

Eficiência de Diferentes Tecnologias *Bt* no Controle de Pragas na Safrinha: III. Efeito na Produtividade

Marcos Doniseti Michelotto¹, Rogério Soares de Freitas², Melina Zacarelli Pirota⁵, Aildson Duarte Pereira⁴ e Everton Luis Finoto³

¹Apta Regional Centro Norte, Pindorama, SP, michelotto@apta.sp.gov.br, ²Apta Regional Noroeste Paulista, Votuporanga, SP, freitas@apta.sp.gov.br, ³Acadêmica da IMES e Bolsista FUNDAG, Catanduva, SP, melina_pirota@hotmail.com, ⁴Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, SP, aildson@apta.sp.gov.br ⁵Apta Regional Centro Norte, Pindorama, SP, evertonfinoto@apta.sp.gov.br,

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de híbridos de milho transgênicos e convencionais, submetidos ou não à pulverização com inseticidas para controle da lagarta-do-cartucho. Os ensaios foram instalados em áreas experimentais da Apta Regional Centro Norte e Noroeste Paulista, em Pindorama e Votuporanga, respectivamente, na safrinha de 2011. Em ambos os ensaios foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 8x4, com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu aos oito híbridos comerciais de diferentes empresas. O segundo fator foi constituído pelos manejos de controle da lagarta do cartucho: híbrido convencional sem inseticida; híbrido convencional + inseticida; híbrido transgênico sem inseticida e híbrido transgênico + inseticida. Foram avaliados os danos ocasionados pela lagarta-do-cartucho e determinou-se a produtividade. As maiores diferenças de produtividade entre os híbridos transgênicos e suas isolinhas convencionais pulverizadas ou não com inseticida ocorrem quando os danos ocasionados pela lagarta-do-cartucho são muito intensos. Em Pindorama, local de maior ataque da lagarta-do-cartucho, todos os híbridos transgênicos foram mais produtivos que suas isolinhas convencionais pulverizadas ou não com inseticida. Em Votuporanga, local pouco atacado, não houve diferença significativa na produtividade entre as isolinhas convencionais e transgênicas.

Palavras-chave: *Zea mays*, manejo-de-pragas, inseticida, lagarta-do-cartucho, híbridos.

Introdução

Um dos principais fatores que comprometem o rendimento e a qualidade da produção do milho é a incidência de pragas. As lagartas do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith), da-espiga, *Helicoverpa zea* (Bod.) e a broca-da-cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fab.) destacam-se como as principais pragas dessa gramínea. (DUARTE et al., 2007; GALLO et al., 2002).

De acordo com Waquil et al. (2002), a produtividade é influenciada por diversos fatores e sua correlação com uma característica fenotípica única, geralmente, é baixa. Ainda assim, os híbridos de milho transgênico resistentes produziram cerca de 32% a mais que as testemunhas suscetíveis. O mesmo autor ainda destaca que pode ser obtida maior

produtividade com a incorporação do gene *Bt* (expressando a toxina Cry 1F) em genótipos com maior potencial de produção.

Em função das recentes liberações de tecnologias *Bt* para controle de pragas no milho, objetivou-se neste trabalho avaliar a produtividade de híbridos contendo essas tecnologias, comparado também a híbridos isolinhas pulverizados ou não com inseticidas para controle da lagarta-do-cartucho.

Material e Métodos

Os ensaios foram conduzidos em duas localidades do estado de São Paulo na safrinha de 2011, seguindo recomendações da CTNBIO (Tabela 1).

Em todos os ensaios, foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 8 x 4, com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu aos 8 híbridos comerciais de diferentes empresas, conforme tabela 2. O segundo fator foi constituído pela utilização de quatro manejos de controle de lepidópteros: híbrido convencional sem inseticida; híbrido convencional + inseticida; híbrido transgênico sem inseticida e híbrido transgênico + inseticida.

As parcelas foram constituídas de 8 linhas de 10 metros, sendo as avaliações realizadas nas 4 linhas centrais, descartando-se 1,5 metros iniciais e finais de cada linha.

Para a avaliação dos danos ocasionados pela lagarta-do-cartucho, foram realizadas amostragens ao acaso de 20 plantas por parcela, verificando-se o número de plantas com dano da lagarta (qualquer tipo de lesão), calculando a percentagem de plantas com lesão. Concomitantemente, foram atribuídas notas de intensidade de dano foliar seguindo escala de notas que variou de 0 (sem dano) a 9 (cartucho totalmente destruído) de acordo com FERNANDES et al. (2003) adaptada de DAVIS et al. (1992). Estas avaliações foram realizadas até o início pendoamento das plantas.

Para determinação de produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ a 13% de umidade) foi realizada a colheita de 5 metros lineares das duas linhas centrais (3^a e 4^a linhas) da parcela útil. Para análise dos resultados, foi realizada análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, em cada localidade. Realizou-se também uma análise de correlação entre as notas de sintomas visuais da lagarta-do-cartucho e a produtividade.

Resultados e Discussão

Observou-se diferença significativa para as notas de sintomas visuais de ataque da lagarta-do-cartucho em Pindorama, sendo que as maiores notas foram verificadas no híbrido

30F35/30F35 Y e os híbridos com menores notas foram AG8088/AG8088 VTpro e Maximus/Maximus Viptera. Em Votuporanga não foi verificada diferença significativa (Tabela 3).

Quando analisados isoladamente, verificou-se que os manejos mais eficientes no controle da lagarta-do-cartucho foram através do uso de híbridos transgênicos pulverizados ou não. No entanto, em Votuporanga, mesmo na média dos híbridos convencionais não pulverizados as notas de sintomas foram de 4,46, o que representa folhas apenas raspadas, indicando uma baixa infestação da lagarta-do-cartucho na área experimental.

Para a produtividade, quando se analisou os híbridos isoladamente, ou seja, independentemente do tipo de manejo utilizado, observou-se em Pindorama que o híbrido mais produtivo foi AG8088/AG8088 VTPro (4.180 kg.ha⁻¹) enquanto que os menos produtivos foi o híbrido 30F35/30F35 H (2.938 kg.ha⁻¹). Em Votuporanga, os híbridos mais produtivos foram os híbridos AG8088/AG8088 VTpro (5.300 kg.ha⁻¹) e AG8088/AG8088 YG (5.243 kg.ha⁻¹) e o menos produtivo foi 30F35/30F35 H (3.594 kg.ha⁻¹), conforme Tabela 3.

Com relação aos manejos, quando analisados isoladamente, observou-se que em Pindorama onde os ataques dos insetos foram mais intensos, a diferença de produtividade foi mais evidente, sendo que os híbridos transgênicos foram mais produtivos que os híbridos convencionais pulverizados ou não. Em Votuporanga também foi observado esta diferença, porem menos evidente (Tabela 3).

Na interação significativa entre híbridos e manejos para a produtividade de grãos em Votuporanga, somente os híbridos 30F35/30F35 Y, 2B710 / 2B710 HX, Impacto / Impacto TL e AG8088 / AG8088 YG diferiram entre os manejos, sendo que os híbridos 30F35 Y, 2B710 e AG8088 YG foram os mais produtivos quando pulverizados. Já o híbrido Impacto TL foi o mais produtivo sem a aplicação de inseticida. Analisando somente os híbridos transgênicos não pulverizados, o híbrido mais produtivo foi Impacto TL e o menos produtivo foi 30F35 H (Tabela 4).

Observou-se em Pindorama que o coeficiente de correlação obtido para nota de sintomas de danos da lagarta-do-cartucho e produtividade foi negativo e significativo, indicando que à medida a intensidade de ataque aumentou, ocorreu redução na produtividade. Já para Votuporanga, local de baixa infestação da lagarta-do-cartucho, não se observou correlação significativa (Figura 1).

Conclusões

As maiores diferenças de produtividade entre os híbridos transgênicos e suas isolinhas convencionais pulverizadas ou não com inseticida ocorrem quando os danos ocasionados pela lagarta-do-cartucho são muito intensos.

Em Pindorama, local de maior ataque da lagarta-do-cartucho, todos os híbridos transgênicos foram mais produtivos que suas isolinhas convencionais pulverizadas ou não com inseticida.

Em Votuporanga, local pouco atacado pela lagarta-do-cartucho, não houve diferença significativa na produtividade entre as isolinhas convencionais e transgênicas.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fapesp pelo aporte financeiro ao projeto de pesquisa.

Literatura Citada

DAVIS, F.M.; WILLIAMS, W.P. Methods used to screen maize for and to determine mechanisms of resistance to the Southwestern corn borer and Fall armyworm. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON METHODOLOGIES FOR DEVELOPMENT HOST PLANT RESISTANCE TO MAIZE INSECTS, 1989, México. Proceedings... México: CIMMYT, 1989. p.101-104

DUARTE, J.M.; GOMES, M.S.; SALDANHA, L.A.; ARGENTA, G.; RAMBO, L. Eficácia de híbridos de milho Bt11 no controle de lepidópteros-praga em condições de campo sob infestação natural. 2007. Disponível em: <<http://www.syngenta.com.br/cs/Resumo%20expandido%20milho%20Bt11.pdf>>. Acesso em: 10/02/2009.

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.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCHHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. Entomologia Agrícola. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

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, Sete Lagoas, v.1, n.3, p.1-11, 2002.

Tabela 1. Caracterização dos ensaios de safrinha de 2011 instalados em três localidades do estado de São Paulo.

Local dos ensaios	Datas de Semeadura	Adubação Semeadura		Aplicação de Inseticidas ¹
		kg/ha	Fonte	Datas
Pindorama	15/abril	350	08-28-16	11 e 30/mai
Votuporanga	15/mar	300	08-28-16	07 e 26/abr

¹ Inseticida Tracer (spinosad) na dosagem de 100 mL.ha⁻¹ do produto comercial.

Tabela 2. Empresas, eventos, marcas, toxinas e híbridos de milho transgênicos (*Bt*) utilizados no ensaio de safrinha de 2011

EMPRESA	EVENTO	MARCA (SIGLA)	TOXINA	HÍBRIDOS
Monsanto	MON810	YieldGard® (YG, Y)	Cry 1Ab	30F35 Y, AG8088 YG e DKB 350 YG
Dow AgroSc.	TC1 507	Herculex® (HX, H)	Cry 1F	30F35 H e 2B710 HX
Syngenta	BT11	Agrisure TL® (TL)	Cry 1Ab	IMPACTO TL
Syngenta	MIR 162	Viptera® (Viptera)	VIP3Aa20	Maximus Viptera
Monsanto	MON89034	VTpro® (VTpro)	Cry 1A105 (1Ab, 1Ac, 1F) + Cry2Ab2	AG8088 VTpro

Tabela 3. Produtividade (Kg.ha⁻¹) de híbridos de milho convencionais e transgênicos (*Bt*) submetidos ou não a pulverizações com inseticidas na safrinha em diferentes localidades do estado de São Paulo. 2011

Híbridos (H)	Locais ¹			
	Pindorama		Votuporanga	
	Nota de dano foliar ²	Produtividade	Nota de dano foliar ²	Produtividade
30F35 / 30F35H	3,31 cd	2.938 c	1,86	3.594 e
30F35 / 30F35Y	4,70 a	3.131 bc	1,92	4.017 de
2B710 / 2B710HX	3,18 de	3.844 ab	2,53	4.440 cd
Impacto / Impacto TL	3,91 bc	3.880 ab	2,16	4.855 abc
AG8088 / AG8088 YG	4,37 ab	3.596 abc	2,33	5.243 a
AG8088 / AG8088 VTpro	2,67 e	4.180 a	2,23	5.300 a
DKB350 / DKB350 YG	4,54 ab	3.672 abc	2,27	4.569 bc
Maximus / Maximus Vip	2,88 e	3.693 abc	2,44	5.086 ab
Média	3,70	3.617	2,22	4.638
Teste F	32,20**	4,98**	0,87 ^{ns}	23,23**
Manejos (M)				
Conv. Não Pulv.	7,56 a	3.152 c	4,46 a	4.685 ab
Conv. Pulv.	2,87 b	3.410 bc	3,03 b	4.407 b
Transg. Não Pulv.	2,96 b	4.015 a	0,88 c	4.649 ab
Transg. Pulv.	1,39 c	3.891 ab	0,49 d	4.811 a
Teste F	396,4**	10,31**	228,4**	3,60*
Interação				
F (H x M)		1,58 ^{ns}		2,27*
CV (%)	9,52	9,98	14,02	10,85

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}= não significativo; *, **= significativo a 5 e 1% de probabilidade.

² Nota de sintomas visuais de ataque da lagarta-do-cartucho segundo Fernandes et al. (2003).

Tabela 4. Desdobramento da interação entre os híbridos de milho safrinha e os manejos da lagarta-do-cartucho na produtividade de grãos (kg.ha⁻¹) em Votuporanga, SP. Safrinha 2011.

Híbridos	Manejos da Lagarta-do-cartucho ¹				Teste F
	Convencional		Transgênicos		
	Não Pulv.	Pulver.	Não Pulv.	Pulver.	
Votuporanga					
30F35 / 30F35 H	3.924 b	3.437 b	3.212 d	3.802 d	1,70 ^{ns}
30F35 / 30F35 Y	3.924 b AB	3.437 b B	4.331 bc B	4.377 cd A	3,02*
2B 710 / 2B710 HX	4.623 ab AB	4.942 a A	4.073 cd B	4.123 d AB	2,75*
Impacto / Impacto TL	4.870 ab AB	4.491 ab B	5.436 a A	4.621 bcd AB	2,77*
AG8088 / AG8088 YG	5.343 a AB	4.855 a B	4.768 abc B	6.007 a A	5,11**
AG8088 / AG8088 VT Pro	5.343 a	4.855 a	5.421 ab	5.581 ab	1,55 ^{ns}
DKB 350 / DKB 350YG	4.771,5 ab	4.374 ab	4.561 abc	4.570 bcd	0,42 ^{ns}
Maximus / Maximus Vip	4.677,5 ab	4.869 a	5.388 ab	5.409 abc	2,16 ^{ns}
Teste F	4,67**	6,30**	9,67**	9,38**	

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}= não significativo; *, **= significativo a 5 e 1% de probabilidade.

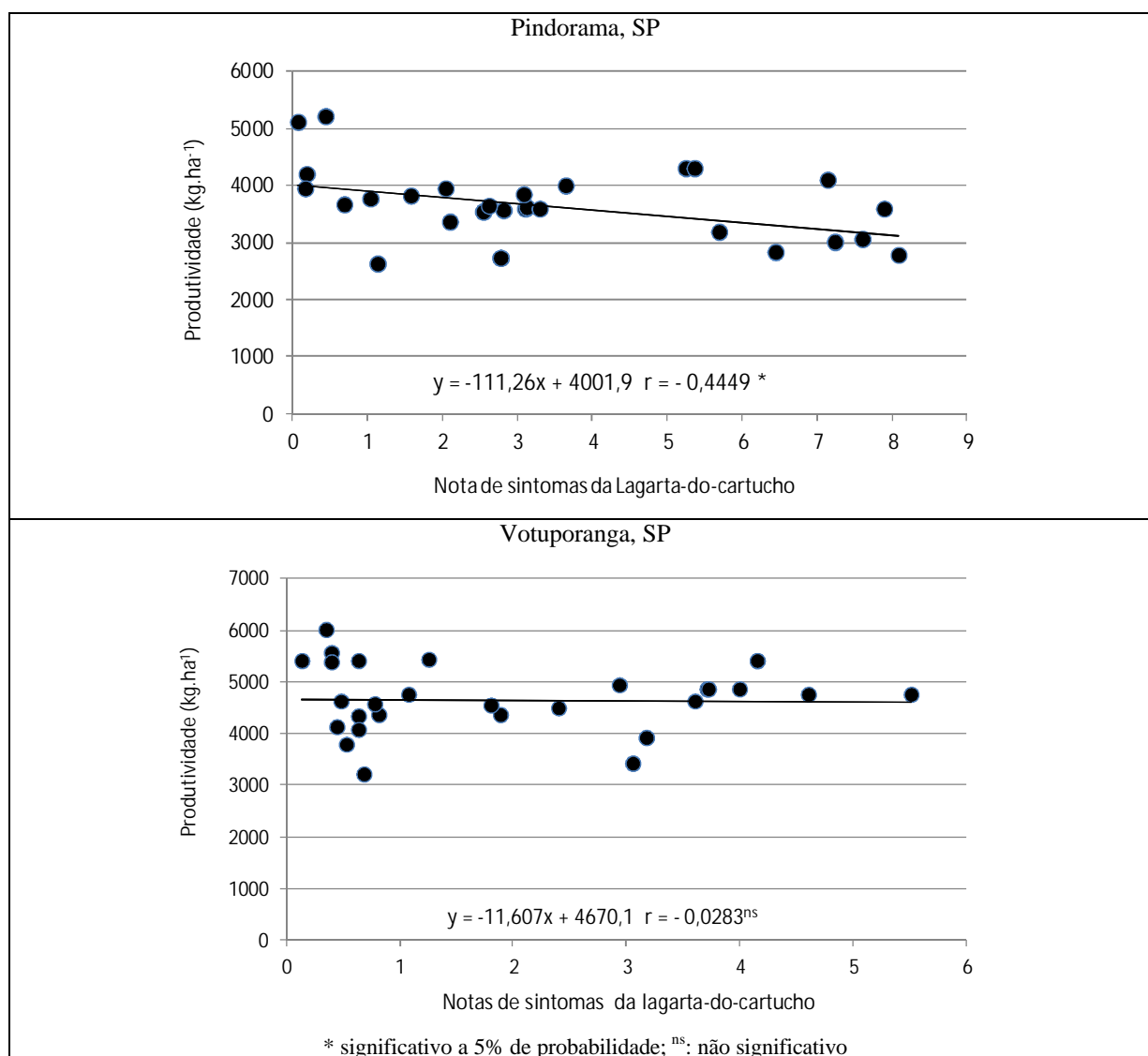


Figura 1. Correlações lineares obtidas entre notas de sintomas visuais de ataque de *S. frugiperda* e a produtividade de grãos (Kg.ha⁻¹) em duas localidades. Safrinha 2011.