al. (2011) avaliaram a interação entre transgênicos e inseticidas no controle de pragas-chaves do milho e obtiveram resultados semelhantes. Os autores explicam que, em situações de alta infestação de *S. frugiperda*, a pulverização de inseticidas faz-se necessária mesmo em genótipos de milho *Bt*.

Deste modo, nas condições deste estudo, a técnica de aplicação localizada de inseticida em operação conjugada à fertilização demonstrou-se eficiente. No entanto, o controle de *S. frugiperda* não tem se mostrado uma tarefa fácil. Vale destacar que, seguir os princípios básicos do manejo integrado de pragas (MIP) é fundamental no manejo fitossanitário deste importante inseto na cultura do milho.

## Conclusão

A aplicação localizada de inseticida em operação conjugada à fertilização é eficaz no controle de *S. frugiperda* no milho e diminui a quantidade de inseticida aplicado diretamente no solo em relação à aplicação em área total.

Dos volumes de calda avaliados, 50 L ha<sup>-1</sup> é indicado no controle da lagarta-do-cartucho.

Quando se faz necessário o controle químico, a aplicação de imidacloprido + beta-ciflutrina é indicada no controle da lagarta-do-cartucho no milho.

## Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP pela concessão da bolsa de mestrado.

## Organização:

Depto. Fitossanidade, UNESP - Câmpus de Jaboticabal.

## Referências

- AL-SARAR, A.; HALL, F.R.; DOWNER, R.A. Impact of spray application methodology on the development of resistance to cypermethrin and spinosad by fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE SMITH). **Pest Management Science**, v.62, n.11, p.1023-1031, 2006.
- 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* (J. E. SMITH), *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS) e *Doru luteipes* (SCUDDER) em milho convencional e transgênico *Bt*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.3, p.205-214, 2011.
- CAMPOS, H.B.N.; LEMOS, R.E.; FERREIRA, M.C. Control of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* with two types of application of insecticides and three spray volumes in maize. In: 4<sup>th</sup> International Symposium on Pesticides and Environmental Safety, 2012, Beijing. **Resumos...** Beijing: ISPES, 2012. p.240.
- CAMPOS, H.B.N.; FERREIRA, M.C.; RAMOS, V.L.; COSTA, L.L. Efeito de inseticidas, pontas de pulverização e volumes de calda no controle de *Spodoptera frugiperda* em aplicação localizada. **O Biológico**, v.74, p.119, 2012.
- CASTRO, A.L.G.; CRUZ, I.; SILVA, I.F.; PAULA, C.S.; LEO, M.L.; FERREIRA, T.E.; MENEZES, A.P.J. Flutuação populacional do parasitoide *Eiphosoma vitticole* (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) em milho convencional e transgênico (*Bt*). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, p.4341-4344, 2009.
- 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, p.9. (Technical Bulletin, 186).
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. p.919.
- HENDERSON, C.F.; TILTON, E.W. Tests with acaricides against the brow wheat mite. **Journal of Economic Entomology**, v.48, n.2, p.157-161, 1955.
- LORENÇÃO, A.L.F.; BARROS, R.; MELO, E.P. Milho Bt: uso correto da tecnologia. In: TECNOLOGIA E PRODUÇÃO: MILHOS SAFRINHA E CULTURAS DE INVERNO, 2009, Maracajú. **Resumos...** Maracajú: Fundação MS, 2009. p.19-89.
- MICHELOTTO, M.D.; FINOTO, E.L.; MARTINS, A.L.M.; DUARTE, A.P. Interação entre transgênicos (*Bt*) e inseticidas no controle de pragas-chave em híbridos de milho-safrinha. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.78, n.1, p.71-79, 2011.
- PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S. Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema de plantio direto. **Ciência Rural**, v.34, n.4, p.1015-1020, 2004.
- WAQUIL, J.M.; VILELLA, F.M.F.; FOSTER, J.E. Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgênico (*Bt*) à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.3, p.1-11, 2002.