

Eficiência de tecnologias de milho *Bt* no controle de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea*

Rafael de Souza Simionato^{1*}, Joselito Nunes¹ e Valéria Fonseca Moscardini²

¹Centro Universitário Assis Gurgacz, Colegiado de Agronomia, Cascavel, Paraná.

*rafael.simionato@hotmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho foi de avaliar a eficiência das tecnologias de milho *Bt* no controle da lagarta do cartucho e lagarta da espiga. O experimento foi instalado na área da fazenda experimental da empresa Coodetec - Desenvolvimento Produção e Comercialização Agrícola Ltda, localizada no município de Cascavel-PR. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos contituidos por: (1) Testemunha (Convencional – sem *Bt*), (2) Vipitera 3, (3) Leptra®, (4) PowerCore™ e (5) VTPRO2™. Para os danos causados por *S. frugiperda* no período vegetativo, os parâmetros avaliados foram escala Davis em 25 plantas/parcela e número de lagartas/planta em 10 plantas/parcela aos 25 e 35 dias após a emergência (DAE). Para os danos de *H. zea* na espiga, avaliou-se o número de grão danificados, dano (cm²) e número de lagartas na espiga, em 10 espigas/parcela no estágio fenológico R3 do milho. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico ASSISTAT. As tecnologias leptra® e Vipitera3 apresentaram maior controle sobre *S. frugiperda* e *H. zea*, já PowerCore™ e VTPRO2™ tiveram um controle inferior para ambas as espécies.

Palavras-chave: lagarta do cartucho, lagarta da espiga, eficácia, proteínas.

Efficiency of *Bt* maize technologies in the control of *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa zea*

Abstract: The objective of this work will be to evaluate the efficiency of *Bt* maize technologies in the control of fall armyworm and corn ear worm. The experiment will be installed in the area of the experimental farm of the company Coodetec - Desenvolvimento Produção e Comercialização Agrícola Ltda, located in Cascavel-PR. The experimental design will be in randomized blocks (DBC), with five treatments and four replicates, total of 20 experimental units. The treatments will be: (1) Control (Conventional – non-*Bt*), (2) Vipitera 3, (3) Leptra®, (4) PowerCore™ and (5) VTPRO2™. For *S. frugiperda* damages in the vegetative period, the Davis scale will be evaluated in 25 plants/plot and number of larvae/plant in 10 plants/plot at 25 and 35 days after emergence (DAE). For the damage of *H. zea* in the ear, the number of damaged grain, damage in cm² and number of larvae in the ear will be evaluated in 10 ears/plot in the phenological stage R3. The data will be submitted to analysis of variance (ANOVA) and the means compared by Tukey test at 5% of significance, using the software ASSISTAT.

Keywords: fall armyworm, corn ear worm, efficiency, protein.

Introdução

Dentre os países produtores de milho, o Brasil se destaca como um dos maiores, ocupando a terceira posição, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e China. Na safra 2016/17 a área semeada no Brasil foi de aproximadamente 16,7 milhões de hectares, e uma produção de 88,9 milhões de toneladas, considerando a safra de verão e safrinha. O estado do Paraná, um dos principais estados brasileiros produtores de milho, contribuiu com uma área plantada de 500,6 mil hectares de milho verão e 2,2 milhões hectares de milho segunda safra ou safrinha (CONAB, 2017).

Com o aumento das áreas plantadas com milho e ganhos na produtividade, o produtor precisa ficar atento com diversos fatores que podem comprometer o rendimento e a qualidade da produção, tais como; a qualidade da semente, o momento da semeadura, erva daninhas, clima, doenças e presenças de pragas. No Brasil, os prejuízos anuais causados pelo complexo de pragas que ocorrem na cultura do milho chegam a cerca de 2 bilhões de reais, sendo a lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) e lagarta da espiga, *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) os principais insetos-praga da cultura (WAQUIL, 2009).

A lagarta do cartucho, é a principal praga da cultura do milho, com ocorrência em todas as regiões produtoras de milho, tanto nos cultivos de verão, quanto nos de segunda safra ou safrinha. A espécie ataca desde os estágios iniciais, podendo ter hábito de rosca, ou seja, cortando a planta quando ainda jovem assim comprometendo o estande de plantas, durante o seu período vegetativo, com danos severos nas folhas, no período reprodutivo, pelo seu ataque nas espigas, ocasionando danos diretos à produção, além de promover porta de entrada para patógenos e outras pragas, sendo considerada a praga-chave da cultura e de difícil controle (NAIS, 2012). A lagarta da espiga, é uma praga de grande importância na cultura do milho, causa prejuízos econômicos quando o milho se encontra no estágio reprodutivo, pois ataca os estigmas, impedindo a fertilização, ocasionando falhas de granação nas espigas. As lagartas já mais desenvolvidas alimentam-se dos grãos leitosos, destruindo-os e facilitando a penetração de microrganismos (NAIS, 2012).

Para o controle dessas lagartas, tem sido realizado o uso de inseticidas, que além de poluírem o meio ambiente, também podem promover o desenvolvimento da resistência de populações da lagarta aos inseticidas. Entretanto, para a lagarta da espiga a pulverização de inseticidas apresenta eficiência muito baixa, pois as lagartas

encontrarem-se protegidas no interior das espigas. Além disso, a aplicação de inseticidas provoca um efeito negativo no equilíbrio biológico existente entre o inseto-praga e seus inimigos naturais (CRUZ, 2002).

No intuito de promover o controle dessas pragas com a mínima utilização de produtos fitossanitários, em 2007 foi aprovado o primeiro milho geneticamente modificado, onde foi introduzido o gene da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) nas plantas de milho (LIMA e TORRES, 2011). Na cultura do milho são expressas as proteínas Cry1Ab, Cry 1A.105, Cry1F, Cry2Ab2, Vip3A e Cry3Bb1 de forma isolada ou piramidadas. As lagartas ao se alimentarem do tecido foliar do milho que contém o gene da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), ingerem essa toxina, que atua diretamente nas células epiteliais do tubo digestivo dos insetos (GILL, 1995). A toxina promove a ruptura osmótica dessas células, causando a morte dos insetos (OMOTO et al., 2012).

As tecnologias *Bt*, além de serem eficazes no controle de insetos-praga também contribuem na redução do número de aplicações de inseticidas, na preservação de inimigos naturais e no aumento da produtividade (BERNARDI et al., 2016; MARQUES et al., 2016; 2017). Entretanto, a principal ameaça à sustentabilidade das plantas *Bt* é a seleção de populações não sensíveis.

Para o manejo da resistência das espécies alvo no milho *Bt*, tem sido recomendado áreas de refúgio (WAQUIL, 2008). Refúgio tem como finalidade produzir insetos suscetíveis à toxina *Bt* que acasalem com os indivíduos resistentes provenientes das áreas de milho *Bt* e gerem uma nova população de insetos suscetíveis, assim controlada pela tecnologia *Bt* (EMBRAPA, 2014). A utilização do refúgio é fundamental para a preservação das tecnologias *Bt*s. Entretanto poucos produtores plantaram a área de refúgio e quando o fazem, pulverizam estas áreas para obter melhores produtividades, reduzindo a efetividade desta técnica (EINSFELD, 2017). Com a ausência de insetos suscetíveis, os insetos resistentes acasalaram entre si, aumentando rapidamente os alelos de resistência, com isso pode haver perda da eficiência de determinadas tecnologias de milho com o gene *Bt* (PASSINI, 2015).

Desta forma, o objetivo do trabalho será avaliar a eficiência de tecnologias de milho *Bt*s no controle de *S. frugiperda* e *H. zea*.

Material e Métodos

O experimento foi implantado no dia 23 de novembro de 2017 na área da fazenda experimental da empresa Coodetec - Desenvolvimento, Produção e Comercialização Agrícola Ltda, localizada no Município de Cascavel-PR (24°53'7.73"S; 53°33'16.53"O).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais, sendo compostas por oito metros de largura e quatro metros de comprimento. Os tratamentos utilizados foram compostos por tecnologias de milho *Bt*s com diferentes proteínas inseticidas, sendo: (1) Testemunha (Convencional – sem *Bt*), (2) Viptera 3, (3) Leptra[®], (4) PowerCore[™] e (5)_VTPRO2[™]. Além disso, todos os híbridos de milho serão tolerantes ao herbicida glifosato.

Para a semeadura utilizou-se uma semeadora do modelo Semeato de quatro linhas, com espaçamento entre linhas de 0,50 m e densidade de quatro sementes por metro linear. A adubação de semeadura foi de 250 Kg/há⁻¹ do adubo formulado 08-28-16 (NPK) e a adubação de cobertura será de 200 Kg/há⁻¹ da formulação 45-00-00 quando a cultura atingir o estágio fenológico V4 (4 folhas expandidas). Foram realizados todos os tratos culturais necessários, para o controle de plantas daninhas e doenças, exceto a aplicação de inseticidas.

Para avaliar o dano causado pela lagarta do cartucho, *S. frugiperda*, foi utilizado dois parâmetros: escala Davis e número de lagartas. A escala Davis, foi proposta por Davis et al. (1992), onde dá-se notas em uma escala de 0 a 9. Zero é a nota para plantas sem danos e 9 para plantas com folhas totalmente destruídas. Para dar as notas, 25 plantas/parcela foram avaliadas, totalizando 100 plantas/tratamento. Para o número de lagartas, foram avaliadas 10 plantas/parcela, totalizando 40 plantas/tratamento. Esses dois parâmetros foram avaliados aos 25 e 35 dias após a emergência do milho (DAE).

Para avaliar o dano causado pela lagarta da espiga, *H. zea*, coletou-se 10 espigas/parcela, no estágio fenológico R3 da planta de milho. Nas espigas contou os número de grãos danificados, o dano em cm² e o número de lagartas.

Os dados serão submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico ASSISTAT (SILVA E AZEVEDO, 2016).

Resultado e Discussão

Observou-se durante todo o experimento a infestação da espécie *Spodoptera frugiperda* que ocorreu de forma natural e uniforme, ou seja, todas as parcelas apresentaram a oviposição da mariposa.

A análise de variância com a porcentagem de danos causados por *Spodoptera frugiperda* aos 25 e 35 dias após a emergência (DAE) do milho na safra verão (Tabela 1). Após analisar o total de 100 plantas por tratamento, pode-se observar que a porcentagem de plantas com notas visuais ≥ 3 das tecnologias Bts foram menores quando comparadas a testemunha em ambas as épocas de avaliação.

Aos 25 DAE verificou-se que a maior porcentagem de plantas com notas ≥ 3 foram atribuídas para as tecnologias PowerCore™ com 52% de plantas com danos e VTPRO2™ com 38%, comparadas com a testemunha com 80%, já Viptera3 e Leptra® não apresentaram danos.

Aos 35 DAE (Tabela 1), demonstrou-se resultados semelhantes com as maiores porcentagem de plantas com notas ≥ 3 foram atribuídas para as tecnologias PowerCore™ com 21 % de plantas com danos e VTPRO2™ com 17%, comparadas com a testemunha com 71% e Viptera3 e Leptra® novamente não apresentam danos.

Segundo Michelotto et al., (2013), ao avaliarem híbridos de diferentes tecnologias, também observaram que a tecnologia Viptera3 apresentaram maior eficiência de controle da lagarta-do-cartucho.

Tabela 1. Porcentagem de danos causados por *Spodoptera frugiperda* aos 25 e 35 dias após a emergência (DAE) do milho na safra verão. Cascavel/PR, Safra 2017/18.

Escala Davis	Tratamento									
	Convencional		PW		VTPRO2		VIP3		LEPTRA	
	25DAE	35DAE	25DAE	35DAE	25DAE	35DAE	25DAE	35DAE	25DAE	35DAE
0	11	8	34	64	50	71	100	100	100	100
1	3	11	3	5	2	8	0	0	0	0
2	6	10	11	10	10	4	0	0	0	0
3	9	8	8	0	12	1	0	0	0	0
4	10	10	6	1	6	0	0	0	0	0
5	7	11	24	8	12	3	0	0	0	0
6	16	8	8	5	4	0	0	0	0	0
7	13	12	3	7	2	7	0	0	0	0
8	11	11	2	0	1	5	0	0	0	0
9	14	11	1	0	1	1	0	0	0	0
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
≥3	80	71	52	21	38	17	0	0	0	0

Percentual de danos causados por *Spodoptera frugiperda* atribuído a cada nota e a somatória de notas ≥ 3 .

Em relação ao número de lagartas encontradas no cartucho são definidas como pequenas as de tamanho de L1-L3 representada de cor rosa, grandes de L4-L6 representada com a cor verde e o total L1-L6 com a cor azul (Figura 1).

Aos 25 DAE as médias do total de lagartas para Leptra[®], Viptera³, PowerCore[™], VTPRO2[™] não diferindo estatisticamente dos tratamentos quando comparados com a testemunha (figura1). Aos 35 DAE o resultado se repetiu não se diferem estatisticamente entre si quando comparados com a testemunha (Figura 2).

Michelotto et al. (2011) avaliou-se diferentes tecnologias Bts no controle de *S. frugiperda* e observaram que os melhores níveis de controle foram apresentados pelos tecnologias VT Pro2 e Viptera2.

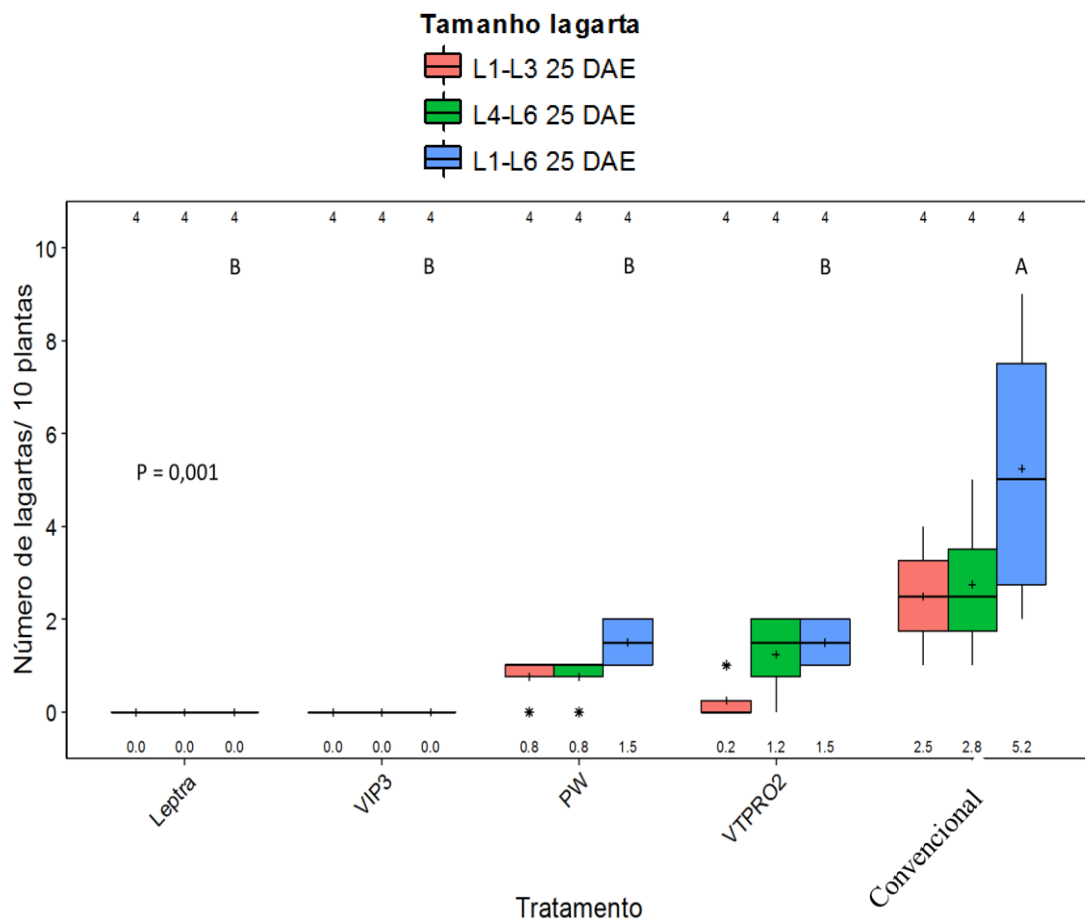


Figura 1. Número de lagarta de *Spodoptera frugiperda* em 10 plantas aos 25 dias após a emergência (DAE) do milho na safra verão. Cascavel/PR, Safra 2017/18. Médias do número total de lagartas (L1-L6) seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, $P = 0,1$)

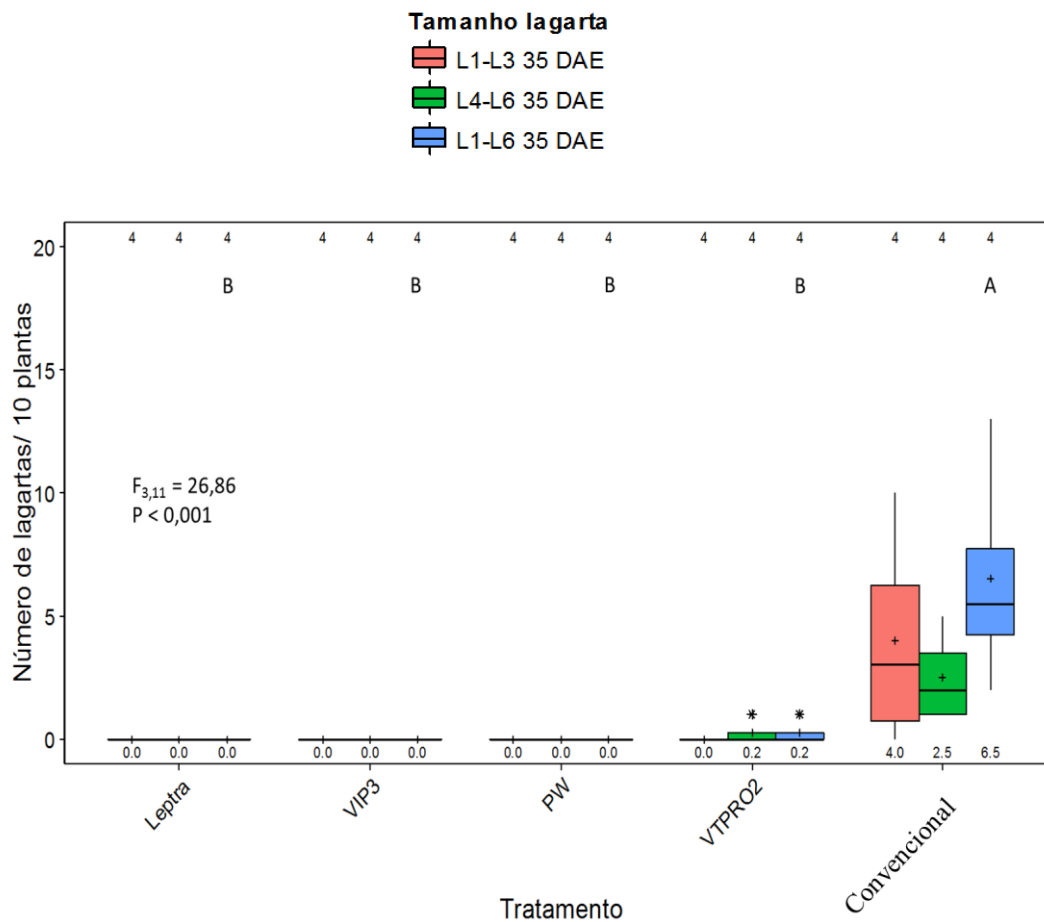


Figura 2. Número de lagarta de *Spodoptera frugiperda* em 10 plantas aos 35 dias após a emergência (DAE) do milho na safra verão. Cascavel/PR, Safra 2017/18. Médias do número total de lagartas (L1-L6) seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, $P = 0,1$).

Para os danos causados por *Helicoverpa zea* na espiga, as tecnologias lepra[®] e Viptera3 não apresentaram danos significativos já PowerCore[™], VTPRO2[™] apresentaram danos estatisticamente semelhantes a testemunha (Figura 3).

OLIVEIRA et al. (2016) avaliando a incidência e os danos da *Helicoverpa zea* sob infestação natural em diferentes tecnologias Bts observo-se que a tecnologia Viptera3 apresentou maior controle sobre a espécie.

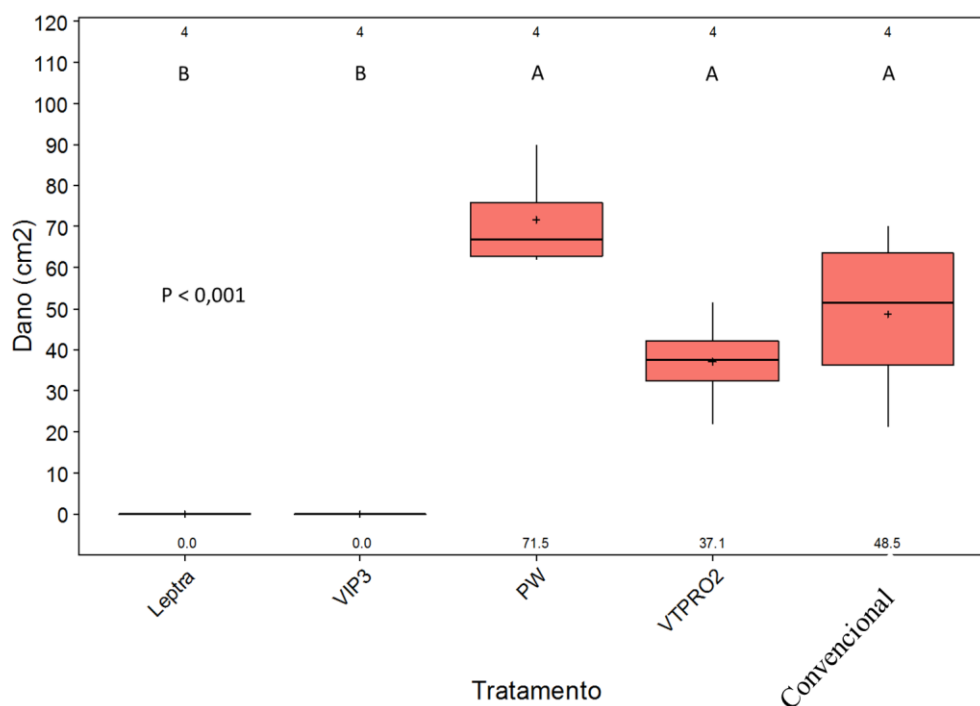


Figura 3. Dano (cm²) causado por *Helicoverpa zea* na espiga do milho na safra verão. Cascavel/PR, 2017/18. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, P = 0,1).

Conclusão

Com base nos resultados obtidos neste trabalho demonstra que as tecnologias Leptra[®] e Viptera3 foram eficácia e superiores as demais tecnologias testadas para o controle de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea*.

Referências

BERNARDI O.; BERNARDI D.; HORIKOSHI R.J.; OKUMA, D.M.; MIRALDO, L.L.; FATORETTO, J.; MEDEIROS, F.C.L.; BURDC, T.; OMOTO, C. Selection and characterization of resistance to the Vip3Aa20 protein from *Bacillus thuringiensis* in *Spodoptera frugiperda*. **Pest Management Science**. v. 72, p. 1794–1802, 2016.

CONAB - **Acompanhamento Da Safra Brasileira**, Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_03_14_15_28_33_boletim_graos_marco_2017bx.pdf, Acesso em: 20/10/2017.

CRUZ, I. **Resistência de *Spodoptera* a inseticidas**. Revista Cultivar, Pelotas, v. 37, p.12-14, 2002.

DAVIS, F.M.; NG, S.S.; WILLIAMS, W.P. Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm. Mississippi: **Mississippi State University**, 1992. 9p. (MAFES. Technical bulletin, 186).

EINSFELD, VIVIANN Y, Importância das áreas de refúgio, **Disponível em:** <http://folhaagricola.com.br/artigo/milho-importancia-das-areas-de-refugio-por-viviann-einsfeld-1>, Acesso em: 10/05/2017.

EMBRAPA, **Núcleo de Comunicação Organizacional**, Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884142/1>, Acesso em: 10/05/2017.

GILL, S. S. Mechanism of action of *Bacillus thuringiensis* toxins. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Rio de Janeiro, v. 90, n.1, p. 69-74, 1995.

LIMA, M.S.; TORRES, J.B. Produção da toxina Cry1Ac e preferência para alimentação e oviposição de *Alabama argillacea* em algodão Bt sob estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 5, p. 451-457, 2011.

MARQUES, L.H.; CASTRO, B.A.; ROSSETTO, J.; SILVA, O.A.B.N.; MOSCARDINI, V.F.; ZOBIOLE, L.H.S.; SANTOS, A.C.; VALVERDE-GARCIA, P.;

BABCOCK, J.M.; RULE, D.M.; FERNANDES, O.A. Efficacy of soybean's event DAS-81419-2 expressing Cry1F and Cry1Ac to manage key tropical lepidopteran pests under field conditions in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 109, p. 1922-1928, 2016.

MARQUES, L.H.; SANTOS, A.C.; CASTRO, B.A.; MOSCARDINI, V.F.; ROSSETTO, J.; SILVA, O.A.N. e.; ZOBIOLE, L.H.S.; VALVERDE-GARCIA, P.; BABCOCK, J.M., STORER, N.P.; RULE, D.M.; FERNANDES, O.A. Field evaluation of soybean transgenic event DAS-81419-2 expressing Cry1F and Cry1Ac proteins for the control of secondary lepidopteran pests in Brazil. **Crop Protection**, v. 96, p. 109-115, 2017.

NAIS, Juliana, **Infestação de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) em híbridos comerciais de milho (*Zea mays* L.), Repositório Institucional UNESP**, Disponível em: <http://200.145.6.238/handle/11449/102279>, Acesso em: 21/032018.

OMOTO, C.; BERNARDI, O.; SALMERON, E.; FARIAS, J.R.; BERNARDI, D. **Estratégias de manejo da resistência e importância das áreas de refúgio para tecnologia Bt**. 2012. In: Diversidade e inovações na cadeia produtiva de milho e sorgo na era dos transgênicos. Ed. Maria Elisa A. G. Z. Paterniani, Aildson P. Duarte, Alfredo Tsunechiro. Campinas: Instituto Agrônomo. Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. 780p.

PASSINI, Fabricio Bona, **Manejo da Resistência de Insetos à Tecnologia Bt DuPont Pioneer**, Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/blog/14/manejo-da-resistencia-de-insetos-a-tecnologia-bt>, Acesso: 15/04/2018.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data, **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n.39, p. 3733-3740, 2016. VOLPATO G. L. Método lógico para redação científica, 2º edição, 156p. 2017.

WAQUIL, J.M., **Comunicado Técnico Embrapa, Viabilidade Do Uso De Hospedeiros Alternativos Como Área De Refúgio Para O Manejo Da Resistência Da Lagarta-Docartucho, *Spodoptera Frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) No Cultivo Do Milho-Bt**, disponível em:

<https://www.embrapa.br/documents/1344498/2767891/viabilidade-do-uso-de-hospedeiros-alternativos-como-area-de-refugio-para-o-manejo-da-resistencia-da-lagarta-do-cartucho-no-cultivo-do-milho-bt.pdf/9f4857c7-a4b5-4f91-b583-c739897bcad0>, Acesso: 15/04/2018.

MICHELOTTO, M.D.; CROSARIOL NETTO, J.; FREITAS, R.S.; DUARTE, A. P.; BUSOLI, A.C. Milho transgênico (*Bt*): efeito sobre pragas alvo e não alvo. **Nucleus**, Ituverava, v.10, n.3, p.67-82, 2013.

MICHELOTTO, M. D.; PEREIRA, A. D.; FINOTO, E. L.; DE FREITAS, R. S. Controle de pragas em híbridos de milho geneticamente modificados. **Revista Cultivar – Grandes Culturas**, Pelotas-RS, v. 1, n. 145, p. 36-38, 2011.

OLIVEIRA, C. R.; DANTAS C. L, PAIVA P. M, ROCHA D. D. **Monitoramento de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) no milho Bt**, Disponível em:<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/149805/1/Monitoramento-Helicoverpa.pdf>, Acesso em: 27/09/2018.