

GERVÁSIO PEGORARO

**RESISTÊNCIA DE HÍBRIDOS CONVENCIONAIS E TRANSGÊNICOS AO
COMPLEXO DE LAGARTAS NA CULTURA DO MILHO EM ITURAMA-MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Angelo Pallini Filho
Coorientador: Jader Braga Maia

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2019**

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

P376r
2019 Pegoraro, Gervásio, 1980-
Resistência de híbridos convencionais e transgênicos ao
complexo de lagartas na cultura do milho em Iturama-MG /
Gervásio Pegoraro. – Viçosa, MG, 2019.
40 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Angelo Pallini Filho.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 35-40.

1. Lagarta-do-cartucho. 2. Milho híbrido - Resistência a
doenças e pragas. 3. Plantas transgênicas. 4. Produtividade
agrícola. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Entomologia. Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária
Vegetal. II. Título.

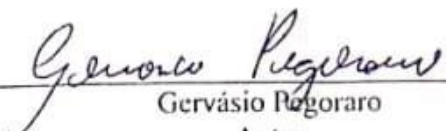
CDD 22. ed. 632.78

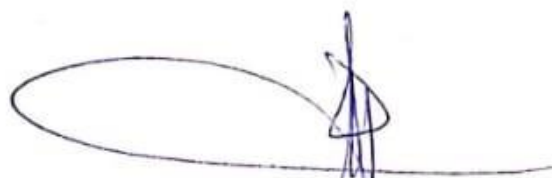
GERVÁSIO PEGORARO

**RESISTÊNCIA DE HÍBRIDOS CONVENCIONAIS E TRANSGÊNICOS AO
COMPLEXO DE LAGARTAS NA CULTURA DO MILHO EM ITURAMA-MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 25 de julho de 2019.


Gervásio Pegoraro
Autor


Angelo Pallini
-Orientador

“Não tentes ser bem sucedido, tenta antes ser um homem de valor”

Albert Einstein

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Geraldo Pegoraro e Carmelinda Pegoraro, a minha irmã Lorena Pegoraro, a minha esposa Leiliane Ribeiro Fontes e a minha filha Isadora Amâncio Fontes Pegoraro.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que guia meus passos e me fortalece.

À minha família, que nos momentos de dificuldade estiveram ao meu lado, em especial à minha mãe Carmelinda Pegoraro que nunca desistisse dos meus sonhos, tornando-os como se fossem seus.

À minha esposa Leiliane Ribeiro Fontes que sempre esteve ao meu lado, tornando a jornada mais tranquila com suas palavras de afeto e apoio.

À minha filha Isadora Amâncio Fontes Pegoraro que com seu sorriso fez com que as horas de estudos fossem mais alegres.

Aos meus colegas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro que contribuíram de forma esplêndida na elaboração do trabalho, bem como pelo incentivo diário a mim dispensado.

Ao meu orientador Dr. Angelo Palini que sempre esteve disposto a sanar minhas dúvidas, cobrando, mas principalmente por ser um agente inspirador, o qual me fez ser uma pessoa melhor profissionalmente.

Aos docentes e discentes do Mestrado Profissional em Defesa Vegetal da UFV, que enriqueceram minha vida profissional e pessoal fazendo com que me sentisse em uma família.

BIOGRAFIA

Gervásio Pegoraro, filho de Geraldo Pegoraro e Carmelinda Pegoraro nasceu em 03 de agosto de 1980, em Nova Prata, Estado do Rio Grande do Sul.

Em 2002, concluiu o curso técnico em Agropecuária no Instituto Federal do Rio Grande do Sul em Bento Gonçalves - RS.

Em 13 de Janeiro de 2009 formou-se engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Santa Maria-RS.

No ano de 2012, conclui a especialização em Proteção de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa-MG.

Desde 2017 é funcionário público federal cargo nível D técnico em laboratório/agropecuária na Universidade Federal do Triângulo Mineiro – Campus Iturama.

RESUMO

PEGORARO, Gervásio, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2019. **Resistência de híbridos convencionais e transgênicos ao complexo de lagartas na cultura do milho em Iturama-MG.** Orientador: Angelo Pallini Filho. Coorientador: Jader Braga Maia.

O Brasil é o terceiro maior produtor e segundo maior exportador mundial de milho, cereal de maior produção no mundo. A lagarta do cartucho é considerada uma praga chave na cultura do milho. O objetivo deste trabalho foi testar a eficiência de diferentes eventos Bt da cultura do milho ao ataque de complexo de lagartas na região de Iturama-MG. O experimento foi conduzido no sindicato rural de Iturama, situado à beira da rodovia São Doval Henrique de Sá, MG255, latitude 19°43'29" S e longitude 50°11'30" e altitude de 456 m. Utilizou-se delineamento experimental de blocos casualizados com 14 tratamentos e cinco repetições. As variáveis avaliadas foram os danos causados às folhas e pendões, percentagem de grãos ardidos, produtividade de grãos e matéria verde. Os resultados mostraram que os tratamentos 4 e 14 foram os melhores nas duas avaliações. No entanto, os tratamentos 1, 3, 5, 7, 9 e 13 os piores na primeira avaliação. Já os tratamentos 2, 6, 8, 10, 11 e 12 apresentaram aumento de ataque na segunda avaliação. Observou-se que o ataque de complexo de lagartas manteve-se presente durante o ciclo vegetativo e reprodutivo, uma vez que os danos provocados nas folhas foram proporcionais aos provocados no pendão para cada tratamento. A tecnologia Bt demonstrou-se ser eficiente no controle da lagarta nos eventos Viptera® e Leptra®. Os maiores danos na espiga foram encontrados nos tratamentos 5 (AG 8690 VTpro III Agroceres Híbrido simples) e 6 (P3862 HX Pioneer Híbrido simples), ambos com tecnologia Bt. No entanto, não foram eficientes no controle de complexo de lagartas na espiga. O HO Vigora Galo Vip 3 foi o material que mais produziu massa verde para a silagem dentre os 14 materiais testados, destacando-se entre os materiais no controle da *S. frugiperda* sendo o mais indicado para a região de Iturama.

Palavras-chave: Lagarta do cartucho. Milho Bt. Produtividade. Validação local de híbridos.

ABSTRACT

PEGORARO, Gervásio, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2019. **Resistance of conventional and transgenic maize hybrids to *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in the Iturama-MG region.** Advisor: Angelo Pallini Filho. Co-advisor: Jader Braga Maia.

Brazil is the world's third largest producer and second largest exporter of maize, the highest producing cereal in the world. Cartridge caterpillar is considered a key pest in corn crop. The objective of this work was to test the efficiency of different Bt events of maize crop to caterpillar complex attack in Iturama-MG region. The experiment was conducted at the rural union of Iturama, located on the edge of the São Doval Henrique de Sá highway, MG255, latitude 19 ° 43'29 " S and longitude 50 ° 11'30 " and altitude of 456 m. A randomized block design with 14 treatments and five replications was used. The variables evaluated were damage to leaves and tassels, percentage of burnt grains, grain yield and green matter. The results showed that treatments 4 and 14 were the best in both evaluations. However, treatments 1, 3, 5, 7, 9 and 13 were the worst in the first assessment. The treatments 2, 6, 8, 10, 11 and 12 presented increased attack in the second evaluation. It was observed that the attack of caterpillar complex remained present during the vegetative and reproductive cycle, since the damages caused to the leaves were proportional to those caused to the tassel for each treatment. Bt technology has been shown to be efficient in caterpillar control at Viptera ® and Leptra ® events. The greatest damage to the ear was found in treatments 5 (AG 8690 VTpro III Agroceres Hybrid Simple) and 6 (P3862 HX Pioneer Simple Hybrid), both with Bt technology. However, they were not efficient in controlling earworm complex. HO Vigora Galo Vip 3 was the material that most produced green mass for silage among the 14 materials tested, standing out among the materials in the control of *S. frugiperda* being the most suitable for the Iturama region.

Keywords: fall armyworm. Bt corn. Productivity. Local validation of hybrids.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área experimental em destaque de 205 m de comprimento x 67 m de largura.....	17
Figura 2: Desenho esquemático do croqui do experimento de campo em Iturama-MG (2017).	20
Figura 3: Ilustração representativa dos estádios fenológicos do milho (Pionner Sementes, 2019).....	21
Figura 4: Escala visual para atribuição de notas de danos causados por <i>S. frugiperda</i> em planas de milho (adaptada de Davis et al. 1992).	22
Figura 5: Escala utilizada para classificação de nível de injúria ao pendão do milho, causado pela lagarta do cartucho (100% de injúria no pendão=Nota 4, 75% de injúria o pendão=Nota 3, 50% de injúria o pendão=nota2, 25% de injúria o pendão=nota1, 0% de injúria o pendão=nota 0).	23
Figura 6: Injúrias causadas nas folhas por complexo de lagartas seguindo a Escala de Davis em Iturama MG, safra 2017/18, Medias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Scott-Knott. ...	26
Figura 7: Nível de dano ao pendão provocado pelo ataque de <i>Spodoptera frugiperda</i> em Iturama MG, safra 2017/18, Medias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Scott-Knott.	27
Figura 8: Presença de injurias provocadas por lagartas (%) nas espigas verdes e colhidas em Iturama MG, safra 2017/18, Medias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Scott-Knott.	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Identificação dos tratamentos utilizados.....	18
Tabela 2: Escala para atribuição de notas de danos causados por <i>S. frugiperda</i> em plantas de milho.....	21
Tabela 3: Presença (%) de grãos ardidos (GA) em massa de 200g em Iturama MG, safra 2017/18, Medias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Scott-Knott.....	29
Tabela 4: Massa verde (t ha ⁻¹) e produtividade de grãos (sacas ha ⁻¹) de milho cultivado em Iturama MG, safra 2017/18 Medias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Scott-Knott.	30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS.....	17
3.2 PREPARO DA ÁREA	17
3.3 INSUMOS.....	18
3.3.1. Sementes	18
3.3.2. Fertilizantes	18
3.3.3. Agrotóxicos Usados	18
3.4 MÁQUINAS E IMPLEMENTOS.....	19
3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	19
3.6. AVALIAÇÃO DOS DANOS NAS FOLHAS	21
3.7 AVALIAÇÃO DAS ESPIGAS VERDES E ESPIGAS COLHIDAS	23
3.7.1 Avaliação das espigas verdes	23
3.7.2 Avaliação das espigas colhidas	23
3.8. AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE.....	23
3.8. AVALIAÇÃO DE GRÃOS ARDIDO	24
3.9. MASSA VERDE	24
3.10. ANÁLISE ESTATÍSTICA	24
4. RESULTADOS	25
4.1. AVALIAÇÃO DOS DANOS NAS FOLHAS	25
4.2. AVALIAÇÃO DOS PENDÕES.....	26
4.3. AVALIAÇÃO DAS ESPIGAS VERDES E ESPIGAS COLHIDAS	27
4.5. PRESENÇA DE GRÃOS ARDIDOS (GA) EM MASSA DE 200G	28
4.5. Avaliação de massa verde para silagem e produtividade de grãos	29
5. DISCUSSÃO	31
6. CONCLUSÕES	34
7. REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor e segundo maior exportador mundial de milho, cereal de maior produção no mundo (CONAB, 2019). Isso mostra a importância estratégica do país na oferta desse produto, tendo em vista o aumento do consumo mundial. Segundo os dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2018), o consumo mundial de milho aumentou 9,4% nos últimos cinco anos enquanto que a produção subiu apenas 3,2%.

O município de Iturama, situado no pontal do triângulo mineiro, é tradicionalmente agrícola, possuindo uma bovinocultura leiteira e de corte bem estabelecida. Na região, o milho possui uma das menores áreas cultivadas uma vez que predomina-se o cultivo de cana-de-açúcar que corresponde a uma área cultivada de 70 mil ha. A área cultivada com o milho no ano de 2018 foi de 90 ha de milho grão e 129 ha de milho para silagem (CONAB, 2018).

Os solos da região, em função da capacidade de retenção de água, são considerados de baixo risco para a exploração do cultivo do milho (SANS *et al.*, 2001). A baixa altitude e as elevadas temperaturas noturnas da região em estudo são fatores redutores da produtividade, porém não inviabilizam o cultivo deste cereal. A região, segundo o zoneamento agrícola para cultura do milho em Minas Gerais, tem baixo risco com cerca de 20% de probabilidade de insucesso (EMBRAPA, 2018).

A lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (*Lepidoptera: Noctuidae*) é considerada uma praga chave na cultura do milho (TOSCANO *et al.*, 2012) causando perdas de 17 a 38,7% na produção (CRUZ *et al.*, 2008). Tais perdas ocorrem tanto no milho como no sorgo e dependem também de variáveis do ambiente, da cultivar e, principalmente, do estágio de desenvolvimento e nutricional das plantas atacadas (CARVALHO, 1970; CRUZ & TURPIN, 1983; WILLIAMS & DAVIS, 1990; CORTEZ & WAQUIL, 1997; CRUZ *et al.*, 1999).

A lagarta do cartucho causa injúrias em praticamente toda a fase vegetativa do milho, e em função destas, foram observadas reduções significativas nos índices de produtividade das lavouras, podendo chegar a perdas de até 100%, caso não sejam adotadas estratégias de controle (FARINELLI & FORNASIERI FILHO, 2006; FERNANDES & CARNEIRO, 2006; ARAÚJO *et al.*, 2011; MICHELOTTO *et al.*, 2011; TOSCANO *et al.*; 2012). A sua infestação ocorre da

emergência até a fase reprodutiva, comprometendo a produtividade e a qualidade dos grãos. Essa praga se alimenta de folhas e caules de mais de 80 espécies de plantas, causando danos econômicos a gramíneas cultivadas como milho, arroz, sorgo, cana-de-açúcar além de algumas espécies de hortaliças e algodão (CABI, 2018).

No Brasil, um dos fatores que contribui para a dificuldade do manejo de *S. frugiperda* é a grande oferta de hospedeiros ao longo do ano, seja com sucessão de culturas, como milho ou soja no verão, ou milho ou sorgo na safrinha. Além disso, nas regiões onde é utilizada alta tecnologia, como no Centro-Oeste brasileiro, o plantio de milho irrigado com pivô central no inverno aumenta a disponibilidade de hospedeiros nesse período (BARROS *et al.*, 2010). O plantio em áreas próximas de diferentes culturas com fenologias distintas, como é o caso da soja, do milho e do algodão que são cultivados no verão, além de plantas de cobertura na entressafra, como o milheto, pode favorecer a dispersão de *S. frugiperda* entre os cultivos (NAGOSHI, 2009).

Segundo Harlan (1975), a resistência genética promovida por meio da seleção natural ou dirigida vem sendo intensivamente almejada pelo homem para o controle de pragas e doenças desde que as plantas foram domesticadas, há mais de 11 mil anos. Com o advento da biotecnologia foi desenvolvida uma nova tática de controle de pragas que consiste nas plantas geneticamente modificadas resistentes a insetos, as quais representam uma nova abordagem no controle de pragas (FERNANDES & ODNEI, 2010).

Recentemente, o desenvolvimento das técnicas de engenharia genética continuamente viabiliza a transformação do milho; aumentando drasticamente o conjunto de genes disponíveis para serem utilizados como fonte de resistência, incluindo espécies evolutivamente distantes (WILLIAMS *et al.*, 1997).

As proteínas Cry produzidas pela bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis Berliner* são bem conhecidas devido a alta citotoxicidade causada em insetos da ordem lepidópteros e coleópteros, promovendo alterações metabólicas nas células dos insetos causando sua morte (VILAS-BÔAS *et al.*, 2012). O modo de ação destas proteínas é específico e tornam os produtos à base de *B. thuringiensis* os mais amplamente utilizados em programas de controle biológico de pragas na agricultura e de importantes vetores de doenças humanas (FINKLER, 2012).

A adoção de plantas de milho Bt representa grande importância na cultura do milho. Segundo o relatório anual da *International Service for the Acquisition of Agri- Biothec Applications* (ISAAA), o Brasil é o segundo maior produtor de transgênicos no mundo, à frente da Argentina e atrás dos EUA (ISAAA, 2017). No Brasil, a adoção de plantas de milho Bt na safra 2016/17 foi de 88,4% da área semeada nos cultivos de verão e inverno, o que representa 15,7 milhões de hectares (CÉLERES, 2017).

Para um controle eficiente, devem ser empregadas estratégias de manejo integrado, com a finalidade de obtenção de resultados econômicos e ecológicos favoráveis (FARINELLI & FORNASIERI FILHO, 2006). Uma das alternativas ao controle químico é a utilização de plantas transgênicas que expressam toxinas da bactéria *B. thuringiensis* Berliner, conhecidas como plantas Bt.

As toxinas do *Bt* são altamente específicas na sua atividade e, portanto, quando utilizadas não apresentam riscos para outros organismos não alvos (VAECK *et al.*, 1987). Atribui-se sua atividade inseticida, principalmente, à presença de corpos de inclusões, de natureza proteínica e cristalina, denominados delta endotoxinas, os quais são produzidos no estágio de esporulação durante a fase estacionária de crescimento da bactéria. Essas inclusões geralmente contêm proteínas cristalinas (Cry) e citolíticas (Cyt) (HÖFTE & WHITELEY, 1989; CRICKMORE *et al.*, 1998; MAAGD *et al.*, 2001).

O *B. thuringiensis* (*Bt*) é uma bactéria Gram-positiva, entomopatogênica, que se caracteriza pela presença de inclusões cristalinas denominadas de δ -endotoxinas ou proteínas, podendo ser altamente tóxicas para insetos suscetíveis, não apresentando atividade para outros organismos (LIMA, 2010). Como bioinseticida, o *Bt* é utilizado há décadas (FEITELSON *et al.*, 1992,.). A toxina Bt se torna ativa quando ingeridas pelo inseto, pois as condições alcalinas do tubo digestivo dos mesmos provoca a quebra de proteína, onde ocorre a liberação do núcleo ativo. Por sua vez, este se liga a receptores específicos na parede intestinal do inseto que começa pela inibição da ingestão e da absorção dos alimentos, ocasionando a ruptura das células da parede do tubo digestivo, provocando sua morte (MENDES *et al.*, 2008).

O cultivo de milho geneticamente modificado com *B. thuringiensis* tem várias vantagens, dentre as quais está à redução do uso de inseticidas (ROH *et al.*, 2007). Entre os principais insetos-pragas da cultura do milho, que podem ser controlados através da utilização do *Bt*, destacam-se os lepidópteros: lagarta do

cartucho, lagarta-elasma, lagarta-rosca, lagarta-da-espiga, e a broca da cana-de-açúcar. Estes insetos causam sérios danos recorrentes às lavouras e há dificuldade em controlá-los com métodos tradicionalmente utilizados como a aplicação de inseticidas químicos (MENDES & WAQUIL, 2009).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi testar a eficiência de diferentes eventos Bt da cultura do milho ao ataque de complexo de lagartas na região de Iturama - MG, a fim de aferir sua real resistência à lagarta do cartucho.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar, entre os 14 materiais genéticos de milho mais vendidos no comércio local de Iturama - MG, os melhores genótipos para a produção de grãos;

- Verificar se os materiais transgênicos resistentes à *S. frugiperda* são eficientes no controle da mesma na região;

- Determinar os materiais mais produtivos, dentre os 14 materiais comercializados na região.

- Avaliar a produção de matéria verde da parte aérea e estabelecer a sua relação entre a resistência dos híbridos e sua produtividade

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

O experimento foi conduzido no sindicato rural de Iturama - MG, situado à beira da rodovia São Doval Henrique de Sá, MG255, latitude $19^{\circ}43'29''$ S e longitude $50^{\circ}11'30''$, altitude de 456 m e precipitação média de $1.439 \text{ mm ano}^{-1}$ (Figura 1). A área experimental possui 1,37 hectares, constituída de plantação cercada por pastagens de braquiária, com milho nas bordaduras para produção de silagem.



Figura 1: Área experimental em destaque de 205 m de comprimento x 67 m de largura

O solo da área experimental é classificado como Argiloso Vermelho Amarelo, textura franco-arenosa (EMBRAPA, 2006). A classificação climática da região segundo Köppen é do tipo Cwa, com chuvas de verão, temperatura média de 25°C e precipitação anual de 1.415 mm concentrada nos meses de novembro a fevereiro.

3.2 PREPARO DA ÁREA

O solo da área experimental foi preparado convencionalmente, sendo utilizado arado de disco fixo montado, tricorpo com discos lisos de 0,60 m de diâmetro, atuando à profundidade de 0,20 m. Também foi utilizada uma grade

leve de arrasto da marca Marchesan, com 28 discos de 0,50 m de diâmetro, trabalhando à profundidade de 0,16 m.

3.3 INSUMOS

3.3.1. Sementes

Foram avaliados 14 híbridos da safra 2017/2018 oriundos de empresas de melhoramento de milho para a região do pontal do Triângulo Mineiro (Tabela 1). Visando uma população de 65.000 plantas num espaçamento de 0,90 m.

Tabela 1: Identificação dos tratamentos utilizados

Tratamentos	Híbridos	Evento - Proteína
1	XB 7116 Bt Semeali Híbrido triplo	MON 810 - Cry 1Ab
2	BM 709 VTPROII Biomatrix Híbrido simples	MON 89034 - Bt Cry 1A105
3	XB 8018 Bt Semeali Híbrido duplo	MON 810 - Cry 1Ab
4	P 30F35 VYH Pioneer Híbrido simples	MON 810 +TC1505 + MIR 162 - Cry1Ab, Cry 1F e Vip 3Aa20
5	P 3862 HX Pioneer Híbrido simples	TC1505 - Bt Cry 1F
6	AG 8690 VTpro III Agrocerees Híbrido simples	MON 89034 - Bt Cry 1A105
7	XB 6012 Semeali Híbrido simples	Ausente
8	AG 8061 VTpro II Agrocerees Híbrido simples	MON 89034 - Bt Cry 1A105
9	P 3898 Pioneer Híbrido simples	Ausente
10	AG 8088 VTpro II Agrocerees Híbrido simples	MON 89034 - Bt Cry 1A105
11	BRS 4103 Embrapa Variedade	Ausente
12	BM 855 VTpro II Biomatrix Híbrido simples	MON 89034 - Bt Cry 1A105
13	BM 820 Biomatrix Híbrido simples	Ausente
14	Vigora Galo Vip 3 Seedcorp Híbrido simples	MIR 162 - Bt VIP3Aa20

3.3.2. Fertilizantes

Durante condução da cultura do milho foram realizadas adubações de base e de cobertura. Na adubação de base utilizou-se 300 kg ha⁻¹ de fertilizante na formulação comercial de 5-25-15. Na adubação de cobertura, realizadas nos estádios V5 a V6, foi usado 300 kg ha⁻¹ de 20-05-20.

3.3.3. Agrotóxicos Usados

Durante o ciclo da cultura foram efetuadas duas aplicações dos herbicidas tembotriona na dose de 200 mL ha⁻¹ e atrazina mais adjuvante (óleo mineral) na dose de 2 L ha⁻¹; uma no dia 29/12/2017 e outra no dia 04/01/2018.

3.4 MÁQUINAS E IMPLEMENTOS

Para a operação de semeadura foi utilizado trator Valmet 85, 4 x 2 tracionando semeadora-adubadora de plantio convencional com 4 linhas. Foi efetuado no espaçamento de 0,90 m entrelinhas, o qual é mais utilizado pelos produtores da região, sendo a semeadura realizada no dia 11/12/2017.

3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi em blocos casualizados 14x5, sendo 14 tratamentos com 5 repetições (Figura 2). As parcelas possuem 8 linhas de 10 metros com espaçamento de 0,90 metros entrelinha e bordadura de 4 metros, sendo que, as 4 linhas centrais utilizadas para avaliação do ataque da *S. frugiperda*.

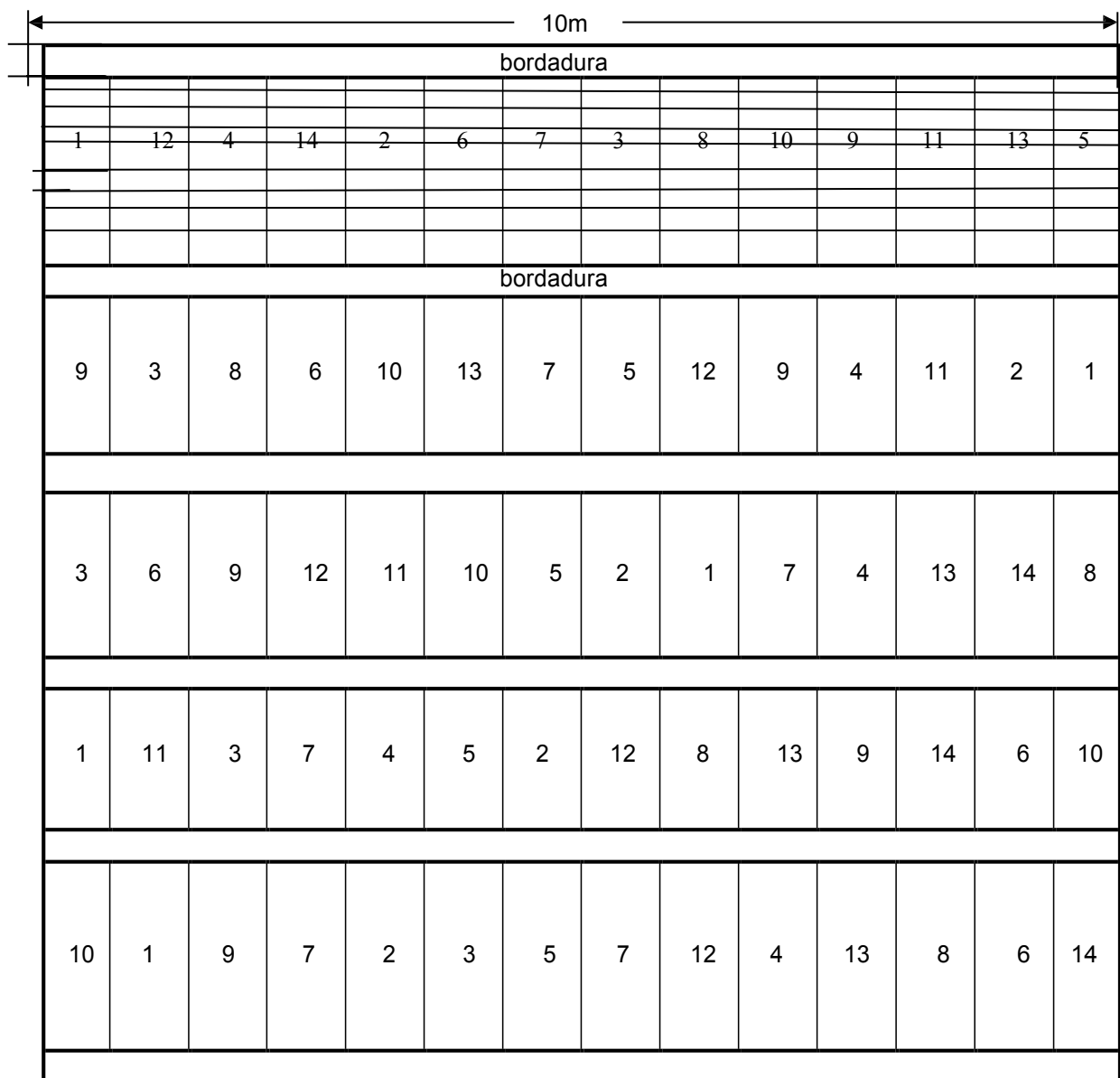


Figura 2: Desenho esquemático do croqui do experimento de campo em Iturama-MG (2017).

As avaliações foram realizadas entre a 3ª e a 4ª semana (estádios V4 a V6 – AV1) e entre a 6ª e 7ª semana (V8 a V10 – AV2) do plantio (Figura 3).

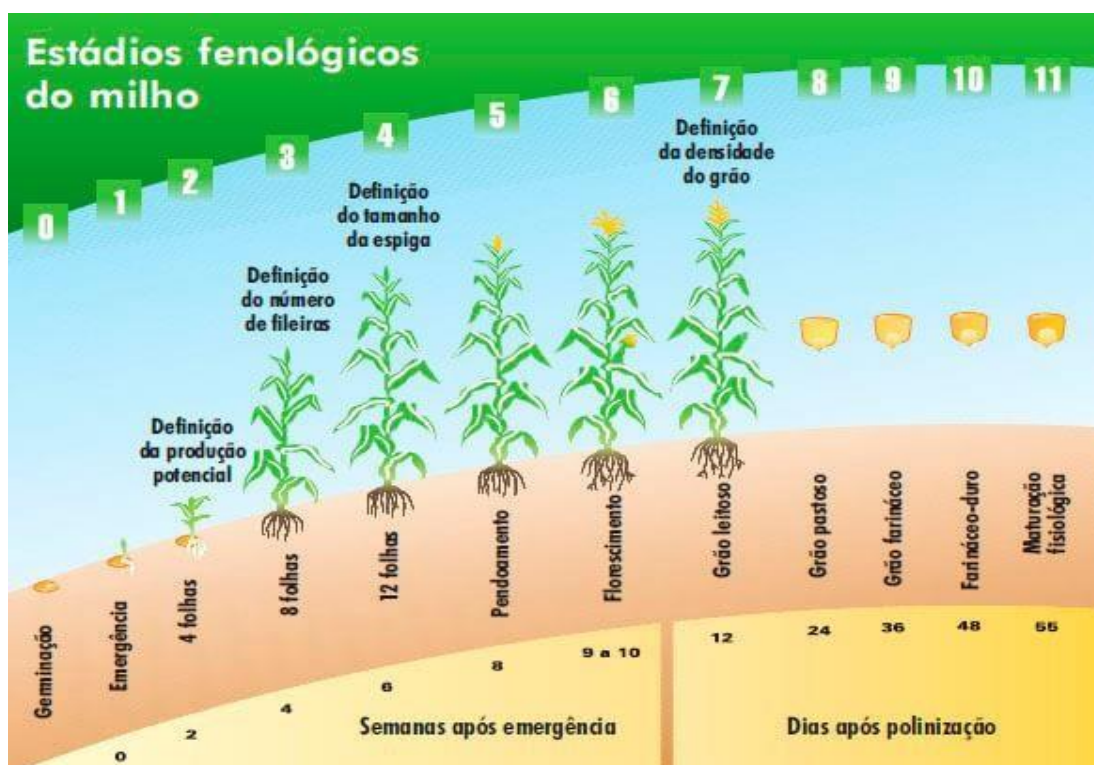


Figura 3: Ilustração representativa dos estádios fenológicos do milho (Pionner Sementes, 2019).

3.6. AVALIAÇÃO DOS DANOS NAS FOLHAS

As avaliações das injúrias ocasionadas por complexo de lagartas da espiga foram realizadas duas vezes, sendo a primeira entre o estágio fenológico V4 a V6, e a segunda entre, V8 a V10. Para isso, quatro avaliadores tomaram ao acaso vinte plantas aleatórias por parcela, contabilizando 80 notas para compor a média de cada parcela, a qual foi utilizada nas comparações estatísticas entre os híbridos. Atribui-se visualmente a cada uma delas uma nota de uma escala com variação entre 0 e 9 (Tabela 2 e Figura 4), adaptada de DAVIS & WILLIAMS (1989), para se verificar a intensidade dos danos foliares provocados pela praga.

Tabela 2: Escala para atribuição de notas de danos causados por *S. frugiperda* em plantas de milho.

Notas	Descrição dos danos
1	Sem danos visíveis
2	Pequenas pontuações (tipo alfinete ou raspagem) em poucas folhas
3	Pequenos danos em forma de furos em poucas folhas
4	Danos em forma de furos em várias folhas
5	Danos em forma de furos em várias folhas e lesões em poucas folhas
6	Lesões em várias folhas
7	Grandes lesões em várias folhas
8	Grandes lesões em várias folhas e porções comidas em poucas folhas
9	Grandes lesões e grandes porções comidas em várias folhas
10	Grandes lesões e grandes porções comidas na maioria das folhas

Fonte: Adaptado de Davis & Williams (1983).

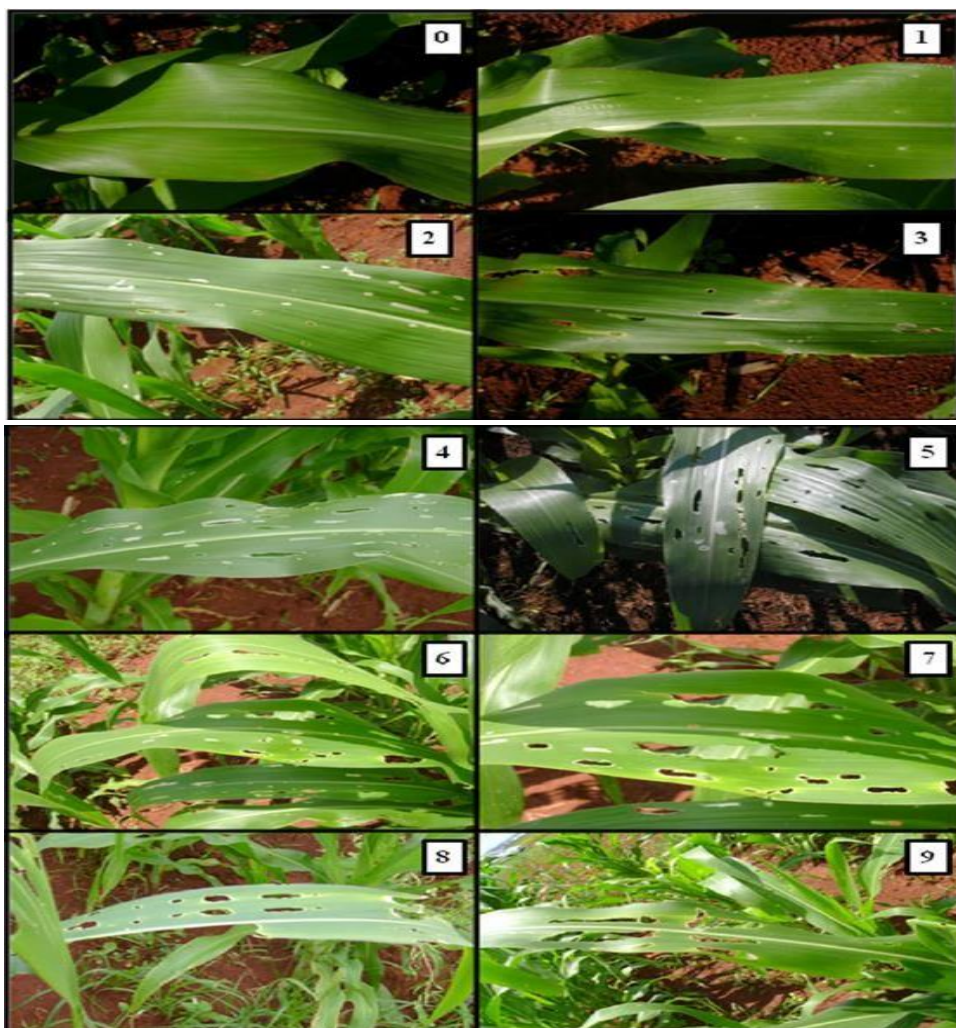


Figura 4: Escala visual para atribuição de notas de danos causados por *S. frugiperda* em planas de milho (adaptada de Davis et al. 1992).

De modo similar, foi utilizada escala de dano para o pendão (Figura 5) e assumiu-se como critério de avaliação para a espiga a presença da lagarta. Para escala de pendão, como não havia uma referência bibliográfica adequada às condições experimentais. Para tanto, criou-se uma metodologia baseada no percentual de ataque ao cartucho, sendo analisadas 80 pendoes dentro da parcela para compor a nota média de injúrias.

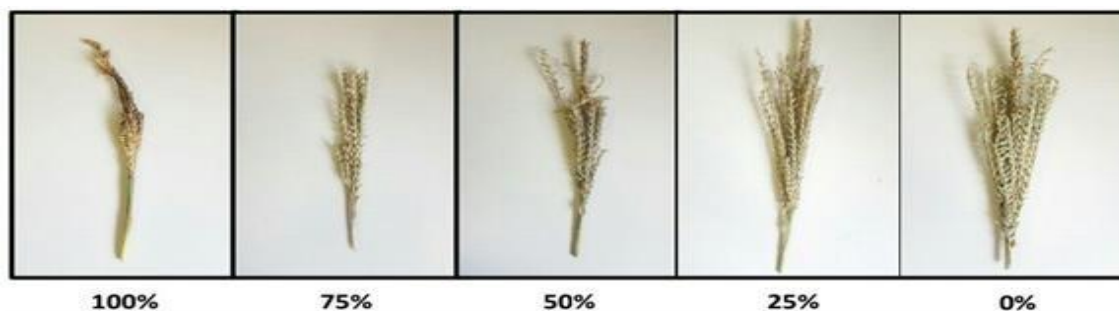


Figura 5: Escala utilizada para classificação de nível de injúria ao pendão do milho, causado pela lagarta do cartucho (100% de injúria no pendão=Nota 4, 75% de injúria o pendão=Nota 3, 50% de injúria o pendão=nota2, 25% de injúria o pendão=nota1, 0% de injúria o pendão=nota 0).

3.7 AVALIAÇÃO DAS ESPIGAS VERDES E ESPIGAS COLHIDAS

3.7.1 Avaliação das espigas verdes

No estágio de grão leitoso quatro avaliadores visualizaram vinte espigas cada de forma aleatória, totalizando 80 espigas, as quais foram detectadas a presença ou ausência de lagartas e ou presença de injúrias nas mesmas.

3.7.2 Avaliação das espigas colhidas

Para essa avaliação, quatro avaliadores visualizaram vinte espigas cada de forma aleatória no estágio de maturação fisiológica, totalizando 80 espigas, as quais foram detectadas presença de injúrias nas mesmas. Como, perfurações laterais, e ou danos nos grãos e ponta da espiga provocados por lagartas.

3.8. AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE

A colheita foi realizada de forma manual no dia 03/04/2018 quando as cultivares apresentavam umidade de grãos variando de 20-25%, após as leituras. As mesmas foram ajustadas para a umidade de 14% (BRASIL, 2011). A umidade dos grãos foi medida por meio de medidor de umidade de grãos Agrosystem Mini Gac®.

Para a avaliação da produtividade, foram colhidas manualmente 100 plantas em cada parcela de forma aleatória. Antes da colheita foram feitas estimativas de população final de plantas, ou seja, com a produtividade média por plantas multiplicada pela população estima-se a produtividade em sacas por hectare.

3.8. AVALIAÇÃO DE GRÃOS ARDIDO

Para a avaliação de grãos ardidos, foram colocados em uma bancada de cor clara os grãos das amostras colhidas de 100 plantas. Destas, retirou-se 200 g de cada parcela. Estas amostras foram avaliadas visualmente para identificação e quantificação de grãos ardidos e sadios, conforme Portaria nº 11 de 12 de abril de 1996 (BRASIL, 1996). O percentual de grãos ardidos (PGA) foi calculado por meio da Equação 1.

$$PGA = \frac{GA}{MT} \times 100 \dots\dots\dots 1$$

Em que,

GA – número de grãos ardidos na amostra de 200 g;

MT – amostra total de grãos (200 g).

3.9. MASSA VERDE

Para a avaliação de massa verde, foram coletadas 20 plantas dentro de cada parcela com corte das plantas a 20 cm de solo. As plantas foram pesadas determinando-se o seu peso médio e multiplicado pela população final para obtenção de toneladas de massa verde por hectare.

3.10. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise dos resultados foi feita por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de Scott-Knott para comparação de médias ($\alpha = 0,05$). Utilizou-se o programa estatístico SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS

4.1. AVALIAÇÃO DOS DANOS NAS FOLHAS

A avaliação dos danos nas folhas medidos pela Escala de Davis demonstrou pela análise de variância que houve diferenças entre os tratamentos nos períodos avaliados (Figura 6). Os tratamentos 4 (P 30F35 VYH Pioneer Híbrido simples) e 14 (Vigora Galo Vip 3 Seedcorp Híbrido simples) apresentaram notas em torno de 2 para os dois períodos avaliados, ou seja, os danos causados apresentaram pequenas pontuações, tipo alfinete ou raspagem, em poucas folhas. Os maiores danos foram observados para os tratamentos 1 (XB 7116 Bt Semeali Híbrido triplo), 3 (XB 8018 Bt Semeali Híbrido duplo), 5 (P 3862 HX Pioneer Híbrido simples), 7 (XB 6012 Semeali Híbrido simples), 9 (P 3898 Pioneer Híbrido simples) e 13 (BM 820 Biomatrix Híbrido simples), ou seja, grandes lesões em várias folhas e porções comidas em poucas folhas.

Os tratamentos 2 (BM 709 VTPROII Biomatrix Híbrido simples), 6 (AG 8690 VTpro III Agrocere Híbrido simples), 8 (AG 8061 VTpro II Agrocere Híbrido simples), 10 (AG 8088 VTpro II Agrocere Híbrido simples), 11 (BRS 4103 Embrapa Variedade) e 12 (BM 855 VTpro II Biomatrix Híbrido simples) tiveram um aumento de ataque na segunda avaliação na Escala de Davis. Porém, a maior variação ocorreu no tratamento 11 (BRS 4103 Embrapa Variedade), não diferindo estatisticamente dos demais. Resultado possivelmente associado a este material não apresentar nenhuma tecnologia Bt e se tratar de uma variedade de milho.

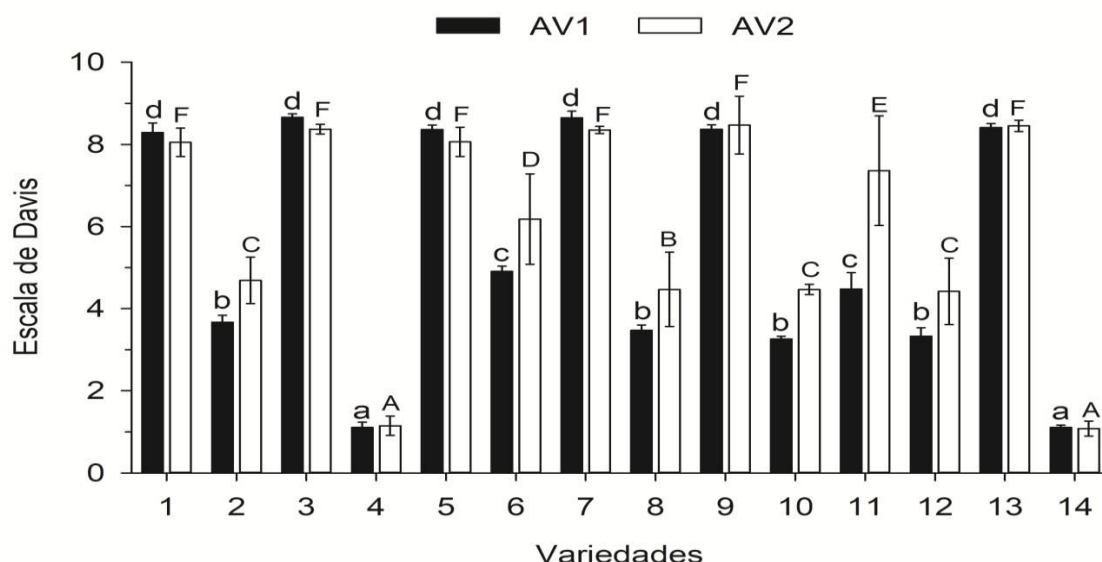


Figura 6: Injúrias causadas nas folhas por complexo de lagartas seguindo a Escala de Davis em Iturama MG, safra 2017/18, Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Scott-Knott.

4.2. AVALIAÇÃO DOS PENDÕES

A avaliação dos danos ao pendão causado pelo ataque do *Spodoptera frugiperda* mostraram que houve diferenças significativas entre os tratamentos. No entanto, os tratamentos 4 (P 30F35 VYH Pioneer Híbrido simples) Leptra® (evento MON 810 +TC1505 + MIR 162 e proteína Cry1Ab, Cry 1F e Vip 3Aa20) e 14 (Vigora Galo Vip 3 Seedcorp Híbrido simples) Viptera® (evento MIR 162 e proteína Bt VIP3Aa20) não apresentaram danos nos pendões, devido a eficiência de seus eventos Bt. Os dois possuem em comum a proteína VIP3Aa20. (Figura 7). O maior ataque ocorreu no tratamento 9 (P 3898 Pioneer Híbrido simples), mas que não diferiu dos tratamentos 11 (BRS 4103 Embrapa Variedade) e 13 (BM 820 Biomatrix Híbrido simples) todos sem tecnologia Bt. Observou-se que a severidade do ataque de *S. frugiperda* manteve-se constante durante o ciclo vegetativo e reprodutivo, uma vez que os danos provocados nas folhas foram proporcionais aos provocados no pendão para cada tratamento. Embora em alguns tratamentos (9, 11 e 13) os danos foram superiores a 50% no pendão, não se observou problemas na polinização.

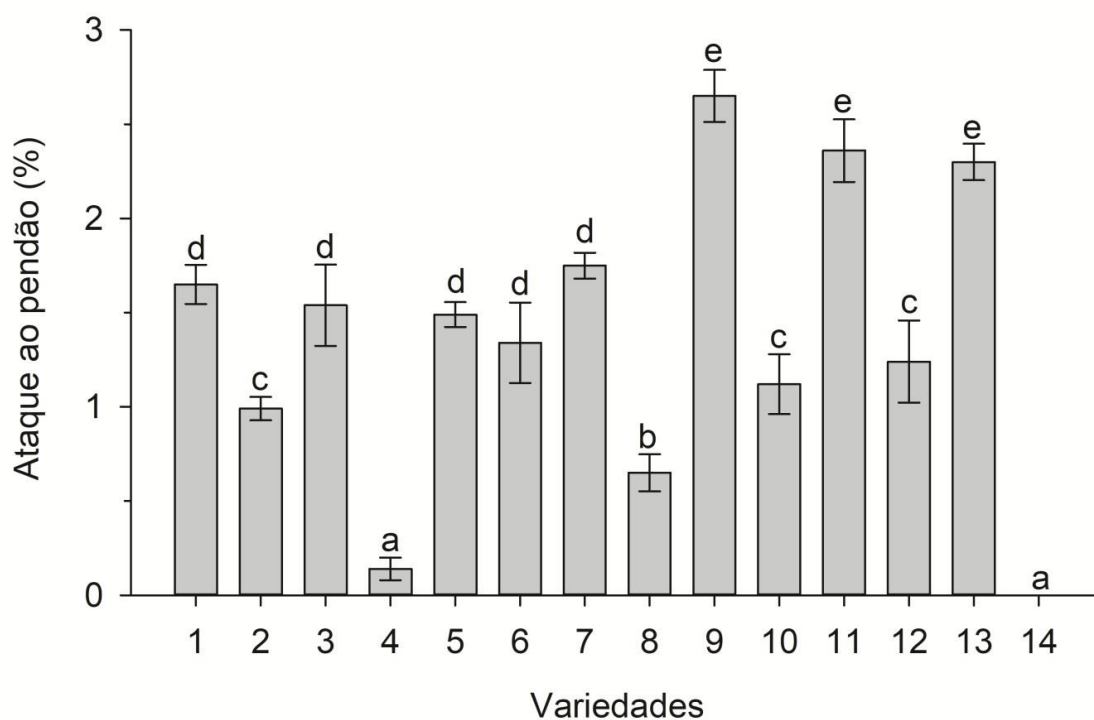


Figura 7: Nível de dano ao pendão provocado pelo ataque de *Spodoptera frugiperda* em Iturama MG, safra 2017/18, Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Scott-Knott.

4.3. AVALIAÇÃO DAS ESPIGAS VERDES E ESPIGAS COLHIDAS

A avaliação das espigas verdes e colhidas demonstrou pela análise de variância que houve diferenças entre os tratamentos nos períodos avaliados (Figura 8). Os tratamentos 4 (P 30F35 VYH Pioneer Híbrido simples) e 14 (Vigora Galo Vip 3 Seedcorp Híbrido simples) apresentaram ausência de danos por complexo de lagartas da espiga em ambos estágios fenológicos. Os maiores danos nas espigas verdes foram encontrados nos tratamentos 3, 5, 6, 7, 9, 10, 12 e 13, não diferindo estatisticamente entre si. Já para as espigas colhidas, os tratamentos 5 (P 3862 HX Pioneer Híbrido simples evento TC1505 - proteína Bt Cry 1) e 6 (F e AG 8690 VTpro III Agroceres Híbrido simples evento MON 89034 - proteína Bt Cry 1A105) apresentaram maiores danos. Esses resultados demonstram que a tecnologia Bt foi menos eficiente no controle do complexo de lagartas de espiga, sendo inferior aos materiais 7, 9, 13 convencionais. Assim, esses resultados demonstraram que o uso destes eventos e proteínas não foram eficientes para o controle do complexo de lagartas na espiga, não sendo melhores que os materiais convencionais neste experimento.

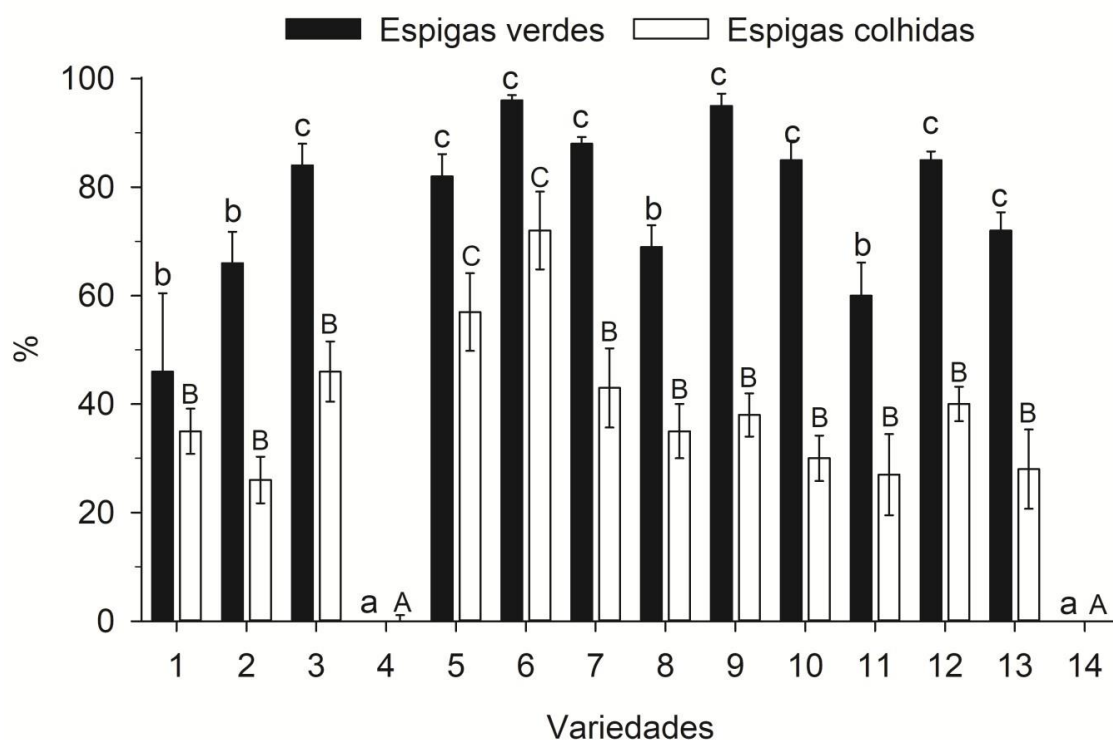


Figura 8: Presença de injurias provocadas por lagartas (%) nas espigas verdes e colhidas em Iturama MG, safra 2017/18, Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Scott-Knott.

4.5. PRESENÇA DE GRÃOS ARDIDOS (GA) EM MASSA DE 200G

A colheita precoce assim como fatores abióticos, como umidade relativa do ar e temperatura durante o período amostral desfavoreceram a incidência de patógenos na espiga, o que reduziu a ocorrência de grãos ardidos (Tabela 3). Os tratamentos 1 (XB 7116 Bt Semeali Híbrido triplo), 2 (BM 709 VTPROII Biomatrix Híbrido simples) e 12 (BM 855 VTpro II Biomatrix Híbrido simples) foram os que apresentaram estatisticamente os melhores resultados. No entanto, todos os tratamentos ficaram abaixo de 3% de grãos ardidos. Isso significa que o produtor poderá comercializar os grãos sem descontos pelo comprador conforme Portaria nº 11 de 12 de abril de 1996 (BRASIL, 1996).

Tabela 3: Presença (%) de grãos ardidos (GA) em massa de 200g em Iturama MG, safra 2017/18, Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Scott-Knott

Tratamentos	GA (%)
1	0,00 a
2	0,00 a
3	0,70 c
4	2,80 f
5	0,46 b
6	0,48 b
7	1,09 d
8	2,40 e
9	3,10 f
10	0,46 b
11	1,03 c
12	0,00 a
13	0,26 b
14	1,02 c
CV	35,10

Legenda: 1- XB 7116 Bt Semeali Híbrido triplo; 2- BM 709 VTPROII Biomatrix Híbrido simples; 3- XB 8018 Bt Semeali Híbrido duplo; 4- P 30F35 VYH Pioneer Híbrido simples; 5- P 3862 HX Pioneer Híbrido simples; 6- AG 8690 VTpro III Agrocere Híbrido simples; 7- XB 6012 Semeali Híbrido simples; 8- AG 8061 VTpro II Agrocere Híbrido simples; 9- P 3898 Pioneer Híbrido simples; 10- AG 8088 VTpro II Agrocere Híbrido simples; 11- BRS 4103 Embrapa Variedade; 12- BM 855 VTpro II Biomatrix Híbrido simples; 13- BM 820 Biomatrix Híbrido simples; 14- Vigora Galo Vip 3 Seedcorp Híbrido simples.

4.5. Avaliação de massa verde para silagem e produtividade de grãos

O tratamento 10 (AG 8088 VTpro II Agrocere Híbrido simples), apesar de não demonstrar a maior resistência, obteve maior produtividade. Outros tratamentos, como o 2 (BM 709 VTPROII Biomatrix Híbrido simples), 5 (P 3862 HX Pioneer Híbrido simples), 6 (AG 8690 VTpro III Agrocere Híbrido simples), 7 (XB 6012 Semeali Híbrido simples), 8 (AG 8061 VTpro II Agrocere Híbrido simples) e 12 (BM 855 VTpro II Biomatrix Híbrido simples) obtiveram valores similares de produtividade ($\alpha=5\%$) aos observados nos tratamentos 4 (P 30F35 VYH Pioneer Híbrido simples) e 14 (Vigora Galo Vip 3 Seedcorp Híbrido simples), os mais resistentes ao ataque da praga (Tabela 4). O tratamento 14

(HO Vigora Galo Vip 3) diferiu estatisticamente de todos os tratamentos avaliados obtendo maior produção de material verde da parte aérea.

Tabela 4: Massa verde (t ha⁻¹) e produtividade de grãos (sacas ha⁻¹) de milho cultivado em Iturama MG, safra 2017/18 Medias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Scott-Knott.

Tratamentos	M. verde (t ha ⁻¹)	Produtividade De grãos (sacas ha ⁻¹)
14	54,04 a	138,0 b
13	34,33 c	95,6 c
12	40,00 b	121,0 b
11	29,50 c	74,7 c
10	42,33 b	165,0 a
9	31,21 c	122,0 c
8	40,13 b	132,4 b
7	39,21 b	126,1 b
6	32,04 c	135,0 b
5	30,88 c	119,6 b
4	40,46 b	133,0 b
3	38,54 b	94,7 c
2	31,79 c	142,3 b
1	27,63 c	88,8 c
Teste F	4,18 (p<0,05)	8,84 (p<0,01)
CV	16,10	1

Legenda: 1- XB 7116 Bt Semeali Híbrido triplo; 2- BM 709 VTPROII Biomatrix Híbrido simples; 3- XB 8018 Bt Semeali Híbrido duplo; 4- P 30F35 VYH Pioneer Híbrido simples; 5- P 3862 HX Pioneer Híbrido simples; 6- AG 8690 VTpro III Agrocere Híbrido simples; 7- XB 6012 Semeali Híbrido simples; 8- AG 8061 VTpro II Agrocere Híbrido simples; 9- P 3898 Pioneer Híbrido simples; 10- AG 8088 VTpro II Agrocere Híbrido simples; 11- BRS 4103 Embrapa Variedade; 12- BM 855 VTpro II Biomatrix Híbrido simples; 13- BM 820 Biomatrix Híbrido simples; 14- Vigora Galo Vip 3 Seedcorp Híbrido simples.

5. DISCUSSÃO

Os resultados mostraram pela análise de variância que houve diferenças entre os tratamentos nos períodos avaliados. No entanto, os menores danos causados pela *S. frugiperda* nas folhas medidos pela Escala de Davis foram causados nos tratamentos 4 (P 30F35 VYH Pioneer Híbrido simples) e 14 (Vigora Galo Vip 3 Seedcorp Híbrido simples) que apresentaram notas em torno de 2 para os dois períodos avaliados. Eles são, portanto, os materiais mais resistentes à lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e indicados para a região de Iturama.

Moraes *et al.* (2015) verificaram que cultivares contendo apenas a proteína Bt VIP3Aa20 (Status Vip, Truck Vip e Ferox Vip) também apresentaram menor suscetibilidade à lagarta-do-cartucho. Eles observaram que as menores notas de danos causados por complexo de lagartas ocorreram em híbridos transgênicos. Nais *et al.* (2013) identificaram que a intensidade de danos nas folhas do cartucho dos híbridos transgênicos foi significativamente menor que os dos híbridos convencionais, frente às infestações naturais de lagartas de *S. frugiperda*. Os mesmos autores ainda enfatizaram que os híbridos transgênicos 30F35H e 2B710HX (tecnologia Herculex®), que expressam a toxina Cry1F, foram os mais efetivos na redução da infestação de lagartas nas duas localidades e épocas de semeadura. Segundo Santos-Amaya *et al.*, (2016) avaliando a resistência de 11 gerações por exposição contínua ao evento TC1507, encontram em mais de 183 vezes a resistência ao Cry1F, tal resistência permitiu que os insetos concluíssem o desenvolvimento larval nas plantas de milho Bt. Assim, o uso contínuo desta tecnologia sem os devidos cuidados ocasionaria a perda da eficiência da mesma. Portanto, uma estratégia de manutenção desta tecnologia seria o uso de áreas de refúgio, que são amplamente divulgadas pelas empresas produtoras de sementes.

Quando se avaliou os danos ao pendão causado pelo ataque do *S. frugiperda*, os tratamentos 4 (P 30F35 VYH Pioneer Híbrido simples) e 14 (Vigora Galo Vip 3 Seedcorp Híbrido simples) não apresentaram danos algum, possivelmente devido à eficiência de seus eventos Bt. É importante ressaltar que essa tecnologia Bt é protetora da produtividade, ou seja, seu uso não aumenta a produtividade, mas tem por finalidade proteger as plantas das pragas para que

elas possam expressar ao máximo seu potencial produtivo (MICHELOTTO *et al.*, 2011, 2013).

Os maiores ataques no pendão ocorreram nos tratamentos 9 (P 3898 Pioneer Híbrido simples), 11 (BRS 4103 Embrapa Variedade) e 13 (BM 820 Biomatrix Híbrido simples) todos sem tecnologia Bt. O ataque da praga é mais comum no período vegetativo da planta quando provoca injúrias foliares, porém tem sido observado o ataque do pendão e da espiga durante o estágio reprodutivo (OTA *et al.*, 2011). A injúria foliar pode ocasionar queda na produtividade da cultura em vista da redução da área fotossintética (GALLO *et al.*, 2002).

A avaliação das espigas verdes e colhidas demonstrou pela análise de variância que houve diferenças entre os tratamentos nos períodos avaliados. Os maiores danos nas espigas colhidas foram encontrados nos tratamentos 5 (AG 8690 VTpro III evento MON 89034 - Proteína Bt Cry 1A105 Agrocere Híbrido simples) e 6 (P 3862 HX evento TC1505 – Proteína Bt Cry 1F Pioneer Híbrido simples). Waquil *et al.* (2013) concluíram que híbridos transgênicos apresentam menores danos à espiga causados por *Helicoverpa spp.* ou *S. frugiperda* que o convencional. Araújo *et al.* (2011) observaram que híbrido de milho P 3041YG sofreu menor ataque de *S. frugiperda* e apresentou maior massa de grãos por espiga e maior rendimento de grãos em relação ao híbrido convencional P 3041.

Na cultura do milho, as podridões de espigas causadas por fungos destacam-se como uma das principais responsáveis pelas perdas em produção qualidade, principalmente devido a formação dos chamados grãos ardidos. Os tratamentos 1 (XB7116 Bt Semeali Híbrido triplo), 2 (BM 709 VTPROII Biomatrix Híbrido simples) e 12 (BM 855 VTpro II Biomatrix Híbrido simples) apresentaram os melhores resultados. Atualmente, os grãos ardidos constituem um dos principais problemas nas lavoura de milho, devido à queda de produtividade e qualidade dos grãos, resultando na desvalorização da produção (RAMOS *et al.*, 2010).

O híbrido AG 8088 VT pro II foi o material mais produtivo para a finalidade de grãos e com maior viabilidade econômica para a região de Iturama. Farinelli *et al.* (2014) verificou que a transgenia melhorou as características produtivas do milho AG 8088 VT pro II. No entanto, o tratamento AG 8088 VT pro II teve produtividade de grãos de 3.887 kg ha⁻¹ com uma população de 60.000 plantas, valores inferiores aos encontrados no presente trabalho que foi de 9.900 kg ha⁻¹

1. Já Araújo *et al.* (2011) verificaram que o híbrido de milho transgênico P 3041YG evento MON 810 proteína Cry 1Ab apresentou menor dano causado pela lagarta *S. frugiperda*, maior massa de grãos por espiga e maior rendimento de grãos em relação ao híbrido convencional P 3041, afirmando que o uso da tecnologia Bt proporciona incremento em produtividade.

O híbrido HO Vigora Galo Vip 3 apresentou a maior produção de matéria verde da parte aérea, sendo, o material mais resistente junto com o híbrido P 30F35

VYH Pioneer Híbrido simples. Porém, o mesmo apresentou valores inferiores estatisticamente em produção de matéria verde. A alta produção de matéria verde se deve as características produtivas do HO Vigora Galo Vip 3 para a produção de silagem e não pela sua resistência a complexo de lagartas, visto que este material tem características e recomendação técnica para a produção de massa verde na região de Iturama-MG. No entanto os demais materiais não apresentaram alta produção de massa verde possivelmente pela baixa adaptação edafoclimática da região.

6. CONCLUSÕES

A tecnologia Bt demonstrou-se ser eficiente no controle da lagarta (*Spodoptera frugiperda*) nos eventos Viptera® (evento MIR 162 e proteína Bt VIP3Aa20) e Leptra® (evento MON 810 +TC1505 + MIR 162 e proteína Cry1Ab, Cry 1F e Vip 3Aa20).

O material AG 8088 VT pro II (evento MON 89034 e proteína Bt Cry 1A105) sofreu ataques severos da *Spodo*

ptera frugiperda, porém, demonstrou ser o material mais adequado para a produção de grãos com elevada produtividade e com valores superiores aos resistentes aos ataques.

O HO Vigora Galo Vip 3 (evento MIR 162 e proteína Bt VIP3Aa20) foi o material que mais produziu massa verde para a silagem, dentre os 14 materiais testados, destacando-se entre os materiais no controle da *Spodoptera frugiperda* sendo o mais indicado para a região de Iturama.

7. REFERÊNCIAS

- ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA. Disponível em:< <https://www.conab.gov.br/index.php/info-agro/safras/>>. Acessado em 20 de abril de 2018. **Arquivos do Instituto Biologia**, São Paulo, v.79, n.2, p.223-231, abr./jun., 2012.
- ARAÚJO, L. F.; SILVA, A. G.; CRUZ, I.; CARMO, E. L.; HORVATH NETO, A.; GOU-LART, M. M. P.; RATTES, J. F. FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH), *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS) E *Doru luteipes* (SCUDDER) EM MILHO CONVENCIONAL E TRANSGÊNICO Bt. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.3, p. 205-214, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS - ABIOVE: Congrega as principais empresas do ramo e disponibiliza dados do processamento da soja.
- BARROS E M, Torres J B, Ruberson J R, Oliveira M D (2010) **Development of *Spodoptera frugiperda* on different hosts and damage to reproductive structures in cotton**. Entomol Exp Appl 137: 237-245.
- BARRY, B. D.; DARRAH, L. L. **European corn borer resistance: evaluation of commercial maize hybrids and transgenic maize cultivars**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF INSECT RESISTANT MAIZE: Recent advances and utilization, 1994, Mexico Proceedings.... México: CIMMYT, 1997. p. 266-270. Edited by J. A. Mihm.
- BORGES, Raffaella Fernandes; BORGES, Fabiano Alves; ASSUNÇÃO, Washington Luiz. ANÁLISE DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NO MUNICÍPIO DE ITURAMA- MG.
- BOULDER, D. Insect pest control by copying nature using genetically engineered crops. **Phytochemistry, Elmsford**, v. 34, p. 1453-1466, 1993.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 60, de 22 de dezembro de 2011. Estabelece o Regulamento Técnico do Milho. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília**, DF, n. 246, 23 dez. 2011. Seção 1, p. 3-5.
- BRASIL. Portaria nº 11 de 12 de abril de 1996. **Estabelece critérios complementares**, Brasília, DF, n. 72, p. 6231, 1996. Seção 1. Para classificação do milho. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- BOBROWSKI, V. L.; FIUZA, L. M.; PASQUALI, G.; BODANESE-ZANETTINI, M. H. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 843-850, 2003.

CARVALHO, R. P. L. **Danos, flutuação populacional, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda*** (Smith, 1797) e susceptibilidade de diferentes genótipos de milho em condições de campo. 1970. 170 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CÉLERES. **3º levantamento de adoção da biotecnologia agrícola no Brasil, safra**

2016/17. 2017. Disponível <<http://www.celeres.com.br/3o-levantamento-de-adocao-da-biotecnologia-agricola-no-brasil-safra-201617/>>. Acesso em: 22 jun. 2019.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA DA ESALQ: Apresenta indicadores de preços e dados sobre o produto interno bruto do agro-negócio, entre outras informações. www.cepea.esalq.usp.br/pib.

CLIMA ITURAMA. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/24948/>>. Acesso em 20 de abril de 2018

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento: A empresa é responsável por realizar o levantamento da safra e organizar dados como produção, produtividade e área de diversas culturas. Além do levantamento de safra, visite os ícones Indicadores Agropecuários e Conjuntura Agropecuária. O endereço do site é www.conab.gov.br.

CORTEZ, M. G. R.; WAQUIL, J. M. **Influência de cultivar e nível de infestação de *Spodoptera frugiperda*** (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) **no rendimento do sorgo. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, p. 407- 410, 1997.

CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES, P.C. **A cultura do milho. Sete Lagoas**: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 517p.

DEAN, C.; ZABEAU, M.; MONTAGU, M. V.; LEEMANS, J. **Transgenic plants protected from insect attack. Nature**, London, v.327, p.33-37, 1987.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS - USDA: Site em inglês com muitas informações sobre oferta e demanda mundial, projeções de safras, produtividade por culturas, exportação e importação, etc. O endereço para acessar é www.fas.usda.gov. Ao carregar o site, clique em PSD on line e procure por oilseeds (oleaginosas). Você vai encontrar diferentes dados de soja (soybean, em inglês).

DULMAGE, H. T. 1980. Insecticidal activity of isolates of *Bacillus thuringiensis* and their potential to insect control. In: Burgers, H. D. (Ed.). *Microbial control of pests and plant disease 1979-1980*. London: Academic Press, 1980. p. 193-222.

- EMBRAPA MILHO E SORGO. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/>>. Acessado em 25 de setembro de 2018.
- EMBRAPA. Sistema de produção. Cultivo do milho. 2018. https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao_ol6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_996514994_topicId=8667
- ESCRIBANO, Ana et al. 1999. **Selection of a nucleopolyhedrovirus for control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae): structural, genetic, and biological comparison of four isolates from the Americas.** Journal of Economic Entomology, v. 92, n. 5, p. 1079-1085.
- FARINELLI, R.; FORNASIERI FILHO, D. **Avaliação de dano de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de milho.** Científica, v.34, n.2, p.197-202, 2006.
- FEITELSON, J. S.; PAINE, J.; L. KIM. 1992. ***Bacillus thuringiensis*: insects and beyond.** Biotechnology, New York, v. 10, p. 271-275.
- FENOLOGIA-MILHO. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/control-de-spodoptera-frugiperda-no-milho/2-fenologia-milho/>>. Acessado em 04 de novembro de 2018.
- FERNANDES, O.A.; CARNEIRO, T.R. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* no Brasil. In: PINTO, A.S.; NAVA, D.E.; ROSSI, M.M.; MALERBO-SOUZA, D.T. (Org.). **Controle biológico de pragas na prática.** Piracicaba: CP 2, 2006. p.75-82.
- FERNANDES, ODNEI D. et al. Efeito do milho geneticamente modificado MON810 sobre a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 02, 2010.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: **a computer statistical analysis system.** Ciência e Agro- tecnologia, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FINKLER C.L.L. Controle de insetos: uma breve revisão. Universidade Federal de Pernambuco. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, vols. 8 e 9, p.169-189, 2011/2012., 2012
- GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S.S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; FILHO, E.B.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola.** Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

- GIOLLO, F.P.; GRUTZMACHER, A.D.; GARCIA, M.S.; BUSATO, G.R. Parâmetros bi- ológicos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) oriundas de diferentes localidades e hospedeiros. **Revista Brasileira de Agro- ciência**, v.8, p.221-224, 2002
- GILL, S.S.; COWLES, E.A.; PIETRANTONIO, P. V. **The mode of action of *Bacillus thuringiensis* endotoxins. Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 37, p. 615-636, 1992.
- HARLAN, J. R. **Crops & Man**. Madison: ASA /CSSSA, 1975. 295 p.
- HÖFTE, H.; WHITELEY, H. R. **Insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. Microbiological Reviews**, Washington, v. 53, p. 242-255, 1989.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Informações detalhadas da agricultura brasileira**. Visite especificamente este ende- reço www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric
- IGNOFFO, C. M.; GREGORY, B. Effects of *Bacillus thuringiensis* b-exotoxina on larval maturation, adult longevity, fecundity, and egg viability in several species of lepi- doptera. **Environmental Entomology**, College Park, v. 1, p. 269-271, 1972.
- TOSCANO, G.C.; CALADO FILHO, A.M.; CARDOSO, W.I.; MARUYAMA, G.V. TOMQUELSKI M.S.L.C. Impacto de inseticidas sobre *spodoptera frugiperda* (lepidop- tera, noctuidae) e seus inimigos naturais em milho safrinha cultivado em Cassilândia e chapadão do Sul.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA: Mantém preços agrícolas atualizados diariamente. O endereço é www.iea.sp.gov.br.
- INVASIVE SPECIES COMPENDIUM. Disponível em: <<https://www.cabi.org/isc/datasheet/29810>>. Acessado em: 25 de Abril de 2018
- KNOWLES, B. H. **Mechanism of action of *Bacillus thuringiensis* insecticidal delta-endotoxins. Advances in Insect Physiology**, London, v. 24, p. 275-308, 1994.
- LAGARTA DO CARTUCHO. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/lagarta-do-cartucho/>>. Acessado em: 25 de setembro de 2018.
- LIMA, G. S. **PROTEÍNAS BIOINSETICIDAS PRODUZIDAS POR BACILLUS THU- RINGIENSIS**; Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, vol. 7, p.119-137, 2010
- MAAGD, R. A.; BRAVO, A.; CRICKMORE, N. How ***Bacillus thuringiensis* has evolved specific toxins to colonize the insect world. Trends in Genetics**, Ams- terdam, v. 17, p. 193-199, 2001.

- MENDES, S. M.; MARUCCI, R. C.; MOREIRA, S. G.; WAQUIL, J. M. Milho Bt: avaliação preliminar da resistência de híbridos comerciais à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2008, 8p. (Comunicado técnico, 177).
- MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M. **Uso do milho Bt no manejo integrado de lepidópteros-praga: recomendações de uso. Sete Lagoas:** Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 170).
- MENDES, S. M.; BOREGAS, K. G. B.; LOPES, M. E., WAQUIL, M. S.; WAQUIL, J. M.
Respostas da lagarta-do-cartucho a milho geneticamente modificado expressando a toxina Cry 1A(b). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.3, p. 239-244, 2011.
- MICHELOTTO, M. D.; CROSARIOL, J.; NO., FREITAS, R. S.; DUARTE, A. P.; BUSOLI, A. C. Milho transgênico (Bt): efeito sobre pragas-alvo e não-alvo. **Nucleus**, v.3, n.2, p.67-82, 2013.
- MICHELOTTO, M. D.; PEREIRA, A. D.; FINOTO, E. L.; FREITAS, R. S. Controle de pragas em híbridos de milho geneticamente modificados. **Pesquisa & Tecnologia**, v.8, n.1, p.36-38, 2011.
- MORÃES, A. R. A.; LOURENÇÃO, A. L.; PATERNIANI, M. E. G. Z. Resistência de híbridos de milho convencionais e isogênicos transgênicos a *Spodoptera frugiperda* (*Lepidoptera: Noctuidae*). **Bragantia**, Campinas, v.74, n. 1, p.50-57, 2015.
- NAIS, J.; BUSOLI, A.C.; MICHELOTTO, M.D.. Comportamento de híbridos de milho transgênicos e respectivos híbridos isogênicos convencionais em relação à infestação de *Spodoptera Frugiperda* (J. E. Smith, 1727) (*Lepidoptera: Noctuidae*) em duas localidades e épocas de semeadura. **Arquivos do Instituto de Biologia**, São Paulo, v. 80, n. 2, p. 159-167, 2013.
- NAGOSHI R N (2009) **Can the amount of corn acreage predict fall armyworm (*Lepidoptera: Noctuidae*) infestation levels in nearby cotton?** J Econ Entomol 102: 210-218.
- OTA, E. C; LOURENÇÃO, A. L.; DUARTE, A. P.; RAMOS JÚNIOR, E. U.; ITO, M. A. Desempenho de cultivares de milho em relação à lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p.850-859, 2011.
- PRODUÇÃO AGRÍCOLA - LAVOURA TEMPORÁRIA. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/iturama/pesquisa/14/10193>>. Acessado em: 25 de setembro de 2018.
- RAMOS, A. T. M.; MORAES, M. H. D.; CARVALHO, R. V.; CAMARGO, L. E. A. Levantamento da microflora presente em grãos ardidos e sementes de milho. **Summa phytopathol**, v. 36, n.3, p.257-259, 2010.

- REIS, E. M.; CASA, R. T. **Manual de identificação e controle de doenças de milho.Passo Fundo**: Aldeia Norte, 1996. 80 p.
- ROH, J.Y.; CHOI, J.Y.; LI, M.S.; JIN, B.R.; JE, Y.H. Bacillus thuringiensis as a specific, safe, and effective tool for insect pest control. **Journal of Microbiology Biotechnology**, v.17, p.547-559, 2007.
- SANS, LUGINBILL, P. The fall armyworm. **Technical Bulletin United States Department of Agriculture**, v. 34, p. 1-91, 1928.
- SAS. SAS Software. Version 9.1.Cary, North Carolina: SAS Institute Inc., 1999.
- SANTOS-AMAYA, O. F.; TAVARES, C. S.; MONTEIRO, H. M.; TEIXEIRA, T. P.M.; GUEDES, R. N.C.; ALVES, A. P.; PEREIRA, E. J.G. Genetic basis of Cry1F resistance in two Brazilian populations of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. **Crop Protection**, v. 81, p.154-162, 2016.
- SECRETARIA DE ABASTECIMENTO DO PARANÁ - SEAB: **Apresenta dados importantes sobre a evolução da produção de soja no estado que é atualmente o segundo maior produtor do grão**. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br>>. Acessado em: 20 de maio de 2019.
- TOSCANO, L. C.; CALADO FILHO, G. C.; CARDOSO, A. M.; MARUYAMA, W. I.; TOMQUELSK, G. V. Impacto de inseticidas sobre Spodoptera frugiperda (Lepidoptera, Noctuidae) e seus inimigos naturais em milho safrinha cultivado em Cassilândia e Chapadão do Sul, MS. **Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo, São Paulo**, v. 79, p.223-231, 2012.
- VAECK, M. et al. **Transgenic plants protected from insect attack**. Nature, New York, v.327, p.33-37, 1987
- VILAS-BOAS, G. T.; ALVAREZ, R. C.; SANTOS, C. A.; VILAS-BOAS, L. A. **Fatores de Virulência de Bacillus thuringiensis Berliner: O Que Existe Além das Proteínas Cry?**. EntomoBrasilis, v.5, n.1, p.1-10, 2012.
- WAQUIL, M. J.; 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**, Brasília, v.48, n.12, p.1529-1537, 2013.
- WILLIAMS, W. P.; SAGERS, J. B.; HANTEN, J. A.; DAVIS, F. M.; BUCKLEY, P. M. Transgenic corn evaluated for resistance to fall armyworm and southwestern corn borer. **Crop Science**, Madison, v.37, p.957-962, 1997.