

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

WESLEI GOMES DOS SANTOS

DESEMPENHO DAS DIFERENTES TECNOLOGIAS DE MILHO *Bt* E O MANEJO
DAS LAGARTAS



PALOTINA/PR
2015

WESLEI GOMES DOS SANTOS

DESEMPENHO DAS DIFERENTES TECNOLOGIAS DE MILHO *Bt* E O MANEJO
DAS LAGARTAS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para
disciplina TCC II do curso de graduação
em Agronomia, Setor Palotina da
Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Paiola Albrecht

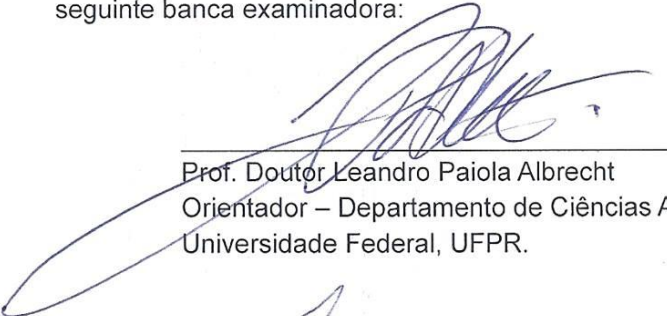
PALOTINA/PR
2015

TERMO DE APROVAÇÃO


WESLEI GOMES DOS SANTOS

**DESEMPENHO DAS DIFERENTES TECNOLOGIAS DE MILHO *Bt* E O
MANEJO DAS LAGARTAS**

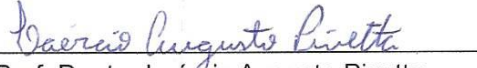
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito à obtenção de aprovação na disciplina de TCC II no curso de graduação em Agronomia, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Doutor Leandro Paiola Albrecht
Orientador – Departamento de Ciências Agronômicas da
Universidade Federal, UFPR.



Engº Agrº. Mestre Enoir Cristiano Pellizzaro
C.Vale – Cooperativa Agroindustrial



Prof. Doutor Laércio Augusto Pivetta
Departamento de Ciências Agronômicas da Universidade Federal,
UFPR.

Palotina, 23 de dezembro de 2015

*“A força realizadora mora dentro de cada um de nós,
os sonhos, objetivos e metas são pontos de apoio
para nos vermos no futuro, mas somente
acreditando naquilo que somos é que poderemos
transformar sonhos em realidade.”*

Luis Alves

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter guiado meus passos e ter me dado força para a conclusão de mais esta fase na minha vida.

Aos meus pais, José dos Santos e Angelina Gomes dos Santos, que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse e ultrapassasse esta etapa. Vocês sempre estarão em meus pensamentos, eu amo muito vocês.

A Universidade Federal do Paraná, por me proporcionar a chance de realizar um curso em nível superior, e por muitos outros feitos durante esse tempo.

Ao orientador Leandro Paiola Albrecht, agradeço as cobranças, exigências, dinamismo, confiança e por acreditar em meu potencial.

Aos amigos, em especial a II turma de Agronomia por todo o companheirismo, amizade e momentos de alegria.

A minha namorada Jenifer Klagenberg, pela compreensão e apoio, por ser companheira e amiga em todos os momentos.

Agradeço ainda aos docentes e funcionários desta universidade pela colaboração, incentivo e amizade. Em especial ao Marcelo Rocha por ser uma pessoa simples, humilde e amigo.

A cooperativa C.Vale e seus funcionários pelo apoio, principalmente ao Enoir Cristiano Pellizzaro e ao Marciano Paixão.

Ao Grupo de pesquisa em Sistemas Sustentáveis de Produção Agrícola – SUPRA Pesquisas, por ter me proporcionado conhecimento em diversas áreas que compõe a agricultura.

Agradeço também, em especial, aos professores Laércio Augusto Pivetta e Alfredo Junior Paiola Albrecht pela colaboração.

De maneira geral agradeço a todos os que fazem parte da minha vida.

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal com grande potencial produtivo e, com o passar dos anos, a cultura tem apresentado avanço considerável no que se diz respeito à produtividade. Muito dessa conquista deve-se ao avanço tecnológico, proporcionado pelo desenvolvimento de híbridos geneticamente superiores como, a introdução de tecnologias transgênicas como o milho *Bt*. Desse modo, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficácia de diversas tecnologias *Bt* disponíveis no mercado, empregadas no combate ao complexo de lagartas que atacam a cultura do milho, submetidas ou não à aplicação de inseticida específico, afim de, estudar também o reflexo de tais manejos na cultura do milho. O experimento foi conduzido em Palotina (PR) e Assis Chateaubriand (PR) na segunda safra agrícola 2014/2015, com delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, em arranjo fatorial 10x2, sendo 10 híbridos de milho (Dekalb290[®] não *Bt*, Dekalb315 VTPRO[®], Dekalb 340 VTPRO2[®], Dekalb 290 VTPRO3[®], Fórmula TL[®], Defender Viptera[®], Status Viptera 3[®], Dow 2B810 Powercore[®], Pioneer 30F53 Optimum intrasect[®] e Biogene 7330 Herculex[®]) e dois manejos (sem aplicação e com aplicação de inseticida). Foram avaliados: nível de dano por desfolha, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, massa de mil grãos e produtividade. Os resultados evidenciam que as tecnologias *Bt* disponíveis no mercado apresentam níveis de controle diferentes entre si. Desse modo as lagartas podem causar danos diferentes nestas plantas, onde plantas mais atacadas tendem a ter produtividade menor, pois dependendo do nível de dano por desfolha a taxa de redistribuição de fotoassimilados é afetada. Outro ponto abordado no trabalho é o reflexo da aplicação de inseticida na cultura do milho, onde os resultados se mostraram favoráveis a esta prática, pois com a aplicação de inseticida as plantas apresentam nível de dano por lagartas menores do que em plantas não aplicadas. Com isso o potencial produtivo da cultura é mantido, devido a maior capacidade da planta em realizar fotossíntese, obtendo maior peso de grãos e conseqüentemente, produtividades maiores do que em plantas não pulverizadas. Assim, conclui-se que as tecnologias *Bt* apresentam desempenhos diferentes em relação ao ataque de *Spodoptera frugiperda* e que há um reflexo positivo nas plantas com a utilização do controle químico com inseticidas específicos para lagartas, pois estes agem sobre as pragas fazendo com que causem menores danos, o que se traduz em maiores produtividades.

Palavras-chave: *Spodoptera frugiperda*, controle químico, *Zea mays* L.

ABSTRACT

The corn (*Zea mays* L.) is a cereal with great productive potential and, over the years, the culture has presented considerable progress in relation to grain yield. This achievement is due to the technological advancement, provided by the development of genetically superior hybrids, for example, as the introduction of transgenic technologies such as *Bt* corn. Thus, the objective of this work was to evaluate the effectiveness of various *Bt* technologies available on the market, employed in combating complex of caterpillars attacking the culture of corn, subject or not to the specific insecticide application in order to study also the reflection of such management in corn culture. The experiment was conducted in Palotina (PR) and Assis Chateaubriand (PR) in the second agricultural crop 2014/2015, with random blocks design with four replications, in 10 x 2 factorial arrangement, being 10 corn hybrids (Dekalb290® no *Bt*, Dekalb315® VTPRO, Dekalb 340 VTPRO2®, Dekalb 290 VTPRO3®, Formula TL®, Defender Viptera®, Status Viptera 3®, Dow 2B810 Powercore®, Pionner 30F53 Optimum Intrasect® and Biogene 7330 Herculex®) and two managements (without implementation and application of insecticide). Were evaluated: damage by defoliation level, number of rows of grains per Spike, number of grains per row, 1000 grain mass and productivity. The results show that *Bt* technologies available on the market feature different control levels among themselves. Thereby the caterpillars can cause damage different in these plants, where most plants attacked tend to have lower productivity, because depending on the level of damage by defoliation photo assimilated redistribution rate is affected. Another point discussed at work is a reflection of the application of insecticide on corn culture, where the results were favourable to this practice, as with the application of insecticidal plants present level of damage by caterpillars than in plants do not apply. With that the productive potential of culture is maintained, due to the higher capacity of the plant to perform photosynthesis, getting larger grain weight and consequently, yields greater than on unsprayed plants. Thus, it is concluded that *Bt* technologies presenting different performances in relation to the attack of *Spodoptera frugiperda* and that there is a positive reflection on the plants with the use of chemical control with insecticides specific for caterpillars, as these act on the pests causing minor damage cause, which translates to higher productivity.

Keywords: *Spodoptera frugiperda*, chemical control, *Zea mays* L.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 Empresas, eventos, marcas, toxinas e data de liberação de eventos transgênicos de milho <i>Bt</i> no Brasil (CTNBIO, 2015). | 13 |
| Tabela 2 Coordenadas geográficas e altitude dos locais dos experimentos. | 15 |
| Tabela 3 Características químicas dos solos dos experimentos. Palotina (PR) e Assis Chateaubriand (PR), setembro de 2014. | 16 |
| Tabela 4 Tratamentos estudados. Palotina (PR) e Assis Chateaubriand (PR), PR, 2015. | 17 |
| Tabela 5 Nível de dano de desfolha por <i>S. frugiperda</i> em híbridos de milho Bt e não Bt avaliados nos estádios V4, V6, V8, V10, V12, em função da aplicação de inseticida específico. Assis Chateaubriand (PR), segunda safra do ano agrícola 2014/2015. | 23 |
| Tabela 6 Nível de dano de desfolha por <i>S. frugiperda</i> em híbridos de milho Bt e não Bt avaliados nos estádios V4, V6, V8, V10, V12, em função da aplicação de inseticida específico. Palotina (PR), segunda safra do ano agrícola 2014/2015.. | 25 |
| Tabela 7 Número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira e massa de mil grãos de híbridos de milho <i>Bt</i> e não <i>Bt</i> , em função da aplicação de inseticida específico. Assis Chateaubriand e Palotina (PR), 2015. | 28 |
| Tabela 8 Produtividade (Kg ha ⁻¹) de híbridos de milho <i>Bt</i> e não <i>Bt</i> , em função da aplicação de inseticida específico. Assis Chateaubriand (PR) e Palotina (PR), segunda safra do ano agrícola 2014/2015. | 31 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 9 |
| 2. OBJETIVOS | 14 |
| 3. METODOLOGIA..... | 15 |
| 3.1 LOCAIS DOS EXPERIMENTOS | 15 |
| 3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS..... | 17 |
| 3.4 UNIDADES EXPERIMENTAIS | 18 |
| 3.5 ADUBAÇÃO..... | 18 |
| 3.6 SEMEADURA E TRATOS CULTURAIS | 19 |
| 3.7 APLICAÇÃO DE INSETICIDA EXPECÍFICO..... | 19 |
| 3.8 AVALIAÇÕES | 20 |
| 3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 21 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 22 |
| 4.1 NÍVEL DE DANO DE DESFOLHA | 22 |
| 4.2 NÚMERO DE FILEIRAS DE GRÃOS, NÚMERO DE GRÃOS POR FILEIRA E MASSA DE MIL GRÃOS | 28 |
| 4.3 PRODUTIVIDADE | 31 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 34 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 35 |

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal com grande potencial produtivo e pode ser utilizado de várias maneiras, o que o torna um dos cereais mais cultivados mundialmente. No Brasil, na safra 2014/15, a cultura do milho foi cultivada em 15,7 milhões de hectares, alcançando uma produção recorde de 84.729,2 mil toneladas, com produtividade média de 5382 kg ha⁻¹. A região Sul se destaca na produção deste cereal, apresentando produtividade média de 6622 kg ha⁻¹ na primeira safra e 5840 kg ha⁻¹ na segunda safra, conferindo médias acima da nacional (CONAB, 2015). Entretanto, mesmo diante de tais recordes, ano após ano os produtores vêm buscando por maiores produtividades, devido ao grande potencial da cultura do milho e pela crescente demanda mundial por alimentos.

Desse modo, ao decorrer dos anos, a cultura do milho tem apresentado avanço considerável no que se diz respeito à produtividade. Muito dessa conquista deve-se ao avanço tecnológico proporcionado pelo desenvolvimento de híbridos geneticamente superiores. Como exemplo, a introdução de tecnologias transgênicas como o milho *Bt*, a adaptação ao ambiente de determinados híbridos e a introdução de materiais mais produtivos (FARINELLI; FORNASIERI, 2006).

Estima-se que na safra 2015/2016 a área total cultivada com culturas transgênicas (soja, milho e algodão) no Brasil será em torno de 44,2 milhões de hectares, correspondendo 90,7 % da área cultivada com tais culturas, o que mostra um aumento de 3,9% em relação a safra 2014/2015. Também para esta safra, os produtores contam com a introdução de novos eventos transgênicos, aumentando as opções de manejo (CÉLERES, 2015).

Entretanto, o rendimento e a qualidade da produção podem ser afetados por fatores genéticos, bióticos e abióticos. Dentre os fatores bióticos que interferem na produtividade do milho está a incidência de pragas, as quais podem acarretar em prejuízos à lavoura e a produção, gerando impacto econômico considerável. A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) é considerada a mais importante da cultura do milho, causando danos em todas as fases de desenvolvimento da planta. O ataque desta praga pode acarretar em perdas na produtividade em até 60%, dependendo da época de cultivo, do

genótipo e do estágio de desenvolvimento da planta (CRUZ; TURPIN, 1982; CARNEVALLI; FLORCOVSKI, 1995; CRUZ et al., 1999).

O controle químico dessa praga demanda um alto número de pulverizações com inseticidas, levando a implicações no meio ambiente, ao surgimento de populações resistentes a diversos produtos químicos e ao aumento no custo de produção. Sendo assim, uma ferramenta importante no controle de pragas é a utilização da resistência de plantas a insetos por meio de organismos geneticamente modificados, conferindo menor número de pulverizações (SILOTO, 2002) e consequentemente levando a vantagens ambientais, econômicas e biológicas (HAMM; WISEMAM, 1986)

A tecnologia do milho geneticamente modificado foi lançada comercialmente nos EUA em 1996, graças à biotecnologia. Desde então, introduziu-se um novo mecanismo de controle de pragas, que consiste na utilização de plantas geneticamente modificadas que conferem resistência a insetos. Tal feito foi alcançado através de técnicas que permitiram a introdução de genes do *Bacillus thuringiensis* Berliner (*Bt*) em plantas de milho, o que originou o milho geneticamente modificado, conferindo resistência da planta a algumas espécies de lepidópteros pragas (ARMSTRONG et al., 1995).

Os genes *Bt* agem na planta codificando a expressão da proteína *Bt*. As lagartas, ao se alimentarem da planta geneticamente modificada, ingerem a(s) proteína(s) na forma de cristais. Após a ingestão, os cristais são solubilizados no intestino médio das lagartas. Tais cristais são compostos por uma ou várias proteínas Cry, que são altamente tóxicas e específicas, assim não causam danos à maioria dos outros organismos, inclusive insetos benéficos (HERRERO et al., 2001, SIEGEL, 2001). Com a solubilização, as protoxinas constituintes dos cristais são ativadas e ligam-se a receptores sítio-específicos do epitélio levando à formação de poros na membrana e causando a lise celular (FIUZA et al., 1996; SCHNEPF et al., 1998). Assim, os insetos susceptíveis apresentam sintomas como: paralisia do intestino, regurgitação e por fim a morte (ARANSON et al., 2001).

A tecnologia *Bt* é uma das principais formas de controle desses insetos. Porém, deve-se utilizar de outras práticas que ajudam a potencializar sua eficiência e também, manejos que possibilitem o não desenvolvimento de

populações de insetos resistentes, como por exemplo, a utilização de refúgio (MENDES et al., 2009).

O refúgio consiste na semeadura de milho não *Bt* ou “convencional”, de ciclo e porte igual ao milho *Bt* utilizado, em uma porcentagem da lavoura cultivada com milho *Bt*. Esta porcentagem varia com o tipo de evento transgênico, por exemplo, se ele expressa uma ou mais de uma toxina, e com a recomendação das empresas detentoras dos eventos (MENDES et al., 2011). Também é importante fazer o monitoramento da lavoura e verificar o nível de infestação pela praga, pois dependendo do híbrido utilizado e do grau de infestação, devem ser tomadas medidas de controle complementares, como a utilização de produtos químicos (MENDES; WAQUIL, 2009).

Muitas vezes, o controle químico é utilizado de forma auxiliar pelos produtores, a partir do momento em que constatam danos em plantas causados por lagartas. Alguns autores descrevem o momento correto de aplicação. CRUZ, 1999 explanou que o controle químico deve ser realizado quando 10% das plantas forem atacadas. Já WAQUIL et al. (2013) utiliza metodologia diferente e acredita que o controle deve ser realizado quando 20% das plantas apresentem nota de dano ≥ 3 , pela escala de Davis et al. (1992). E também, estudos realizados por PERDOMO (2013) mostram que no caso de ocorrência de algum estresse em plantas de milho no estágio a partir do estágio V8 o número de grãos por fileiras é afetado, diminuindo a produtividade. Isto ocorre por alguma limitação de recursos como luz, água e nutrientes, fazendo com que alguns óvulos sejam sacrificados pela planta, assegurando o desenvolvimento dos óvulos remanescentes. Desse modo, aplicações de inseticidas no estágio de desenvolvimento V8 podem surtir efeitos positivos quanto ao controle de pragas e conseqüentemente na produtividade final.

Devido à inexperiência dos produtores em relação a essas novas tecnologias, desde a implantação da tecnologia *Bt*, a prática do refúgio não foi utilizada corretamente ou nem mesmo foi utilizada devido a aspectos operacionais, por falta de informações e também devido à legislação, que não dispõe de lei específica para implantação de áreas de refúgio e órgãos fiscalizadores do mesmo. Com isso, foram sendo selecionadas populações

resistentes de insetos praga às tecnologias, fazendo com que tais tecnologias não apresentem o efeito desejado sobre as pragas.

A resistência de insetos ao milho *Bt* se desenvolve por seleção de indivíduos que sobrevivem à aplicação de um inseticida a uma determinada dose ou a uma planta geneticamente modificada que expressa as proteínas *Bt* (POLANCZYK et al., 2003). Com a seleção de insetos resistentes, criou-se a necessidade de pesquisar e lançar novas tecnologias que dispunham de mais de uma proteína *Bt* ou proteínas *Bt* com ação diferente às conhecidas anteriormente.

É importante destacar que existem duas gerações de plantas *Bt*, sendo a primeira geração que engloba as plantas que expressam uma única proteína *Bt* e a segunda geração, compostas por plantas geneticamente modificadas dotadas de dois ou mais genes. Sendo que, nas plantas de segunda geração, o evento pode ser denominado piramidado, quando os transgenes são direcionados para o controle do mesmo inseto alvo ou, estaqueado, quando os transgenes são independentes e são direcionados a um inseto alvo diferente (LEGORI, 2013). Tais práticas têm o intuito de que novas tecnologias apresentem o efeito esperado sobre as pragas, pois ao passo que são inseridos vários genes, e não há resistência cruzada, a progresso da resistência é diminuída, sobretudo devido à baixa frequência inicial de indivíduos resistentes a várias toxinas (FERRÉ; VAN RIE, 2002). Além disso, também propicia o controle de outras pragas alvo, diminuindo os prejuízos a lavouras.

Devido às necessidades e evoluções tecnológicas, ao passar dos anos as empresas lançaram novos eventos transgênicos. Atualmente no Brasil, há quinze eventos liberados comercialmente que expressam a toxina *Bt* em plantas de milho, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 Empresas, eventos, marcas, toxinas e data de liberação de eventos transgênicos de milho *Bt* no Brasil (CTNBIO, 2015).

| Empresa | Evento | Marca (Sigla) | Toxina | Mês/Ano de aprovação no Brasil |
|----------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Monsanto | MON810 | YieldGard® (YG, Y) | Cry 1ab | ago/07 |
| Syngenta | BT11 | AgrisureT® (TL) | Cry 1ab | set/07 |
| Dow AgroSc. | TC1 507 | Herculex®(HX, H) | Cry 1F | dez/08 |
| Syngenta | MIR162 | Viptera® (VIP) | VIP3Aa20 | set/09 |
| Monsanto | MON89034 | YieldGard VTPRO® (Pro) | Cry 1A105 (1Ab, 1Ac, 1F) + Cry2Ab2 | out/09 |
| Syngenta | BT11 x MIR162 x GA21 | Vipeta3® (VIP3) | Cry 1ab + VIP3Aa20 | nov/10 |
| Monsanto | MON89034 x NK603 | YieldGard VTPRO2® (Pro2) | Cry 1A105 (1Ab, 1Ac, 1F) + Cry2Ab2 | nov/10 |
| Monsanto | MON88017 | YieldGard VT Rootworm/RR2 ® | Cry3Bb1 | dez/10 |
| Monsanto/Dow | MON 89034×TC1507×NK603 | Powercore® (PW) | Cry1A.105 e Cry2Ab2 | dez/10 |
| DuPont/Pioneer | MON 810 x NK 603 x TC 1507 | Optimum Intrasect® | Cry1Ab+ Cry1F | jun/11 |
| Monsanto | MON 89034 x MON 88017 | VTPRO3® (Pro3) | Cry1A.105-Cry2Ab2 / Cry3Bb1 | set/11 |
| Syngenta | Bt11 x MIR162 x MIR604 x GA21 | Viptera 3® (VIP3) | cry1Ab + vip3Aa + Mery3A | set/14 |
| Syngenta | MIR604 | (-----) | Mery3A | set/14 |
| DuPont/Pioneer | TC1507xMON810xMIR162xNK603 | (-----) | Cry1F + Cry1Ab + Vip3Aa20 | abr/15 |
| DuPont/Pioneer | TC1507xMON810xMIR162 | Leptra® | Cry1F + Cry1Ab + Vip3Aa20 | abr/15 |

Com tantas opções de eventos transgênicos no mercado, cria-se a necessidade de avaliar a eficácia dos mesmos quanto ao controle de pragas na cultura do milho, pois com o passar do tempo, observa-se que tais tecnologias vêm perdendo efeito no controle das lagartas, devido à seleção de populações resistentes. Outra questão importante em estudar é o reflexo do manejo complementar com inseticida no desempenho do milho *Bt* sob diferentes tecnologias

2. OBJETIVOS

O objetivo do trabalho foi avaliar a eficácia de diversas tecnologias *Bt* disponíveis no mercado, empregadas no combate ao complexo de lagartas que atacam a cultura do milho, submetidas ou não à aplicação de inseticida específico.

3. METODOLOGIA

3.1 LOCAIS DOS EXPERIMENTOS

Foram realizados dois experimentos na região oeste do Estado do Paraná, sendo um em Assis Chateaubriand (PR) e o outro em Palotina (PR), com as características dos locais expostas na Tabela 2.

Tabela 2 Coordenadas geográficas e altitude dos locais dos experimentos.

| Locais | Latitude (°S) | Longitude (°W) | Altitude (m) |
|---------------------|---------------|----------------|--------------|
| Palotina | 24°20'42,77" | 53°51'35,95" | 305 |
| Assis Chateaubriand | 24°16'9,69" | 53°39'38,37" | 406 |

O clima apresentado em ambas as regiões, de acordo com a classificação de Koppen, é o Cfa (IAPAR, 2015), ou seja, clima subtropical com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

A precipitação e temperatura média durante o experimento estão presentes na Figura 1.

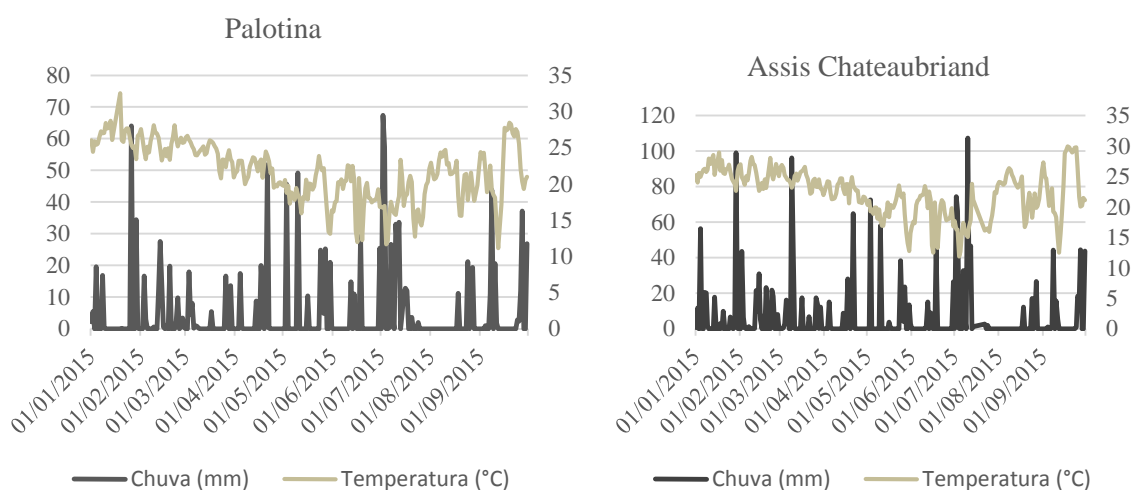


Figura 1 Dados meteorológicos das cidades de Palotina (PR) e Assis Chateaubriand (PR) no período experimental (SIMEPAR, 2015).

O experimento de Palotina (PR) foi realizado na estação experimental da Cooperativa Agroindustrial C.Vale. A cultura antecessora foi a soja para produção de grãos.

O experimento de Assis Chateaubriand (PR) foi realizado na Fazenda Salomão, situada na comunidade São Cosme e Damião, em área comercial de produção de grãos. O cultivo do milho de segunda safra também foi precedido pela cultura da soja.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS

O solo da área experimental da Cooperativa Agroindustrial C.Vale é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico típico (EMBRAPA, 2006a), textura muito argilosa, com teores de argila, areia e silte total de: 80, 10 e 10 % respectivamente. Apresentando relevo plano (0,01 m m⁻¹ de declividade).

O solo da área de Assis Chateaubriand (PR) é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico típico (EMBRAPA, 2006a), e teores de argila, areia e silte total de: 65, 10 e 25% respectivamente. O relevo também é considerado plano (0,01 m m⁻¹ de declividade).

Os resultados da análise química do solo, realizada antes da instalação do experimento (Tabela 3.), revelam os teores de nutrientes que se encontram nos solos na área de Palotina (PR) e Assis Chateaubriand (PR).

Tabela 3 Características químicas dos solos dos experimentos. Palotina (PR) e Assis Chateaubriand (PR), setembro de 2014.

| Local | Prof. | P | MO | pH | H+Al | Al | K | Ca | Mg | CTC | V |
|-------------|-------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-----|------|------|------|-------|------|
| | cm | mg dm ³ | g dm ³ | CaCl ₂ | cmol _c dm ³ | | | | | | % |
| Palotina | 00-10 | 50,72 | 17,29 | 5,80 | 2,36 | 0,0 | 0,25 | 3,87 | 0,92 | 7,40 | 68,1 |
| | 10-20 | 44,27 | 14,45 | 5,50 | 2,95 | 0,0 | 0,16 | 3,14 | 0,80 | 7,05 | 58,2 |
| Assis Chat. | 00-20 | 14,94 | 37,56 | 5,30 | 4,28 | 0,0 | 0,44 | 5,89 | 2,01 | 12,62 | 66,1 |

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 10 x 2 (dez híbridos de milho e dois manejos de lagartas desfolhadoras), com quatro repetições. Os manejos estudados foram: sem aplicação de inseticida e com aplicação de inseticida específico para lagartas. Os híbridos utilizados no experimento foram: (1) Dekalb290[®] “convencional” não *Bt*, (2) Dekalb315 VTPRO[®], (3) Dekalb 340 VTPRO2[®], (4) Dekalb 290 VTPRO3[®], (5) Fórmula TL[®], (6) Defender Viptera[®], (7) Status Viptera 3[®], (8) Dow 2B810 Powercore[®], (9) Pioneer 30F53 Optimum intrasect[®] e, (10) Biogene 7330 Herculex[®]. Os tratamentos podem ser visualizados na Tabela 4.

Tabela 4 Tratamentos estudados. Palotina (PR) e Assis Chateaubriand (PR), 2015.

| Tratamento | Híbrido | Manejo |
|------------|---------------------------------|-----------------------------|
| 1 | Dekalb290 convencional | Sem aplicação de inseticida |
| 2 | | Com aplicação de inseticida |
| 3 | Dekalb 315 VTPRO | Sem aplicação de inseticida |
| 4 | | Com aplicação de inseticida |
| 5 | Dekalb 340 VTPRO2 | Sem aplicação de inseticida |
| 6 | | Com aplicação de inseticida |
| 7 | Dekalb 290 VTPRO3 | Sem aplicação de inseticida |
| 8 | | Com aplicação de inseticida |
| 9 | Fórmula TL | Sem aplicação de inseticida |
| 10 | | Com aplicação de inseticida |
| 11 | Defender Viptera | Sem aplicação de inseticida |
| 12 | | Com aplicação de inseticida |
| 13 | Status Viptera 3 | Sem aplicação de inseticida |
| 14 | | Com aplicação de inseticida |
| 15 | Dow 2B810 Powercore | Sem aplicação de inseticida |
| 16 | | Com aplicação de inseticida |
| 17 | Pioneer 30F53 Optimum intrasect | Sem aplicação de inseticida |
| 18 | | Com aplicação de inseticida |
| 19 | Biogene 7330 Herculex | Sem aplicação de inseticida |
| 20 | | Com aplicação de inseticida |

3.4 UNIDADES EXPERIMENTAIS

Em Palotina (PR), o experimento foi composto por 80 parcelas de 2,7 m de largura por 5,0 m de comprimento (13,5 m²). No qual cada parcela constituía-se de 6 fileiras de 5,0 m no espaçamento de 0,45 m. A área útil compreendeu as duas fileiras centrais com 2,0 m de comprimento, totalizando 1,8 m² de área útil por parcela.

Já em Assis chateaubriand (PR), o experimento foi composto por 80 parcelas de 4,5 m de largura por 4,0 m de comprimento (18,0 m²). No qual cada parcela constituía-se de 5 fileiras de 4,0 m no espaçamento de 0,90 m. A área útil compreendeu as duas fileiras centrais com 2,0 m de comprimento, totalizando 3,6 m² de área útil por parcela.

3.5 ADUBAÇÃO

Em Palotina (PR) e Assis Chateaubriand (PR), as áreas foram sulcadas anteriormente a semeadura com semeadora de plantio direto e, neste momento, realizou-se a adubação de base no sulco de semeadura com fertilizantes minerais (NPK), segundo as recomendações para a cultura do milho, de acordo com a extração de nutrientes pela cultura (EMBRAPA, 2006b). Em todas as parcelas, realizou-se a adubação com fertilizante mineral, sendo em Palotina (PR) na dose de 300 Kg ha⁻¹, na formulação 16-16-16 de N-P-K e Assis Chateaubriand (PR) na dose de 250 Kg ha⁻¹, na formulação 05-10-10 de N-P-K + 25 % de matéria orgânica.

No estágio de V6, em ambas as áreas realizou-se aplicação de uréia protegida com 45% de N, na dose de 110 Kg ha⁻¹ de uréia, totalizando um montante de 50 Kg de N ha⁻¹.

3.6 SEMEADURA E TRATOS CULTURAIS

No dia 12/02/2015 realizou-se a semeadura em Palotina (PR) e no dia 13/02/2015 em Assis Chateaubriand (PR). Esta operação foi realizada com o auxílio de “matracas”, depositando-se duas sementes por cova, na profundidade de 5 cm. As covas foram distanciadas utilizando-se a própria régua de regulagem das “matracas”, a fim de obter a população desejada após o desbaste (58.000 plantas ha⁻¹).

Dez dias após a emergência realizou-se o desbaste manual das plântulas deixando-se apenas uma planta por cova. Ao passo que as plantas se encontravam no estágio V4, realizou-se a aplicação dos herbicidas atrazina e nicosulfuron nas doses de 6,0 L ha⁻¹ e 1,5 L ha⁻¹, respectivamente. Tais doses estavam de acordo com as recomendações dos fabricantes dos produtos.

3.7 APLICAÇÃO DE INSETICIDA ESPECÍFICO

Quando as plantas apresentaram o estágio V8, realizou-se aplicação de inseticida específico para *S. frugiperda*. Aplicou-se o inseticida Lufenuron na dosagem de 300 mL p.c. ha⁻¹, utilizando-se água (H₂O) como diluente. Realizou-se a aplicação mediante equipamento costal pressurizado com gás carbônico (CO₂), com pressão constante de 2BAR (ou 29 PSI), vazão de 0,65 L min⁻¹, equipado com lança contendo 4 pontas leque da série Teejet tipo XR 110.02, que, trabalhando a altura de 50 cm do alvo e a velocidade de 1 m segundo⁻¹, atingindo faixa aplicada de 50 cm de largura por bico, propiciando volume de calda de 200 L ha⁻¹.

3.8 AVALIAÇÕES

3.8.1 Nível de dano causado por lagartas

Avaliou-se os danos (desfolha) nos estádios V4, V6, V8, V10, V12. Determinou-se o dano atribuindo-se notas de 0 a 9 de acordo com a escala de Davis e Willians (1992).

3.8.2 Número de fileiras de grãos por espiga e número de grãos por fileiras

A partir de cinco espigas centrais de cada parcela, computou-se o número de fileiras de grãos e o número de grãos por fileira em cada uma delas.

3.8.3 Massa de mil grãos

A partir da amostra utilizada para determinação da produtividade de grãos, foram contados 100 grãos em duas vezes e pesados em balança analítica. Realizou-se a média dos valores e o resultado foi multiplicado por dez e corrigido a 13% de umidade.

3.8.4 Produtividade de grãos

Realizou-se a colheita manual da área útil de todas as parcelas ao ponto que as plantas demonstravam o momento ideal para a colheita. A área útil de colheita em Palotina (PR) compreendeu 1,8 m² por parcela e em Assis Chateaubriand (PR) 3,6 m², como descrito no item 3.4 (unidades experimentais). Na colheita, as espigas foram ensacadas e identificadas de acordo com a parcela. Após a colheita, trilhou-se as espigas, pesou-se os grãos e mensurou-se a umidade com medidor automático. Calculou-se a produtividade de grãos de milho a partir da massa da amostra, corrigindo-se a 13% de umidade e extrapolado para Kg ha⁻¹.

3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados conforme Pimentel Gomes e Garcia (2002). Realizou-se análise de variância individual por local, com os desdobramentos necessários e as médias para híbridos foram agrupadas pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade, enquanto o teste F foi conclusivo para manejos ($P \leq 0,05$) com auxílio do programa computacional Sisvar (Ferreira, 1999).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 NÍVEL DE DANO DE DESFOLHA

No experimento em Assis Chateaubriand (PR), no qual foi realizado na segunda safra do ano agrícola 2014/2015, avaliando os danos por escala de notas visuais no estágio fenológico V4, observou-se grande ocorrência de *Spodoptera frugiperda*. Considerando os danos, os híbridos que dispõem de tecnologia Viptera, Viptera 3 e VT PRO 3 não apresentaram nenhum dano de lagarta, se mostrando estatisticamente iguais. Já o híbrido com tecnologia Herculex obteve as piores notas de danos, não apresentando diferença estatística para o híbrido DKB 290 não *Bt*, revelando ser suscetível ao ataque de tal praga (Tabela 5).

Avaliando-se os danos causados por *S. frugiperda* nos estádios fenológicos V6 e V8, observou-se aumento no nível de dano em relação ao estágio V4. Os híbridos com tecnologia Viptera, Viptera 3 e VTPRO 3 continuaram apresentando níveis de danos abaixo dos demais, indicando que estes possuem resistência a praga em questão devido a tecnologia empregada, porém a tecnologia VTPRO 3 apresentou diferença estatística para as tecnologias Viptera e Viptera 3, que se mostraram mais eficientes. De acordo com Davis e Williams (1989), a escala de danos pode ser dividida em três categorias: 1 a 3 = resistente; 4 a 6 = resistência intermediária; e 7 a 9=susceptíveis. Desse modo, os híbridos com tecnologia VTPRO, VTPRO 2, Optimum intrasect e Powercore apresentaram resistência intermediária. Tais resultados corroboram com a pesquisa de Peterlini et al. (2014) onde a área foliar consumida por lagartas foi menor no híbrido com tecnologia Viptera, no qual o consumo foi avaliado apenas nos primeiros dois dias, devido a todas as lagartas se apresentarem mortas já neste período.

Já o híbrido com tecnologia TL, que no estágio V4 apresentou danos médios, pode-se observar notas de danos maiores que sete, evidenciando a susceptibilidade dessa tecnologia ao ataque da lagarta, igualmente pra o híbrido com tecnologia Herculex e o híbrido DKB 290 não *Bt*.

Tabela 5 Nível de dano de desfolha por *S. frugiperda* em híbridos de milho Bt e não Bt avaliados nos estádios V4, V6, V8, V10, V12, em função da aplicação de inseticida específico. Assis Chateaubriand (PR), segunda safra do ano agrícola 2014/2015.

| Híbridos | Nível de dano no estádio V4 | | Nível de dano no estádio V6 | | Nível de dano no estádio V8 | |
|------------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | Manejo | | Manejo | | Manejo | |
| | Sem aplicação | Sem aplicação | Sem aplicação | Sem aplicação | Sem aplicação | Sem aplicação |
| Defender Viptera | 0,00 Aa | 0,00 Aa | 0,00 Aa | 0,00 Aa | 1,75 Aa | 1,50 Aa |
| Status Viptera 3 | 0,00 Aa | 0,00 Aa | 0,50 Aa | 0,00 Aa | 1,25 Aa | 1,50 Aa |
| DKB 290 VTPRO 3 | 0,00 Aa | 0,00 Aa | 3,25 Ab | 4,50 Ab | 3,50 Ab | 3,25 Aa |
| DKB 340 VTPRO 2 | 6,00 Ad | 6,25 Ad | 4,00 Ab | 3,75 Ab | 5,00 Ac | 5,00 Ab |
| DKB 315 VTPRO | 1,25 Ab | 1,75 Ab | 4,50 Ab | 3,75 Ab | 4,25 Ab | 4,00 Aa |
| 30F53 YH | 4,00 Ac | 3,50 Ac | 5,00 Ab | 6,50 Ac | 6,25 Ac | 6,75 Ab |
| 2B810 PW | 5,75 Ad | 5,50 Ad | 5,50 Ab | 4,75 Ab | 5,75 Ac | 6,25 Ab |
| BG 7330 H | 7,50 Ae | 7,50 Ae | 7,00 Ac | 7,75 Ac | 7,25 Ac | 6,75 Ab |
| DKB290 não Bt | 7,25 Ae | 7,00 Ae | 7,25 Ac | 7,50 Ac | 7,25 Ac | 7,00 Ab |
| Fórmula TL | 4,50 Ac | 4,25 Ac | 7,75 Ac | 7,00 Ac | 7,25 Ac | 7,00 Ab |
| Médias | 3,62 | 3,57 | 4,47 | 4,55 | 4,47 | 4,55 |
| CV (%) | 15,39 | | 31,12 | | 34,61 | |

| Híbridos | Nível de dano no estádio V10 | | Nível de dano no estádio V12 | |
|------------------|------------------------------|---------------|------------------------------|---------------|
| | Manejo | | Manejo | |
| | Sem aplicação | Com aplicação | Sem aplicação | Com aplicação |
| Defender Viptera | 1,00 Aa | 0,00 Aa | 1,00 Aa | 0,25 Aa |
| Status Viptera 3 | 0,50 Aa | 0,00 Aa | 0,75 Aa | 0,25 Aa |
| DKB 290 VTPRO 3 | 3,50 Bb | 2,00 Ab | 4,00 Ab | 3,50 Ab |
| DKB 340 VTPRO 2 | 5,25 Bc | 3,00 Ac | 4,25 Bb | 2,75 Ab |
| DKB 315 VTPRO | 4,75 Bc | 1,75 Ab | 4,75 Bb | 2,25 Ab |
| 30F53 YH | 7,25 Bd | 4,75 Ad | 6,00 Bc | 4,75 Ac |
| 2B810 PW | 6,00 Bc | 2,50 Ac | 6,75 Bc | 3,00 Ab |
| BG 7330 H | 7,00 Bd | 4,25 Ad | 7,00 Bc | 5,00 Ac |
| DKB290 não Bt | 8,00 Bd | 3,50 Ac | 6,25 Bc | 4,50 Ac |
| Fórmula TL | 7,00 Bd | 4,25 Ad | 5,50 Bc | 4,25 Ac |
| Médias | 5,03 | 2,60 | 4,63 | 3,05 |
| CV (%) | 23,44 | | 22,24 | |

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott (coluna – entre híbridos) e teste F (linha – entre manejos), a 5% de probabilidade.

Tais resultados mostram que tecnologias introduzidas no mercado há pouco tempo, como por exemplo, Powercore e Optimum Intrasect, já demonstram resistência intermediária ao ataque de lagartas devido à seleção de biótipos resistentes, evidenciando que o manejo da resistência no Brasil ainda é falho, apesar das frequentes campanhas para que este tipo de situação não aconteça. Em pesquisa realizada por Albrecht e Missio (2012) em Palotina (PR) relataram que as tecnologias *Bt* são bem aceitas pelos produtores, porém muitos deles reconhecem que a prática do refúgio é pouco usual na região, o que leva a ocorrência de insetos resistentes em maior escala.

Vários casos de resistência de insetos à proteínas *Bt* foram detectados a partir de 2007. Especificamente para a cultura do milho, STORER et al. (2010) encontraram resistência de *S. frugiperda* à proteína Cry1F expressa em milho, em Porto Rico. Com isso, as empresas buscam introduzir no mercado, tecnologias mais eficientes no controle de insetos praga, através da utilização da técnica de piramidação de dois ou mais genes, fazendo com que a planta expresse diferentes toxinas, o que contribui também, para o manejo da resistência (CARNEIRO et al. 2009).

A partir do momento em que se detectaram casos de resistência dos insetos alvo, o manejo da resistência começou a ser utilizado. Dentre as práticas que devem ser adotadas para a não seleção de insetos resistentes são: dessecação antecipada de plantas daninhas, monitoramento das pragas, alta dose de proteína combinado ao refúgio, rotação de culturas, piramidação de genes, entre outras (LEITE et al., 2011).

No estágio fenológico V8 da cultura do milho, aplicou-se inseticida específico para observar os reflexos de tal manejo no desenvolvimento dos diferentes híbridos. Assim, no estágio V10 avaliou-se novamente os danos ocasionados por lagartas e observou-se diferença significativa para os manejos nos híbridos com tecnologia VTPRO, VTPRO 2, VTPRO 3, Optmum intrasect, Powercore, TL e o híbrido DKB 290 não Bt, onde plantas pulverizadas com inseticida apresentaram danos menores que as não pulverizadas. Tais resultados corroboram com a pesquisa de Lourenção e Fernandes (2013), no qual obtiveram resultados semelhantes em sua pesquisa com milho *Bt*. Já os híbridos com tecnologia Viptera e Viptera 3 não apresentaram diferença significativa quanto ao manejo, isto porque os mesmos continuaram apresentando níveis de dano muito baixos quanto ao ataque de lagarta.

A última avaliação de dano foi no estágio fenológico V12, no qual se pode observar que os níveis de dano em plantas pulverizadas com inseticida foram similares ao estágio V10, demonstrando que o inseticida proporcionou efeito deletério sobre o desenvolvimento das lagartas. Isso acontece devido o Lufenuron pertencer ao grupo dos inseticidas reguladores de crescimento (GRÜTZMACHER et al., 2000), bloqueando a síntese de quitina, o principal componente do exoesqueleto dos artrópodes, alterando o processo de ecdise (GALLO et al.,

2002). Além disso, também tem efeito em adultos que, ao se alimentar, contaminam-se e tornam-se estéreis, reduzindo sua fecundidade, além de fazer com que os insetos não consigam eclodir dos ovos (ÁVILA e NAKANO, 1999).

No experimento realizado em Palotina (PR), (Tabela 6.), os danos causados por lagartas foram menores em relação a Assis Chateaubriand, devido à baixa pressão de lagartas que ocorreram no local. Porém, pode se observar danos causados por *S. frugiperda* em diversos híbridos. SILOTO et al. (2002), avaliando danos de *S. frugiperda* em 12 híbridos, em três cidades do Estado de São Paulo, observaram danos diferentes entre os locais.

Tabela 6 Nível de dano de desfolha por *S. frugiperda* em híbridos de milho Bt e não Bt avaliados nos estádios V4, V6, V8, V10, V12, em função da aplicação de inseticida específico. Palotina (PR), segunda safra do ano agrícola 2014/2015.

| Híbridos | Nível de dano no estádio V4 | | Nível de dano no estádio V6 | | Nível de dano no estádio V8 | |
|------------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | Manejo | | Manejo | | Manejo | |
| | Sem aplicação | Com aplicação | Sem aplicação | Com aplicação | Sem aplicação | Com aplicação |
| Defender Viptera | 0,00 Aa | 0,00 Aa | 0,00 Aa | 0,00 Aa | 0,75 Aa | 0,50 Aa |
| Status Viptera 3 | 0,00 Aa | 0,00 Aa | 1,25 Ab | 1,75 Ab | 1,25 Aa | 0,50 Aa |
| DKB 290 VTPRO 3 | 1,75 Ab | 1,75 Ab | 0,00 Aa | 0,00 Aa | 1,50 Aa | 0,25 Aa |
| DKB 340 VTPRO 2 | 5,50 Ad | 5,25 Ac | 4,25 Ad | 4,75 Ae | 2,75 Ab | 2,50 Ab |
| DKB 315 VTPRO | 1,25 Ab | 1,50 Ab | 2,00 Ae | 2,75 Af | 1,50 Aa | 1,75 Aa |
| 30F53 YH | 0,75 Aa | 0,75 Aa | 2,25 Ac | 2,50 Ac | 4,00 Ac | 3,75 Ac |
| 2B810 PW | 1,50 Ab | 1,50 Ab | 2,00 Ac | 1,50 Ac | 2,50 Ab | 2,25 Ab |
| BG 7330 H | 4,00 Ac | 4,50 Ac | 3,75 Ad | 3,50 Ad | 4,25 Ac | 4,00 Ac |
| DKB290 não Bt | 3,50 Ac | 3,50 Ac | 4,50 Ad | 4,75 Ae | 3,00 Ab | 3,25 Ac |
| Fórmula TL | 4,25 Ac | 4,25 Ac | 2,25 Ac | 2,50 Ac | 4,50 Ac | 4,25 Ac |
| Médias | 2,25 | 2,30 | 2,62 | 2,70 | 2,60 | 2,30 |
| CV (%) | 35,01 | | 22,03 | | 38,61 | |

| Híbridos | Nível de dano no estádio V10 | | Nível de dano no estádio V12 | |
|------------------|------------------------------|---------------|------------------------------|---------------|
| | Manejo | | Manejo | |
| | Sem aplicação | Com aplicação | Sem aplicação | Com aplicação |
| Defender Viptera | 0,50 Aa | 0,00 Aa | 0,00 Aa | 0,25 Aa |
| Status Viptera 3 | 0,25 Aa | 0,00 Aa | 0,25 Aa | 0,00 Aa |
| DKB 290 VTPRO 3 | 1,50 Bb | 0,25 Aa | 2,75 Bb | 0,50 Aa |
| DKB 340 VTPRO 2 | 3,75 Bd | 2,25 Ac | 4,25 Bc | 2,25 Ab |
| DKB 315 VTPRO | 2,50 Bc | 1,25 Ab | 3,00 Ab | 2,50 Ab |
| 30F53 YH | 4,50 Bd | 3,00 Ac | 5,00 Ac | 4,25 Ac |
| 2B810 PW | 2,75 Bc | 0,50 Aa | 3,00 Bb | 0,50 Aa |
| BG 7330 H | 5,00 Bd | 2,75 Ac | 4,00 Bc | 2,75 Ab |
| DKB290 não Bt | 4,00 Bd | 2,75 Ac | 5,00 Ac | 4,50 Ac |
| Fórmula TL | 4,25 Bd | 3,00 Ac | 3,75 Ab | 3,25 Ab |
| Médias | 2,90 | 1,58 | 3,10 | 2,07 |
| CV (%) | 28,70 | | 31,60 | |

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott (coluna – entre híbridos) e teste F (linha – entre manejos), a 5% de probabilidade.

No estágio fenológico V4, experimento em Palotina (PR), os híbridos com tecnologia Viptera, Viptera 3 e Optimum Intrasect se mostraram estatisticamente iguais, apresentando as menores notas de danos. O híbrido com tecnologia VTPRO 2 apresentou as piores notas de danos, sendo estatisticamente diferente do demais. Já o híbrido com tecnologia Herculex se mostrou estatisticamente igual ao híbrido DK290 não *Bt*, obtendo notas em torno de 3,50 a 4,50. Os híbridos com tecnologia VTPRO 3, VTPRO e Powercore foram estatisticamente iguais.

Essa disparidade entre os resultados de Assis Chateaubriand deve-se a baixa pressão de lagartas na região de Palotina (PR), fazendo com que os híbridos não fossem atacados severamente e não apresentassem danos maiores, o que influenciou a pesquisa. Tal fato pode ser explicado pelo fato de ter ocorrido maiores precipitações na região de Palotina (PR), pois de acordo com CRUZ (1999), a população de lagartas na cultura do milho é reduzida quando há ocorrência de chuvas constantes, pelo fato das lagartas, nos seus estádios iniciais, costumarem-se alojar nas regiões mais externas das folhas, sendo facilmente carregadas pela água da chuva.

Já no estágio V6 o nível de dano apresentado, de certa forma aumentou, com o possível aumento de população de lagartas ao longo desse tempo. Assim, os híbridos com tecnologia Herculex e VTPRO 2 apresentaram as piores notas de danos, sendo estatisticamente iguais ao híbrido DKB 290 não *Bt*. Novamente, o híbrido com tecnologia Viptera não apresentou nenhum dano, sendo estatisticamente igual ao híbrido com tecnologia VTPRO 3 e ambos, diferenciando-se do híbrido com tecnologia Viptera 3, no qual apresentou maiores danos que os mesmos, porém abaixo que os demais híbridos.

Na avaliação de dano no estágio V8 os híbridos com tecnologia TL, Herculex e Optimum Intrasect apresentaram os maiores danos, idem ao híbrido DKB 290 não *Bt*, sendo estatisticamente iguais entre si. Os danos menores foram apresentados pelos híbridos Viptera, Viptera 3 e VTPRO 3.

A partir do momento em que se aplicou inseticida específico para lagartas, observou-se danos menores nas plantas em relação às plantas não aplicadas, idem aos resultados observados no experimento em Palotina (PR). Assim, no estágio V10 e V12 alguns híbridos apresentaram diferença estatística em relação

ao manejo, exceto os híbridos Defender Viptera e Status Viptera 3, DKB 315 VTPRO, 30F53 YH, DKB 290 não Bt e Fórmula TL, provavelmente pelo fato da pressão de lagartas na área ter se apresentado em menor expressão.

Assim, pode se afirmar que existem diferenças entre as diversas tecnologias disponíveis no mercado e que o manejo de lagartas através da aplicação de inseticida auxiliou no controle das mesmas, ocasionando menos danos às plantas. Indicando a necessidade de aplicação de inseticida, pelo menos complementar, em híbridos pertencentes a algumas tecnologias *Bt*. O mesmo efeito foi observado por Ferreira et al. (2012) avaliando tecnologias *Bt* e aplicação de inseticida na cultura do milho transgênico, no qual constataram que a aplicação de inseticidas faz com que as plantas apresentem menos danos de lagartas, influenciando na produtividade, e que, através desses resultados, denota-se que o manejo complementar com inseticidas é necessário em alguns casos. Farinelli e Fornasieri (2006) também retrataram em sua pesquisa, a importância da aplicação de inseticida.

4.2 NÚMERO DE FILEIRAS DE GRÃOS, NÚMERO DE GRÃOS POR FILEIRA E MASSA DE MIL GRÃOS

Para o número de fileiras de grãos por espiga (Tabela 7.), não foram encontradas diferenças significativas em relação aos manejos em todos os híbridos estudados, ou seja, a aplicação de inseticida para o controle de lagartas não fez com que ocorresse interferência no número de fileiras de grãos por espiga da cultura do milho de segunda safra, mostrando não haver diferença entre os manejos em relação a variável analisada.

Tabela 7 Número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira e massa de mil grãos de híbridos de milho *Bt* e não *Bt*, em função da aplicação de inseticida específico. Assis Chateaubriand e Palotina (PR), 2015.

| Assis Chateaubriand, PR | | | | | | |
|-------------------------|------------------------------------|---------------|-------------------------|---------------|------------------------|---------------|
| Híbridos | Nº de fileiras de grãos por espiga | | Nº de grãos por fileira | | Massa de mil grãos (g) | |
| | Manejo | | Manejo | | Manejo | |
| | Sem aplicação | Com aplicação | Sem aplicação | Com aplicação | Sem aplicação | Com aplicação |
| Defender Viptera | 16,70 Ab | 16,80 Ab | 29,60 Ab | 30,30 Ab | 355,07 Ab | 356,10 Ab |
| Status Viptera 3 | 16,50 Ab | 16,50 Ab | 26,85 Ab | 27,70 Ac | 366,33 Aa | 367,25 Aa |
| DKB 290 VTPRO 3 | 16,00 Ac | 16,10 Ab | 27,80 Ab | 26,96 Ac | 311,18 Be | 319,52 Ad |
| DKB 340 VTPRO 2 | 14,00 Ad | 14,00 Ac | 33,70 Ba | 36,60 Aa | 286,03 Bg | 308,59 Af |
| DKB 315 VTPRO | 14,10 Ad | 14,40 Ac | 30,35 Aa | 31,80 Ab | 345,77 Bc | 357,73 Ab |
| 30F53 YH | 15,95 Ac | 16,40 Ab | 30,25 Aa | 30,95 Ab | 320,45 Bd | 342,70 Ac |
| 2B810 PW | 18,30 Aa | 18,30 Aa | 31,03 Aa | 31,90 Ab | 301,42 Bf | 313,98 Ae |
| BG 7330 H | 15,40 Ac | 15,20 Ac | 29,30 Bb | 32,45 Ab | 300,89 Bf | 320,32 Ad |
| DKB290 não Bt | 15,10 Ac | 14,70 Ac | 27,95 Ab | 29,00 Ac | 275,20 Bh | 297,26 Ag |
| Fórmula TL | 18,00 Aa | 18,30 Aa | 31,30 Aa | 31,20 Ab | 298,90 Bf | 309,33 Af |
| Médias | 16,00 | 16,07 | 29,81 | 30,88 | 316,12 B | 329,28 A |
| CV (%) | 4,01 | | 6,59 | | 6,41 | |

| Palotina, PR | | | | | | |
|------------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------|---------------|------------------------|---------------|
| Híbridos | Nº de fileira de grãos por espiga | | Nº de grãos por fileira | | Massa de mil grãos (g) | |
| | Manejo | | Manejo | | Manejo | |
| | Sem aplicação | Com aplicação | Sem aplicação | Com aplicação | Sem aplicação | Com aplicação |
| Defender Viptera | 16,80 Ab | 16,85 Ab | 28,95 Ac | 29,52 Ac | 364,09 Ac | 364,76 Ac |
| Status Viptera 3 | 17,07 Ab | 16,90 Ab | 28,05 Ac | 28,42 Ac | 376,37 Aa | 377,90 Aa |
| DKB 290 VTPRO 3 | 16,25 Ac | 16,10 Ac | 29,17 Ac | 29,37 Ac | 360,92 Ad | 362,12 Ad |
| DKB 340 VTPRO 2 | 14,60 Ae | 14,42 Ae | 35,77 Aa | 36,20 Aa | 301,07 Bg | 309,32 Ah |
| DKB 315 VTPRO | 14,25 Ae | 14,37 Ae | 30,05 Bc | 32,25 Ab | 364,25 Bc | 370,87 Ab |
| 30F53 YH | 15,70 Ad | 15,65 Ad | 31,42 Ab | 31,02 Ab | 319,20 Bf | 328,78 Af |
| 2B810 PW | 18,00 Aa | 18,32 Aa | 31,72 Ab | 31,60 Ab | 333,67 Be | 340,26 Ae |
| BG 7330 H | 15,95 Ac | 15,50 Ad | 29,50 Bc | 32,15 Ab | 370,75 Bb | 377,42 Aa |
| DKB290 não Bt | 15,40 Ad | 15,12 Ad | 29,00 Be | 30,52 Ac | 303,07 Bg | 317,92 Ag |
| Fórmula TL | 17,55 Aa | 17,60 Aa | 32,28 Ab | 32,42 Ab | 318,61 Bf | 327,88 Af |
| Médias | 16,15 | 16,08 | 30,59 | 31,35 | 341,22 | 347,72 |
| CV (%) | 2,03 | | 3,31 | | 2,47 | |

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott (coluna – entre híbridos) e teste F (linha – entre manejos), a 5% de probabilidade.

Em relação ao número de grãos por fileira, observou-se diferença significativa em relação aos manejos nos híbridos DBK 340 VTPRO 2 e BG 7330 H, no qual a aplicação de inseticida nestes dois híbridos propiciou condições para que os mesmos obtivessem um número maior de grãos por fileiras nas espigas. Este efeito pode ser explicado pelo fato de que entre os estádios V9 e V12 (podendo se estender até a polinização) é definido o número máximo de óvulos que a espiga irá produzir, formando os grãos (EMBRAPA, 2006c). Sendo assim, caso ocorra determinado estresse na planta, alguns óvulos serão sacrificados, para garantir o desenvolvimento adequado dos óvulos restantes (PERDOMO, 2013). Deste modo, as condições do experimento propiciaram para que os referentes híbridos apresentassem diferença estatística quanto aos manejos. Cruz e Turpin (1982) verificaram que os estádios fenológicos V8 a V10 são os quais as plantas apresentam maior susceptibilidade e que a queda de produtividade pode chegar a 19%, principalmente pelo decréscimo no número de grãos por espiga.

Em relação à massa de mil grãos, no experimento em Assis Chateaubriand (PR), houve diferenças significativas quanto ao manejo nos híbridos DKB 315 VTPRO, DKB 340 VTPRO 2, DKB 290 VTPRO 3, 30F53 YH, 2B810 PW, Fórmula TL, BG 7330 H e DKB 290 não Bt, em que os híbridos pulverizados com inseticida obtiveram condições favoráveis para que o enchimento de grãos fosse mais eficiente e apresentaram maior peso de mil grãos. Já no experimento em Palotina (PR), ocorreu o mesmo, exceto para o híbrido com DKB 290 VTPRO 3, no qual não apresentou diferença significativa em relação ao peso de mil grãos de acordo com o manejo, se juntando aos híbridos Defender Viptera e Status Viptera 3.

Cerca de 50% dos carboidratos acumulados nos grãos de milho são oriundos das folhas do terço superior da planta (FORNASIERI FILHO, 2007). Desse modo, a aplicação de inseticida pode ter causado efeito nas lagartas ao modo que as plantas apresentaram danos menores após a aplicação (estádio V8), ocasionando maiores taxas fotossintéticas e melhor redistribuição de fotoassimilados, pois UHART e ANDRADE (1995) expuseram que na ocorrência de desfolha na fase reprodutiva, a redistribuição de fotoassimilados é afetada, alterando os padrões de acúmulo de matéria seca nos grãos. Portanto, os resultados encontrados sugerem que os valores mais altos para massa de 1.000

grãos quando houve aplicação de inseticida, deve-se à localização das folhas que foram menos atacadas pelas lagartas, propiciando maior porcentagem de área foliar mais fisiologicamente ativa.

Não houve diferença significativa em relação ao manejo apenas para os híbridos Defender Viptera e Status Viptera 3, devido que os baixos danos apresentados não interferiram para que a redistribuição de fotoassimilados fosse comprometida. Michelotto et al. (2013) observaram que, híbridos contendo tecnologias mais recentes, apresentando uma ou mais proteínas, são menos atacados pelas lagartas, fazendo com que tais danos não contribuam significativamente para decréscimo no peso de grãos e conseqüentemente na produtividade.

A perda de peso na massa de mil grãos pode chegar a 15%, quando submetido à desfolha artificial no terço superior da planta de milho (OLIVEIRA et al., 2013). Sendo assim, a não ocorrência de diferença significava nos híbridos com tecnologia Viptera e Viptera 3 demonstra que os danos causados em tais plantas não foram suficientes para diminuir a taxa de redistribuição fotoassimilados para os grãos.

4.3 PRODUTIVIDADE

Analisando-se a produtividade entre os híbridos *Bt* e o híbrido não *Bt*, na segunda safra do ano agrícola 2014-2015, nos experimentos em Assis Chateaubriand (PR) e Palotina (PR), observou-se que ocorreu diferença significativa para os manejos. Houve interação entre híbrido e inseticida, indicando que a aplicação de inseticida influenciou no desempenho dos híbridos. A aplicação de inseticidas proporcionou condições para que não houvesse decréscimo produtivo tanto dos híbridos *Bt* quanto do híbrido não *Bt*, havendo diferença estatística, exceto para os híbridos Defender Viptera e Status Viptera 3 em Assis Chateaubriand (PR) e os híbridos Defender Viptera, Status Viptera 3 e DKB 290 VTPRO3 em Palotina-PR. Porém, observa-se que todos os híbridos pulverizados com inseticidas apresentam maiores produtividades em relação aos não pulverizados. (Tabela 8.).

Tabela 8 Produtividade (Kg ha⁻¹) de híbridos de milho *Bt* e não *Bt*, em função da aplicação de inseticida específico. Assis Chateaubriand (PR) e Palotina (PR), segunda safra do ano agrícola 2014/2015.

| Híbridos | Produtividade (Kg ha ⁻¹) | | | |
|------------------|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | Assis Chateaubriand, PR | | Palotina, PR | |
| | Manejo | | Manejo | |
| | Sem aplicação | Com aplicação | Sem aplicação | Com aplicação |
| Defender Viptera | 7019,93 Ab | 7300,32 Ac | 8400,74 Ad | 8614,85 Ad |
| Status Viptera 3 | 7392,14 Aa | 7543,65 Ab | 9046,80 Ac | 9239,77 Ac |
| DKB 290 VTPRO 3 | 6923,42 Bb | 7300,84 Ac | 9692,91 Ab | 9922,48 Ab |
| DKB 340 VTPRO 2 | 7348,42 Ba | 8282,98 Aa | 7390,69 Be | 7966,00 Af |
| DKB 315 VTPRO | 7268,57 Ba | 7776,75 Ab | 8613,43 Bd | 8980,13 Ac |
| 30F53 YH | 6459,92 Bc | 7665,47 Ab | 6975,36 Bf | 7625,75 Ag |
| 2B810 PW | 7116,32 Bb | 7674,18 Ab | 8385,37 Bd | 9118,99 Ac |
| BG 7330 H | 6327,17 Bc | 7312,33 Ac | 10085,17 Ba | 10596,25 Aa |
| DKB290 não Bt | 5904,07 Bd | 6709,73 Ad | 7356,57 Be | 8189,63 Ae |
| Fórmula TL | 7207,07 Ba | 7719,25 Ab | 8624,72 Bd | 9407,10 Ac |
| Médias | 6896,70 | 7528,55 | 8457,17 | 8965,99 |
| CV (%) | 3,06 | | 2,70 | |

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott (coluna – entre híbridos) e teste F (linha – entre manejos), a 5% de probabilidade.

Diante dos resultados, pode se observar que o componente de produção que mais influenciou na perda de produtividade por parte dos híbridos não pulverizados com inseticida foi o peso de 1000 grãos, o que corrobora o estudo realizado por Moraes et al. (2015), no qual observaram correlações significativas entre produtividade e massa de mil grãos, e também em relação as notas de dano causado por *S. frugiperda*. A partir de tais correlações constataram que o aumento da produtividade está associado ao incremento das relações massa de mil grãos e produtividade e sua redução, com o aumento de notas de danos ocasionados por *S. frugiperda*.

Na mesma linha de pesquisa, Alvim et al. (2010) explanaram que perda de produtividade por desfolha pode chegar até 79% e que as maiores perdas acontecem se houver danos nas folhas superiores da planta. Fancelli (1989) expôs que, a perda de 25 % da área foliar do milho, no terço superior e próximo ao florescimento, foi determinante para perda de 32% da produção. Resultado semelhante ao encontrado por Oliveira et al. (2013), que observaram um decréscimo de 15% na produtividade quando as plantas foram submetidas a desfolha no terço superior.

No que se diz respeito à conversão de energia radiante e produção de biomassa, a planta de milho é considerada uma das mais eficientes. No entanto, Andrade (1995) expõe que a planta de milho tem elevada sensibilidade a estresse biótico e abiótico. Dessa forma, danos por lagartas podem contribuir negativamente no desenvolvimento da cultura e fazer com que a produtividade seja afetada.

Em relação ao híbrido DKB 290, no qual foi avaliada uma isolinha não *Bt* e outra com tecnologia *Bt*, pode se perceber o efeito da tecnologia em um híbrido. Neste caso pode-se comparar a produtividade entre as isolinhas, no qual apresentou diferença significativa para produtividade, em que o emprego da tecnologia *Bt* proporcionou uma produtividade de 15 a 25 % maior, dependendo do local e do manejo empregado. Michelotto et al. (2011) salienta que a utilização da tecnologia *Bt* não aumenta a produtividade, mas tem o intuito proteger as plantas, afim de que as mesmas expressem ao máximo seu potencial de produção.

A pesquisa mostrou que o manejo com inseticida pode ser um aliado na produção de milho e que existem no mercado diversas tecnologias *Bt*, no qual apresentam diferentes níveis de controle no que se diz respeito a lagartas desfolhadoras.

No âmbito da pesquisa, a cada ano se fazem necessário novos estudos, pois surgem novas tecnologias e devem ser analisadas a fim de expor os resultados para que decisões corretas sejam adotadas no campo. E também, estudos servirão para descobrir se as tecnologias estão perdendo o efeito sobre as pragas ou se estão conseguindo se manter sem selecionar indivíduos resistentes, ou seja, se as práticas adotadas para a não seleção de indivíduos resistentes estão sendo satisfatórias ou não.

Outro ponto que deve ser levado em conta com maior rigor é a utilização da prática de refúgio, pois se esta prática for adotada as tecnologias perdurarão por mais tempo e conseqüentemente as plantas poderão expressar ao máximo o seu potencial produtivo.

A prática do refúgio é essencial, pois funciona como um criatório de insetos homocigotos susceptíveis, com característica dominante, proporcionando que indivíduos resistentes, com característica recessiva, se acasalem com indivíduos susceptíveis, gerando indivíduos susceptíveis a altas doses de proteínas expressa nas plantas transgênicas, justamente pelo fato do gene dominante ser suscetível (MARTINELLI; OMOTO, 2005). Assim, as pragas continuarão sendo controladas, ao contrário do que é observado ultimamente, pois algumas tecnologias recentes apresentam perda de eficiência no controle de pragas muito rapidamente, onde BEDIN et al. (2015) relataram em sua pesquisa, que todos os híbridos contendo os eventos Herculex, PRO2 e Powercore não foram resistentes à *S. frugiperda*.

No entanto, existem vários empecilhos que fazem com que a prática do refúgio não seja adotada com freqüência, como por exemplo, a não existência de leis para legalização de tal prática, a dificuldade em se encontrar sementes de híbridos não *Bt* com ciclo similar ao híbrido *Bt* utilizado e também, a dificuldade em se trocar as peneiras e discos da semeadora na hora de substituir o híbrido utilizado, pelo fato de que geralmente, ao se trocar de semente, é necessária a troca de peneiras e discos da semeadora, por apresentarem tamanhos diferentes.

5. CONCLUSÃO

Há desempenhos diferentes entre tecnologias em relação ao ataque de *S. frugiperda*, no qual algumas tecnologias como a Herculex e TL se mostraram suscetíveis ao ataque de *S. frugiperda* enquanto a tecnologia Viptera, Viptera 3 e VTPRO3 apresentam resistência a mesma. Porém as tecnologias Viptera e Viptera3 apresentaram desempenho estatisticamente melhor do que a tecnologia VTPRO3.

O reflexo da utilização do controle químico com inseticidas específicos para lagartas é positivo em alguns híbridos, pois estes agem sobre tais pragas fazendo com que causem menores danos as plantas, o que se traduz em maiores produtividades. Tal reflexo pode ser influenciado pela tecnologia empregada em cada híbrido, pois quando se faz uso de tecnologias mais eficientes, não se espera respostas quanto ao aumento na produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, L.P.; MISSIO, R.F. **Manejo de Cultivos Transgênicos**. Palotina. Ed. Imprensa da UFPR. p. 139. 2013.

ANDRADE, F.H. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce. **Field Crops Research**, v.41:1-12, Argentina, 1995.

ARMSTRONG, C.L.; PARKER, G.B.; PERSHING, J.C.; BROWN, S.M.; SANDERS, P.R.; DUNCAN, D.R.; STONE, T.; DEAN, D.A.; DeBOER, D.L.; HART, J.; HOWE, A.R.; MORRISH, F.M.; PAJEAU, M.E.; PETERSEN, W.L.; REICH, B.J.; RODRIGUEZ, R.; SANTINO, C.G.; SATO, S.J.; SCHULER, W.; SIMS, S.R.; STEHLING, S.; TAROCHIONE, L. J.; FROMM, M.E. Field evaluation of European corn borer control in progeny of 173 transgenic corn events expressing an insecticidal protein from *Bacillus thuringiensis*. **Crop Science**, Madison, v. 35, p. 550-557. 1995.

ARONSON, A.I. SHAI, Y, Why *Bacillus thuringiensis* insecticidal toxins are so effective unique features of their mode of action. **FEMS Microbiology Letters**, v. 195, p.1-8, 2001.

ALVIM, K.R.T.; BRITO, C.H.B.; BRANDÃO, A.M.; GOMES, L.S.; LOPES, M.T.G. Quantificação da área foliar e efeito da desfolha em componentes de produção de milho. **Ciência Rural**, v.40, n.5, Rio Grande do Sul, 2010.

ÁVILA, C. J.; NAKANO, O. Efeito do regulador de crescimento lufenuron na reprodução de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Paraná, v. 28, n. 2, p. 293-299, 1999.

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 o saber**, v.8, n.2, p. 201 – 214, 2015.

BRASIL, Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Aprovações comerciais de milho**. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br>>. Acesso em 18 de out. 2015.

CARNEVALLI, P.C.; FLORCOVSKI, J.L. Efeito de diferentes fontes de nitrogênio em milho (*Zea mays* L.) sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797). **Ecossistema**, v.20, p.41-49, Paraná, 1995.

CARVALHO, R.L.P. **Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) e susceptibilidade de diferentes cultivares de milho, em condições de campo.** Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1970.

CELERES. Adoção de biotecnologia 2015/2016. **Informativo biotecnologia.** Disponível em: <celeres.com.br>. Acesso em: 10 de nov. 2015.

CONAB. **Séries históricas, milho 1º e segunda safra.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 20 de nov. 2015.

CONAB. **Levantamento de safra de grãos 2014/2015.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 20 de nov. 2015.

CRUZ, I. A Lagarta-do-cartucho: enfrente o principal inimigo do milho. **Revista Cultivar**, Rio Grande do Sul, 1999, n.21, 68p.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; OLIVEIRA, A.C.; VASCONCELOS, C.A. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminum saturation. **International Journal of Pest Management**, London, v.45, p.293-296, 1999.

CRUZ, I.; TURPIN, F.T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Distrito Federal, v.17, n.3, p.335-359, 1982.

DAVIS, F. M.; NG, S. S.; WILLIAMS, W. P. **Visual rating scales for screening whorlstage corn for resistance to fall armyworm.** Mississippi: Agricultural and Forest Experiment Station, 1992. 9p. (Technical Bulletin, 186).

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 Developing Host Plant Resistance to Maize Insect, 1989, México. **Proceedings...** México [s.n], 1989. p. 101-108.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Fisiologia da Produção de Milho**. Minas Gerais: Embrapa Milho e Sorgo, 2006c.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Milho Bt: Teoria e Prática da Produção de Plantas Transgênicas Resistentes a Insetos-Praga**. Minas Gerais: Embrapa Milho e Sorgo, 2009.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Nutrição e Adubação do Milho**. Minas Gerais: Embrapa Milho e Sorgo, 2006b.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006a.

FARIAS, J.R.; COSTA, E.C.; GUEDES, J.V.C.; ARBAGE, A.P.; B. NETO, A.; BIGOLIN, M.; PINTO, F.F. Managing the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis*, and corn earworm, *Helicoverpa zea*, using *Bt* corn and insecticide treatments. **Journal of Insect Science**, v.13, p.1-10, 2013.

FANCELLI, A.L. **Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. São Paulo. ESALQ/USP. 172p., 1988.

FANCELLI, A.L. **Escolha do tipo de cultivar de milho**. Departamento de Agricultura / ESALQ / USP. São Paulo. 8p, 1989.

FARINELLI, R.; FORNASIERI FILHO, D. Evaluation of damage by *Spodopetera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) to maize cultivars. **Científica**, São Paulo, v.34, n.2, p.197-202, 2006.

FERRÉ, J.; VAN RIE J. Biochemistry and genetics of insect resistance to *Bacillus thuringiensis*. **Annual Review of Entomology**, v. 47, p. 501–533, 2002.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análise de variância (Sisvar)**. Versão 4.6. Lavras: Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 1999.

FERREIRA, L.U.; RIBEIRO, V.A.; SOUZA, A.B.M; BARBOSA, R.V.; PEIXOTO, M.F. Avaliação de Tecnologias *Bt* e Utilização de Inseticida na Cultura do Milho Transgênico. In: XXIX Congresso Nacional de milho e sorgo, São Paulo, 2012. **Resumos**. Goiás: UFG, 2012, p. 27-32.

FIUZA, L.M., et al. Binding of *Bacillus thuringiensis* Cry1 toxins to the midgut brush border membrane vesicles of *Chilo suppressalis* (Lepidoptera:Pyralidea): evidence of shared binding sites. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.62, n.5, p.1544-1549, 1996.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. São Paulo: Funep, 2007.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. 3. ed. São Paulo: FEALQ, 2002.

GRÜTZMACHER, A. D.; MARTINS, J. F. S.; AZEVEDO, R.; GIOLO, F. P. Efeito de inseticidas e de tecnologias de aplicação no controle da Lagarta-do-cartucho na cultura do milho no agroecossistema de várzea. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28., 2000, Rio Grande do Sul. **Anais...** Rio Grande do Sul: EMBRAPA-CPACT, 2000. p. 567-573.

HAAM, J.J.; WISEMAN, B.R. Plant resistance and nuclear polyhedrosis vírus for supresion of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, v.69, n.3, p.541-549, 1986

HERRERO, S.; OPPERT, B.; FERRÉ, J. Different mechanisms of resistance to *Bacillus thuringiensis* toxins in the indianmeal moth. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 67, n.3, p.1085-1089, 2001.

IAPAR. Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas climáticas do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>>. Acesso em: 27 out. 2015.

LEGORI, P.C.B.C.; **Suscetibilidade e interação de proteínas cry1 e vip3a de *Bacillus thuringiensis* para o controle de lepidópteros-praga**. Tese de Doutorado. São Paulo, 2013.

LEITE, N. A.; MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; PEREIRA, E. J. G. O milho Bt no Brasil: a situação e a evolução da resistência de insetos. **Embrapa Milho e Sorgo**, Minas Gerais, 2011.

LOURENÇÃO, A.L.F.; FERNANDES, M.G. Avaliação do Milho *Bt* Cry1Ab e Cry1F no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em condições de campo. **Científica**, São Paulo, v.41, n.2, p.164–188, 2013.

MARTINELLI, S.; OMOTO, C. Resistência de insetos a plantas geneticamente modificadas: relevância da implantação de estratégias proativas de manejo da resistência. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Minas Gerais, v. 34, p. 67-77, 2005.

MENDES M.M.; WAQUIL M. J.; VIANA A.P. Área de refúgio é necessária?. Embrapa milho e Sorgo. **Campo \$ Negócio**. Minas Gerais, 2011.

MENDES M.M.; WAQUIL M.J.; VIANA A.P. Cultivo do Milho. Manejo Integrado de pragas em lavouras plantadas com milho geneticamente modificado com gene *Bt* (Milho *Bt*). Embrapa Milho e Sorgo. **Sistemas de Produção**. Versão Eletrônica, 5ª edição. 2009.

MENDES M.M.; WAQUIL M.J. **Uso do Milho Bt no Manejo Integrado de Lepidópteros-praga: Recomendações de Uso**. Minas Gerais, 2009.

MICHELOTTO M.D.; PEREIRA A.D.; FINOTO E.L. ; FREITAS, R.S. Controle de pragas em híbridos de milho geneticamente modificados. **Revista Cultivar – Grandes Culturas**. Rio Grande do Sul, 2011.

MICHELOTTO M.D.; PEREIRA A.D.; FINOTO E.L. ; FREITAS R.S.; PIROTTA, M.Z.; SOUZA, T.M.; GATTI, J.H.; MARTINS, A.L.M. Controle de lagartas na espiga em diferentes tecnologias *Bt*. In: XII SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA., 2013. Mato Grosso do Sul. **Resumos...** Mato Grosso do Sul: EMBRAPA-UFGD, 2013.

MORAES, A.R.A.; LOURENÇÃO, A.L.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z. Resistência de híbridos de milho convencionais e isogênicos transgênicos a *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Fitossanidade**. São Paulo, v.74, n. 1, p.50-57, 2015.

OLIVEIRA, A.M.D.; NUNES, T.C.; FERREIRA, L.C.S.; PILETTI, L.M.M.S.; SECRETTI, M.L. Efeito da desfolha da planta do milho nos componentes de produtividade. In: XII SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA., 2013. Mato Grosso do Sul. **Resumos...** Mato Grosso do Sul: EMBRAPA-UFGD, 2013.

OLIVEIRA, E.L. **Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no estado do Paraná.** Instituto agrônomo do Paraná. Paraná, 2003.

PERDOMO, A. Estresse na cultura do milho. Pioneer responde. **Revista Pioneer**, Versão Eletrônica, 2013.

PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística Aplicada a Experimentos Agrônomicos e Florestais.** Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz. FEALQ. São Paulo, 2002. 307p.

POLANCZYK, R.A.; MARTINELLI, S.; OMOTO, C.; ALVES, S.B. *Bacillus thuringiensis* no manejo integrado de pragas. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v.31, p.18-26, 2003

SCHNEPF, E.; WHITELEY, H.R. Cloning and expression of the *Bacillus thuringiensis* crystal protein gene in *Escherichia coli*. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, Washington, 1981.

SIEGEL, J.P. The mammalian safety of *Bacillus thuringiensis* based insecticides. **Journal of Invertebrate Pathology**, New York, 2001.

SILOTO, R.C. **Danos e biologia de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

SILOTO, R. C.; VENDRAMIM, J. D.; RAGA, A. Avaliação de danos da lagarta-do-cartucho em cultivares de milho, em três municípios no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002. Santa Catarina, **Anais...** Minas Gerais: ABMS/EMBRAPA-CNPMS/EPAGRI, 2002.

SIMEPAR. Tecnologia e informações ambientais. Disponível em: <<http://www.simepar.br>>. Acesso em: 12 out. 2015.

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**, Lanham, v. 103, n. 4, p. 1031-1038, 2010.

UHART, S.A.; ANDRADE, F.H. Nitrogen and carbon accumulation and remobilization during grain filling in maize under different source and sink ratios. **Crop Science**, v.35, p.183-190,1995.

WAQUIL, J.M. Dourado, P.M. CARVALHO, R.A. OLIVEIRA, W.S. BERGER, G.U. HEAD, G.P. MARTINELLI, S. Manejo de lepidópteros-praga na cultura do milho com o evento *Bt* piramidado Cry1A.105 e Cry2Ab2. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.48, n.12, p.1529-1537, Brasília, 2013.