

Desfolha causada pela *Spodoptera frugiperda* em milho com diferentes biotecnologias

Lucas Grandis de Lima¹ e Eloir José Assmann²

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo avaliar os benefícios de diferentes biotecnologias na desfolha do milho *Zea mays* (L.) causado pela *Spodoptera frugiperda* quando comparadas às tecnologias TL, HX, PW, PRO3, PRO e VIP3 em sete diferentes genótipos. Este experimento foi conduzido na área experimental da faculdade Assis Gurgacz (FAG) na cidade de Cascavel –Pr com altitude de 781 metros. A metodologia utilizada para avaliação dos danos foi através da Escala Diagramática de Davis e com base nesta escala foram efetuados o controle da praga. Foram avaliados a produção a 13% de umidade, grãos ardidos e eficiência da tecnologia no controle desta praga. O delineamento estatístico foi de blocos ao acaso (DBC) com três repetições. Os resultados deste experimento indicam a melhor eficiência nos híbridos com as biotecnologia VT PRO 3™, VIPTERA® e POWERCORE™. No controle de lagarta do cartucho foi apenas justificável em híbridos TL, PRO, Hx e convencional.

Palavras-chave: Escala Davis, *Zea mays*, Biotecnologia.

Defoliation caused by *Spodopterafrugiperda* corn with different Biotechnology

Abstract: This study aimed to evaluate the benefits of different biotechnologies in defoliation of *Zea mays* (L.) corn caused by *Spodoptera frugiperda* when compared to TL, HX, PW, PRO3, PRO and VIP3 technologies in seven different genotypes. This experiment was conducted in the experimental area of Assis Gurgacz College (FAG) in the city of Cascavel-Pr with altitude of 781 meters. The methodology used for evaluate the damages was through by the Davis Diagrammatic Scale and based on this scale the pest control have been made. We evaluated the production to 13 % moisture , rot grains and efficiency of technology in controlling this pest. The statistical design was randomized blocks (DBC)with three replications.

Results of this experiment showed the best efficiency in hybrids with the VT PRO 3™, VIPTERA® and POWERCORE™ biotechnology. In the cartridge caterpillar control was only justifiable in TL, PRO, HX hybrids and conventional.

Key words: Davis scale; *Zea mays* ; biotechnology.

Introdução

O milho *Zea mays* (L.) é cultivado em todo território nacional, e representa a maior área de cultivo e volume de grãos produzidos e além de grande geradora de empregos no setor

¹ Discente do curso de Agronomia da Faculdade Assis Gurgacz (FAG) – Pr. lucas_glima@hotmail.com

²Engenheiro Agrônomo. Doutor em Agronomia (Mississippi, USA). Docente do Curso de Agronomia da Faculdade Assis Gurgacz (FAG) – Pr. Assmann.eloir@gmail.com

rural. O milho é a principal matéria prima para fabricação de rações e na criação de animais. (NOGUEIRA NETTO, 1996).

Grande parte desta matéria prima é consumida pelo mercado interno para produção de carnes, principalmente avicultura. Valendo então, considerar que o Brasil é um grande exportador de milho na forma de valor agregado, a exemplo da exportação de carnes suína e frango. (SOUZA et al. 1998).

No início do século XX a pesquisa japonesa isolou uma bactéria de uma larva doente de *Bombyx mori* (Bicho da seda). Dez anos mais tarde na cidade de Thuringia (Alemanha), o pesquisador Berliner selecionou um organismo semelhante em de larvas da traça-das-farinhas (*Anagasta kuehniella*) e a denominou de *Bacillus thuringiensis*. No início dos anos 30 no EUA este microorganismo foi testado no controle de pragas agrícolas. O primeiro produto disponibilizado no mercado foi o Sporeine disponibilizado na França no ano de 1938 (CAPALBO, 2005).

Entre os principais problemas encontrados no cultivo do milho, um dos mais preocupantes e problemáticos é o controle de pragas, sobretudo de lagartas limitando o rendimento e a lucratividade da lavoura. No Brasil, em 2011, a classe de inseticidas foi a que respondeu pelo maior valor das vendas de defensivos sendo responsável por 34,7% do faturamento total, ou seja, US\$2,94 bilhões, e em quantidade de produto comercial, representaram 20,7% (170,932 t). As vendas de inseticidas destinaram-se principalmente para a soja (cerca de 50%), algodão, citros, café, cana-de-açúcar, milho primeira e segunda safra (ANDEF, 2011).

Segundo James (2001), da Universidade Cornell nos EUA destacou que através da utilização da tecnologia Bt os produtores conseguiram um incremento médio de US\$ 68,00 por hectare, representando 9% de aumento de produtividade, além da drástica redução pelo uso de inseticidas químicas.

Dentre as pragas mais importantes do milho diversos estudos tem demonstrado a importância da largata do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), lagarta da espiga (*Helicoverpa zea*), lavar alfinete (*Diabrotica speciosa*), broca do colmo (*Diatreia sacharallis*) e lagarta elasma (*Elasmopalpus lignosellus*) (EMBRAPA, 2009)

Já no ano de 1999 descrito por Segundo Cruz a largata do cartucho como sendo a principal praga da cultura do milho, atacando a planta em qualquer estágio reduzindo a produtividade variando de 17,7 a 55,6% dependente do desenvolvimento da planta. As lagartas recém-eclodidas raspam principalmente as folhas mais jovem deixando lesões

transparentes, e que, no seu segundo instar pode causar perfurações alojando-se no cartucho sendo evidenciado com o sintoma conhecido como coração morto. Persistindo a presença da lagarta na fase reprodutiva da planta estas podem se alojar na espiga causando danos consideráveis na produtividade além de facilitar a entrada de microorganismos patogênicos responsáveis por eventual presença de grãos ardidos na massa colhida.

No Brasil lagarta da espiga é considerada de grande importância econômica atacando preferencialmente a parte reprodutiva do milho consumindo grãos em formação podendo reduzir o número de óvulos férteis pela não fertilização através da destruição dos estigmas. (ORLANDO, 1942).

As lavas alfinete têm causado grandes danos no sistema radicular em plantas de milho especialmente no plantio direto. Teste desenvolvido em laboratório tem demonstrado que a quantidade de larvas presentes no sistema radicular observado quando observados até sétimo dia após a emergência tem reduzido sensivelmente o volume das raízes em plantas adultas. (MARQUES; ÁVILA; PARRA, 1999).

A lagarta elasmô causa maiores prejuízos no milho nos seus primeiros 20 dias após emergido. Esta praga também se manifesta com o dano conhecido como coração morto representado por folhas centrais mortas e facilmente destacáveis apresentando-se com as folhas externas ainda verdes, sendo que, o seu monitoramento exige esforços continuados durante os vinte primeiros dias da sua emergência. (VIANA; CRUZ; WAQUIL, 2002).

Com o ataque da praga observam-se lesões na parte superior da espiga facilitando a entrada de umidade e um processo de colonização de fungos nos grãos, das espécies *Fusarium spp* e *Aspergillus spp* são evidenciados. Esses fungos causam danos físicos como descoloração dos grãos, redução nos conteúdos de carboidratos, de proteínas e de açúcares totais; além de produzir substâncias tóxicas conhecidas como micotoxinas. (PINTO, 2005).

No ano de 2007 tem sido aprovado no Brasil a primeira biotecnologia no milho com evento YieldGard[®] expressando a proteína cry 1Ab de *Bacillus thuringiensis*. (BERNARDI, 2012). Sendo a cultura do milho alvo de diferentes pragas, em especial a *Spodoptera frugiperda*, *Diatreia saccharalis*, *Helicoverpa zea* desenvolveram-se novas tecnologias entre elas HERCULEX[®], VT PRO[™], VT PRO 3[™], VIPTERA[®] e POWERCORE[™], buscando a redução na utilização de pesticidas promovendo a rentabilidade do produtor (WAQUIL, 2007; MENDES *et al.*, 2009).

Um grande problema na utilização destas tecnologias tem sido através do desenvolvimento de uma mutação genética ou característica herdada que através de alta

pressão de seleção natural pode causar a frequência de indivíduos resistentes em relação às proteínas incluídas nessas tecnologia. (BERNARDI, 2012). Com o objetivo de se manter estas tecnologias a ciência tem usado a união destes eventos a exemplo da associação do HERCULEX[®] e VT PRO 2[™] com a união de três proteína em uma mesma planta aumentando o tempo de utilização desta tecnologia no controle das pragas. (SILVA, 2013).

De modo geral todos os híbridos apresentam suscetibilidade diferentes a lagarta do cartucho do milho independente das tecnologias usadas (BEDIN, *et al*, 2015) sugerindo um monitoramento através da Escala Diagramática de Davis (DAVIS *et al*, 1992 *apud* FERNANDES, 2003) necessitando- se eventualmente do auxílio de inseticidas para manter a frequência nos níveis aceitáveis (EMBRAPA, 2009).

Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado na cidade de Cascavel-PR, localizado na região oeste do estado do Paraná, na Faculdade Assis Gurgacz (FAG) na fazenda escola CEDETEC, altitude de 781 metros com as coordenadas 34°34'88"WS 34°34'98" N e o solos classificado como latossolo-vermelho.

O trabalho teve como objetivo avaliar a desfolha da lagarta do cartucho em diferentes híbridos e tecnologia (Tabela 1).

Tabela 1 - Híbridos, biotecnologias e toxinas utilizados neste experimento

Híbridos	Detentoras	Biotecnologias	Toxinas
CD 308	Coodetec	Convencional	-----
Formula	Syngenta	TL	Cry1Ab
RB 9110	Riber	PRO	Cry 1A.105 +Cry 2Ab2
P 4285	Pioneer	Herculex	Cry 1F
AG 8087	Agroceres	PRO3	Cry1A.105, Cry2Ab2, Cry3Bb1
M 30A37	Morgan	Power Core	Cry1A.105, Cry2Ab, Cry1F
Status	Syngenta	VIP 3	Cry1Ab, Vip3Aa20,Ga21

Foi realizado o plantio com um trator John Deere 6415 e uma plantadeira John Deere 3 linhas de 60 cm entre linhas, com adubação de 386 kg/ha⁻¹ do formulado 12-32-18, com sistema de distribuição pneumática da semente sendo as parcelas dispostas em blocos casualizados com três repetições.

Para o controle de ervas daninhas utilizou-se dos herbicidas Callisto (MESOTRIONA) + Primóleo (ATRAZINA) ambos utilizado a dose recomendada pelo fabricante para o controle pré e pós emergente de plantas com folhas largas e estreitas.

Todas as parcelas foram subdividas e o controle das pragas foi feito através de um pulverizador costal motorizado mantendo a pressão constante com capacidade de 25 litros de calda equipado com uma barra de 4 metros com 8 pontas modelo X 110° 02 com ingrediente ativo (LAMBDA-CIALOTRINA e CHLORANTRANILIPROLE) na dose de 150 mL ha⁻¹. O controle foi feito apenas quando os níveis sugeridos através da Escala Diagramática de Davis atingiram 20 % ou mais correspondendo nota considerada 2 através de monitoramento semanal durante 3 semanas.

A colheita foi feita de forma manual e cada parcela trilhada individualmente sendo o seu peso corrigido a 13% de umidade.

Além do monitoramento semanal indicando o momento do controle da lagarta do cartucho foram avaliadas a produtividade (kg ha⁻¹) e percentagem de grãos ardidos em cada parcela para as diferentes biotecnologias nos diferentes genótipos utilizados..

O delineamento experimental usado foi o de blocos ao acaso (DBC), onde para as análises de produtividades utilizou-se o teste t de comparação de médias, e o teste Z para comparação das proporções de grãos ardidos.

Para os resultados obtidos das avaliações feitas na segunda e terceira semana, foi utilizado o teste não paramétrico Mann –Whitney entre os genótipos estudados. Foi definido pela utilização deste teste dado ao fato que as variáveis em estudos não apresentavam uma variação normal. O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5% (p < 0,05).

Resultados e Discussão

Baseado nos resultados obtidos pode se observar que genótipos diferentes (Híbridos) têm respondido diferentemente ao ataque e severidade dos danos avaliados de acordo com a escala Davis para às diferentes biotecnologias inseridas no híbrido conforme demonstrado na tabela 1. Estes resultados estão de acordo com outros autores e provavelmente são representados por um controle mais efetivo pela tolerância dos diferentes genótipos com diferentes doses tóxicas (BERNARDI, 2012; SILVA, 2013).

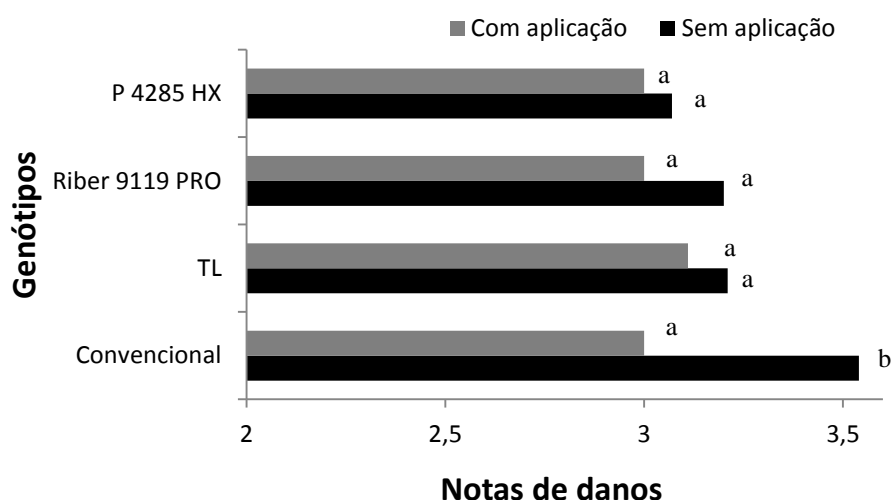
Os melhores resultados têm sido observados nos híbridos com tecnologia VT PRO 3™, VIPTERA® e POWERCORE™ todos apresentando um controle mais efetivo, provavelmente representado pela maior piramidação de genes.

Tabela 2 – Susceptibilidade dos híbridos às diferentes toxinas representadas pelas médias das notas baseados na Escala Diagramática de Davis

Híbrido	Biotecnologia	Toxina	Médias das notas Sem inseticida
CD 308	Convencional	-----	3.54
Formula	TL	Cry 1Ab	3.11
RB 9110	PRO	Cry 1A.105 +Cry 2Ab2	3.20
P 4285	Herculex	Cry 1F	3.07
AG 8087	PRO3	Cry1A.105, Cry2Ab2, Cry3Bb1	1.00
M 30A37	Power Core	Cry1A.105, Cry2Ab, Cry1F	1.00
Status	VIP 3	Cry1Ab, Vip3Aa20,Ga21	1.00

Na figura 1 estão caracterizados apenas os híbridos com notas acima de 2 da escala Davis demonstrando a sua maior susceptibilidade na primeira avaliação com as plantas no estágio fenológico V4. Quando aplicado o inseticida com objetivos do controle da lagarta do cartucho a sua eficiência não tem sido estatisticamente diferente nos híbridos que apresentavam alguma tecnologia. No entanto, no híbrido convencional (sem tecnologia), esta diferença foi notadamente significativa.

Figura 1 - Notas médias de danos causados por *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho na primeira avaliação com as plantas no estágio fenológico V4 usando o teste Mann - Whitney, onde letras iguais correspondem a medianas iguais, ao nível de 5% de probabilidade.

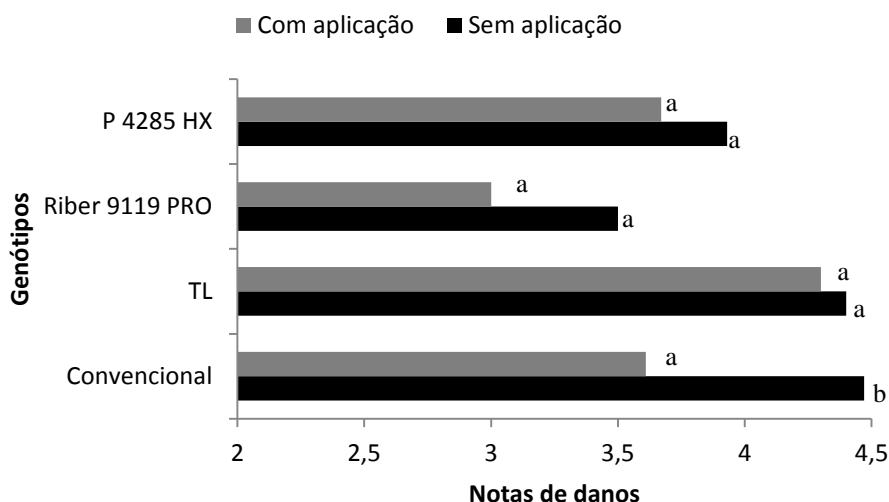


Provavelmente a não diferença encontrada entre as parcelas com aplicação de inseticida comparada às parcelas não tratadas. Isto pode ter ocorrido pelo fato de que as plantas Bt tem se tornado menos tolerantes e este fato provavelmente tem ocorrido devido algumas características bioecológicas que com alto potencial reprodutivo e elevada pressão de

seleção associado e a não utilização do refúgio tem proporcionado uma evolução favorável para perda de tecnologia. (OMOTO, C. *et al*, 2013).

Os resultados obtidos na segunda avaliação com plantas de milho no estágio fenológico V6 tem demonstrado as mesmas tendência de controle aquelas observadas em V4, não estabelecendo diferenças quando tratadas com inseticidas para nenhum dos genótipos Bt. No entanto, mostrou-se pronunciada com diferença significativa apenas no milho convencional.

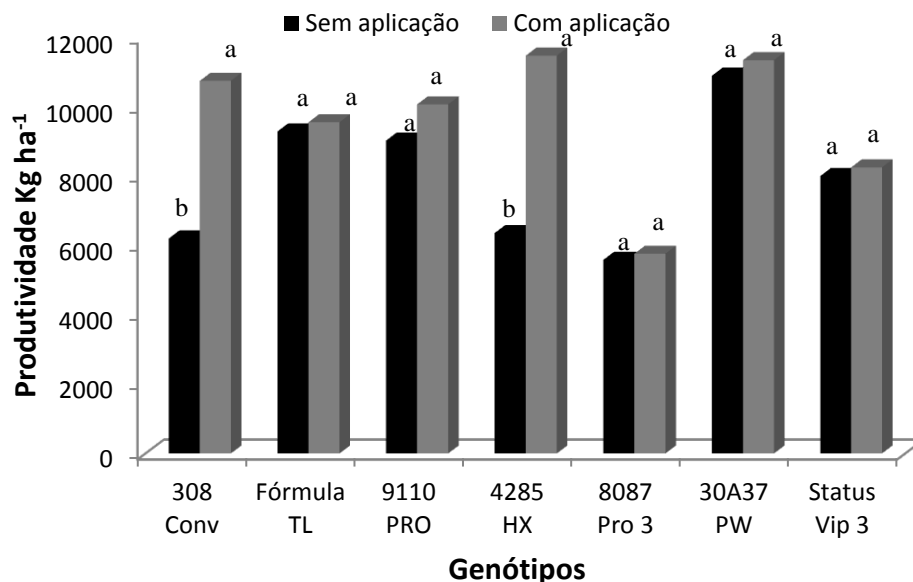
Figura 2 - Notas médias de danos causados por *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho na segunda avaliação com plantas no estágio fenológico V6 usando o teste Mann - Whitney, onde letras iguais correspondem a medianas iguais, ao nível de 5% de probabilidade.



Quando avaliado os resultados de produtividade dos sete genótipos os híbridos tem respondido diferentemente (Figura 3). Os maiores benefícios da pulverização com inseticidas tem se refletido no híbrido convencional (sem tecnologia) e no híbrido com tecnologia HERCULEX® (HX). Neste caso, o resultado tem demonstrado a perda da eficiência do Cry F1 no controle da lagarta do cartucho. Para os demais híbridos avaliados não houve diferenças significativas quando utilizado a pulverização, sendo desta forma, não justificável o seu controle.

Segundo Fernandes em 2003 têm relatado que a *Spodoptera frugiperda* promoveu os maiores prejuízos quando as infestações ocorrem nos estádios fenológicos V8 a V10. Os resultados encontrados no presente trabalho têm demonstrado as mesmas tendências quando comparado as figuras 1 e 2 com os maiores danos no estágio V6, refletindo em menores produtividades. No Brasil as perdas médias de produção causadas por *Spodoptera frugiperda* em milho variam de 17% a 38,7%. (SILVA – FILHO e FALCO, 2000).

Figura 3 – Resultados de produtividade Kg há⁻¹ quando comparado com aplicação e sem aplicação com inseticida usando o teste t onde letras iguais correspondem a médias iguais, ao nível de 5% de probabilidades.



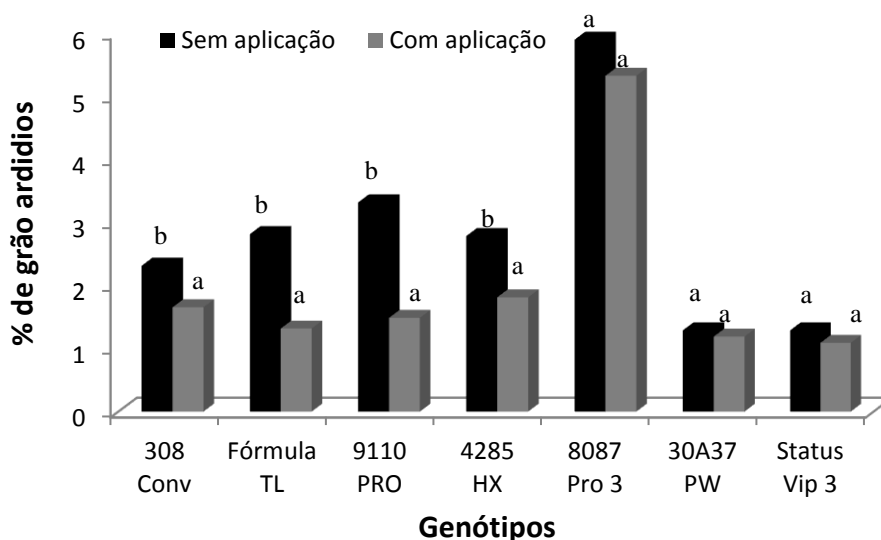
Os resultados na avaliação de grãos ardidos para os diferentes híbridos, quando comparados com aplicação e sem aplicação, têm mostrado comportamentos diferentes. Sendo que as tecnologias VT PRO 3™, VIPTERA® e POWERCORE™, não justificam o controle da lagarta do cartucho. No entanto para os demais tratamentos as diferenças foram significativas. Com relação específica ao híbrido com tecnologia PRO 3, quem tem apresentado dentre os genótipos estudados o maior percentual de grãos ardidos na massa colhida o que pode ser justificado por ser um híbrido de ciclo mais longo e a ocorrência prolongada de chuvas após a sua maturação fisiológica (Figura 4).

Os grãos ardidos em milho são os reflexos das podridões de espigas causadas pelos fungos presentes no campo especialmente com umidade acima de 20% para o seu desenvolvimento, principalmente em anos que prevalecem condições climáticas úmidas ou danos de insetos nas espigas (PINTO, 2005).

Segundo PRAÇA *et al.* (2004) observaram que a redução de grãos ardidos pode ser alcançada através de medidas pela utilização de cultivares tolerantes, interrupção do monocultivo do milho, controle de ervas daninhas hospedeira, fazendo-se o uso de híbridos com espiga decumbentes, além da utilização de biotecnologias.

Dentre os híbridos avaliados neste experimento as tecnologias VIPTERA® e POWERCORE™, apresentaram melhor desempenho no controle de da lagarta do cartucho promovendo os menores índices de grãos ardidos (Figura 4).

Figura 4 – Resultados de percentagem de grãos ardidos nos diferentes genótipos quando comparados com aplicação e sem aplicação de inseticida usando o teste t, onde letras iguais correspondem a medias iguais, ao nível de 5% de probabilidade.



Conclusão

Com base nos resultados obtidos e nas condições em que este experimento foi conduzindo pode-se concluir que o índice de preferência da lagarta do cartucho foram menores nos híbridos contendo as tecnologias VT PRO 3™, VIPTERA® e POWERCORE™.

Quando avaliado os benefícios do controle pela utilização do controle químico apenas é justificável no milho convencional e tecnologia HERCULEX® (Hx).

A prevenção de grãos ardidos foi apenas justificável para os híbridos Convencional e com tecnologia TL, PRO e Hx.

Referências

Associação Nacional De Defesa Vegetal. **ANDEF**. Disponível em <www.andef.com.br/dentro/bbanco.htm>acesso em: 02 mai. 2011.

BEDIN, F. A.; ASSMANN, E. J.; POLO, L. R. T.; SCHUSTER, I. Eficiência de eventos transgênicos de resistência a insetos em soja e milho. **Revista cultivando saber**, Cascavel, v. 8. P. 201 – 214, 2015.

BERNARDI, O. Avaliação do risco de resistência de lepidópteros - praga (Lepidoptera: Noctuidae) à proteína Cry1Ac expressa em soja MON 87701 × MON 89788 no Brasil. **Universidade de São Paulo, USP-Esalq**, Piracicaba, 2012.

CAPALBO, D.M.F. Produtos formulados à base de *B. thuringiensis*. **Biotecnologia ciência e Desenvolvimento**. Campinas, v 34, p.80-82, 2005.

CRUZ, I. **Anais da sociedade Entomológica do Brasil**: Efeito do tratamento de semente de milho com inseticidas sobre o rendimento de grãos. São Paulo, 1999.

CRUZ, I. **Embrapa milho e sorgo**: Pragas da fase vegetativa e reprodutiva. Sete Lagoas, 2009.

FERNANDES, O. D.; PARRA, J. R.; NETO, A. F.; PÍCOLI, R.; BORGATTO, A. F.; DEMÉTRIO, C. G. B. Efeito do milho geneticamente modificado mon810 sobre a lagarta-docartucho (*Spodoptera frugiperda*) (J. E. Smith, 1797) (lepidoptera: noctuidae). **Revista brasileira de milho e sorgo**, v.2, n.2, p.25-35, 2003.

FERNANDES, O.D. Efeito do milho geneticamente modificado (MON810) em *Spodoptera frugiperda* no parasitóide de ovos de *Trichogramma* spp. **Tese de Doutorado**, ESALQ/USP. Piracicaba, SP. 164p. 2003.

JAMES, C. Milho Geneticamente Modificado Resistente a Insetos. *In*: MIRANDA, V. G.; GALVÃO, C. C. J. (ORG). **BRASIL: Tecnologia de Produção de Milho**. 1.ed. Viçosa: 2004. Cap3, p. 90.

MARQUES, G. B. C.; ÁVILA, C. J.; PARRA, J. R. P. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, 1999.

MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A. Manejo integrado de pragas em lavouras Plantadas com milho geneticamente modificada com gene Bt (milho Bt). **Embrapa milho e Sorgo**. Sete Lagoas, 2009.

NOGUEIRA NETTO, V.S. **Impactos do Mercosul na produção e comercialização do milho e da soja da região Centro-Oeste**. 1996. 90 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.

OMOTO, C.; BERNARDI, O.; SALMERON, E.; FARIAS, R. J. Manejo da resistência da *Spodoptera frugiperda* a inseticida e plantas Bt. **Revista IRAC-BR**, Piracicaba-SP. p. 1 – 2, 2013.

ORLANDO, A. **Arquivo do instituto biológico**: A observação dos hábitos de *Heliothis* obsoleta como praga das espigas do milho e a eliminação dos estilo-estigmas como processo de combate. São Paulo, 1942.

PINTO, A. J. F. N. Grãos ardidos em milho. **Embrapa milho e sorgo**, Sete Lagoas, 2005

PRAÇA, L. B.; BATISTA, A. C.; MARTINS, E. S.; SIQUEIRA, C. B.; DIAS, D. G. S.; GOMES, A. C. M. M.; FALCÃO, R.; MONNERAT, R. G. Estirpes de *Bacillus thuringiensis* efetivas contra insetos das ordens Lepidóptera, Coleóptera e Díptera. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, 2004.

REAM, J. E. Milho Geneticamente Modificado Resistente a Insetos. *In*: MIRANDA, V. G.; GALVÃO, C. C. J. (ORG). **BRASIL: Segurança Alimentar**. 1.ed. Viçosa: 2004. Cap3, p. 95.

SILVA-FILHO, M. C.; FALCO, M. C. Interação planta-inseto: adaptação dos insetos aos inibidores de proteinase produzidos pelas plantas. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v.2, p.38-42, 2000.

SOUZA, E. L. L.; AZEVEDO, P.F.; SAES, M. S. M. Competitividade do sistema agroindustrial do milho. *In*: FARINA, E.M.M.Q.; ZYLBERSZTAJN, D. Competitividade no agribusiness brasileiro. São Paulo: PENSA/FEA/USP, 1998.

VIANA, P. A.; CRUZ, I.; WAQUIL, J. M. **A lagarta elasma atacando o milho**. Minas Gerais, 2002.

WAQUIL, J. M. **Manejo fitossanitário e ambiental: milho transgênico Bt e resistência das plantas ao ataque da lagarta-do-cartucho**. 2007. Disponível em: . Acesso em: 7 fev. 2014.