UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Instituto de Biologia

Programa de Pós-Graduação em Entomologia

Dissertação

Desempenho de cultivares de milho e soja para resistência a Noctuídeos e Pentatomídeos e análise econômica

Fabrício Oliveira Fernandes

Pelotas, 2017

Fabrício Oliveira Fernandes

Desempenho de cultivares de milho e soja para resistência a Noctuídeos e Pentatomídeos e análise econômica

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (Área de Concentração em Entomologia).

Orientadora: Dra. Ana Paula Schneid Afonso da Rosa
Coorientador: Dr. José Francisco da Silva Martins

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

F364d Fernandes, Fabrício Oliveira

Desempenho de cultivares de milho e soja para resistência a noctuídeos e pentatomídeos e análise econômica / Fabrício Oliveira Fernandes ; Ana Paula Schneid Afonso da Rosa, orientadora ; José Francisco da Silva Martins, coorientador. — Pelotas, 2017.

150 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciências, Centro de Ciências Químicas Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

1. Lagartas desfolhadoras. 2. Percevejos. 3. Zea mays. 4. Glycine max. I. Rosa, Ana Paula Schneid Afonso da, orient. II. Martins, José Francisco da Silva, coorient. III. Título.

CDD : 633

Elaborada por Dafne Silva de Freitas CRB: 10/2175

Fabrício Oliveira Fernandes

Desempenho de cultivares de milho e soja para resistência a Noctuídeos e Pentatomídeos e análise economica

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências (área de concentração Entomologia), Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas.

Data de defesa: 21/02/2017

Banca examinadora:

_____

Drª. Ana Paula Schneid Afonso da Rosa (Orientadora)

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas.

_____

Prof. Dr. Flávio Roberto Mello Garcia

Doutor em Zoologia pela Univesidade Católica do Rio Grande do Sul.

_____

Dr. Daniel Bernardi

Doutor em Entomologia pela Universidade Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

_____

Prof. Dr. Uemerson Silva da Cunha

Doutor em Entomologia pela Universidade Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

Aos meus pais, Salustriano Fernandes e Francisca Fernandes, e a minha irmã Fabiana Fernandes, por todo apoio durante essa dura jornada. E a minha irmã de coração Natália Oliveira.

Dedico

Agradecimentos

A Deus por me orientar e me dar forças para seguir em frente ultrapassando inúmeros obstáculos.

À minha família que esteve ao meu lado, participando, incentivando, e acreditando no meu sucesso.

Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de realização do curso.

À orientadora Drª. Ana Paula Schneid Afonso da Rosa da Embrapa Clima Temperado pela orientação para a realização do trabalho.

Aos colegas e amigos do curso de Pós-Graduação em Entomologia pelo companheirismo e colaboração prestados.

Em especial a Liliane Martins pela amizade indescritível e toda a sua família sem excessão que me acolheu em todas as situações.

Ao laboratório Labio pelas boas conversas, cafezinhos depois do almoço e dias de confraternização.

Aos amigos do Núcleo de Manejo Integrado de Pragas – NUMIP da Embrapa Lauren Medina, Jessica Abreu, Luiza Arrieira e Lucas Christ pela imensa colaboração, incentivo, ensinamentos profissionais e pessoais, pelas palavras nas horas difíceis, todos foram muito importantes nessa etapa.

A Capes pela bolsa de estudos durante os dois anos de estudos e pesquisas realizadas.

Resumo

Fernandes, Fabrício Oliveira. **Desempenho de cultivares de milho e soja para resistência a Noctuídeos e Pentatomídeos e análise econômica.** 2017. 160f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Entomologia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Na cultura do milho o principal inseto desfolhador é *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) que causa grandes prejuízos. Na cultura da soja as principais espécies de pragas que atacam a cultura são as lagartas desfolhadoras *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae)*, Chrysodeixis includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Helicoverpa* spp. causando danos tanto na parte foliar quanto nas reprodutivas. E como sugadores, temos os percevejos *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae), *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) e *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) que causam danos diretos atacando os grãos. O objetivo do presente trabalho foi determinar o potencial de cultivares resistentes a insetos-pragas do milho e soja que ocorrem em sistemas agrícolas de terras baixas. Os experimentos foram conduzidos na Embrapa Clima Temperado. Foram realizados ensaios de biologia, bioensaios com inseticidas para *S. frugiperda*. Para *A. gemmatalis* foram realizados biensaios com inseticidas. À campo foram utilizados as cultivares de milho AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*, conduzidos de acordo com as recomendações técnicas. A aplicação de inseticidas foi realizada quando atingido o índice de 10% de plantas atacadas por *S. frugiperda*. Avaliou-se componentes do rendimento. Para a cultura da soja foi avaliada a ocorrência de insetos nas cultivares de soja convencional BMX Potência e nas isolinhas *Bt*, BMX Vanguarda e BMX Ponta. Foram avaliados o número de lagartas e percevejos através do pano de batida. O monitoramento de *S. frugiperda* e *H. armigera* foi realizado com armadilhas com feromônio sexual sintético. Ao final do trabalho realizou-se análise econômica da cultura do milho e soja. *S. frugiperda* na cultivar AG 9045 convencional apresentou 5 instares e para a cultivar AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* 6 instares. Nos testes de inseticidas em laboratório, campo, produtividade e análise econômica o melhor resultado foi quando se utilizou clofenapir + zeta-cipermetrina. No milho e na soja as cultivares convencionais AG 9045 e BMX Potência apresentaram quantidade maior de lagartas. Em relação à produtividade e lucro a cultivar *Bt* AG 9045 PRO 2 e BMX Potência se mostraram mais produtiva/lucrativa. De acordo com o monitoramento de *S. frugiperda* e *H. armigera* temperaturas altas, umidade relativa adequada e precipitação bem distribuída contribuiram para maior ocorrência desses insetos.

Palavras-Chave: lagartas desfolhadoras, percevejos, *Zea mays*, *Glycine max*.

Abstract

Fernandes, Fabrício Oliveira. **Performance of corn and soybean cultivars for Noctuidae and Pentatomidae resistance and economic analysis.** 2017. 160f. Dissertation (Masters) – Entomology Postgraduate Program. Pelotas Federal University, Pelotas.

The main defoliating insect found in maize crops is the *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) which inflicts great losses. For soy crops the main crop attacking pests are the defoliating caterpillars *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae)*, Chrysodeixis includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) and *Helicoverpa* spp. As for sap suckers¸ there are the *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae), *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) and *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) stinkbugs, causers of directs damages by attacking the grains. The goal of the present work was to determine the potential of pest resistant maize and soy crops from lowlands agricultural systems. The experiments were conducted in Embrapa Clima Temperado. Biology, bioassays for insecticides in *S. frugiperda*. For *A. gemmatalis* bioassays were performed with insecticides. In the field, AG 9045 and AG 9045 PRO2 maize crops were used, in accordance to technical recommendations. The insecticide was applied when 10% of the plants were attacked by *S. Frugiperda*. Yield components were evaluated. For the soy crops BMX Potência, BMX Vanguarda and BMX Ponta, the incurrence of insects was evaluated. The number of caterpillars and stinkbugs was evaluated by beating cloth. *S. frugiperda* and *H. armigera* were monitored via synthetic sexual pheromone traps. Towards the end of the work, an economic analysis was made. *S. Frugiperda* in the AG 9045 crop presented 5 instars and in the AG 9045 PRO2 crop 6 instars. For the insecticide lab tests, field test, yield, and economic analysis the best result was when chlorfenapyr + zeta-cypermethrin were used. In AG 9045 and BMX Potência maize and soy crops the most caterpillars were found. Regarding yield and profit for both crops, AG 9045 PRO 2 and BMX Potência were found to be most productive/profitable. According to the monitoring of de *S. frugiperda* e *H. armigera* high temperatures, proper relative humidityand well-distributed precipitation contributes for greater incurrence of such insects.

Keywords: defoliating caterpillars, stinkbugs, *Zea mays*, *Glycine max*.

Lista de Figuras

Figura 1 Distribuição de frequência das medidas de cápsula cefálica (mm) de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com a cultivar AG 9045 convencional. As setas indicam os instares. Razão de crescimento (K), coeficiente de determinação (R^2). 68

Figura 2 Distribuição de frequência das medidas de cápsula cefálica (mm) de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com a cultivar AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*. As setas indicam os instares. Razão de crescimento (K), coeficiente de determinação (R^2).. 68

Figura 3 Número médio lagartas de *Helicoverpa armigera*, *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* nas cultivares BMX Potência (RR1 6.7), BMX Vanguarda (IPRO 6.0) e BMX Ponta (IPRO 6.6). 91

Figura 4 Climograma de temperatura (C°) e precipitação pluviométrica (mm) em Capão do Leão, RS na safra de 2014/2015. Agromet, 2017. 92

Figura 5 Número médio de lagartas de *Helicoverpa armigera*, *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* em soja. Safra 2014/2015. 93

Figura 6 Número médio de percevejos nas cultivares BMX Potência D (RR1 6.7), BMX Vanguarda (IPRO 6.0) e BMX Ponta (IPRO 6.6)..... 95

Figura 7 Número médio de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* nas cultivares BMX Potência (RR1 6.7), BMX Vanguarda (IPRO 6.0) e BMX Ponta (IPRO 6.6). ... 97

Figura 8 Climograma de temperatura (C°) e precipitação pluviométrica (mm) em Capão do Leão na safra de 2015/2016. Agromet, 2017. 98

Figura 9 Número médio de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* em soja..... 99

Figura 10 Número médio de percevejos nas cultivares BMX Potência D (RR1 6.7), BMX Vanguarda (IPRO 6.0) e BMX Ponta (IPRO 6.6).....

Figura 11 Número de adultos capturados de *Spodoptera frugiperda* com armadilhas de feromônio sexual e relação com temperaturas máxima e mínima (C°) na safra de 2014/2015. . 102

Figura 12 Número de adultos capturados de *Spodoptera frugiperda* com armadilhas de feromônio sexual e relação com a umidade relativa (%) na safra de 2014/2015. 103

Figura 13 Número de adultos capturados de *Spodoptera frugiperda* com armadilhas de feromônio sexual e relação com a precipitação pluviométrica (mm) safra de 2014/2015. 104
Figura 14 Número de adultos capturados de *Spodoptera frugiperda* com armadilhas de feromônio sexual e relação com as temperaturas máxima e mínima (C°) na safra de 2015/2016. . 105
Figura 15 Número de adultos capturados de *Spodoptera frugiperda* com armadilhas de feromônio sexual e relação com a umidade relativa (%) na safra de 2015/2016. 105
Figura 16 Número de adultos capturados de *Spodoptera frugiperda* com armadilhas de feromônio sexual e relação com a precipitação pluviométrica (mm) na safra de 2015/2016. 106
Figura 17 Número de adultos capturados de *Helicoverpa armigera* com armadilhas de feronômio sexual em relação às temperaturas máxima e mínima (C°) na safra de 2014/2015. 107
Figura 18 Número de adultos capturados de *Helicoverpa armigera* com armadilhas de feronômio sexual em relação à umidade relativa (%) safra de 2014/2015. 108
Figura 19 Número de adultos capturados de *Helicoverpa armigera* com armadilhas de feronômio sexual em relação à precipitação pluviométrica (mm) safra de 2014/2015..... 109
Figura 20 Número de adultos capturados de *Helicoverpa armigera* com armadilhas de feronômio em relação às temperaturas máxima e mínima (C°) na safra de 2015/2016. 110
Figura 21 Número de adultos capturados de *Helicoverpa armigera* com armadilhas de feronômio em relação à umidade relativa (%) safra de 2015/2016. 111
Figura 22 Número de adultos capturados de *Helicoverpa armigera* com armadilhas de feronômio sexual em relação à precipitação pluviométrica (mm) safra de 2015/2016..... 111

Lista de Tabelas

Tabela 1 Inseticidas utilizados em bioensaios de contato residual e contato direto em lagartas de *Spodoptera frugiperda*. 37

Tabela 2 Inseticidas utilizados em bioensaios de contato residual e contato direto em lagartas de *Anticarsia gemmatalis*..... 37

Tabela 3 Tratamentos utilizados no experimento em campo para o controle de *Spodoptera frugiperda* nas safras 2014/2015 e 2015/2016. 44

Tabela 4 Número médio (X±EP) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* de 2° ínstar e mortalidade corrigida (M%) em 4, 24, 72, 120, 168 horas após o tratamento (HAT) via contato residual com inseticidas. 52

Tabela 5 Número médio (X±EP) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* de 5° ínstar e mortalidade corrigida (M%) em 4, 24, 72, 120, 168 horas após o tratamento (HAT) via contato residual com inseticidas. 54

Tabela 6 Número médio (X±EP) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* 2° ínstar e mortalidade corrigida (M%) em 4, 24, 72, 120, 168 horas após o tratamento (HAT) via contato direto com inseticidas. 56

Tabela 7 Número médio (X±EP) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* de 5° ínstar e mortalidade corrigida (M%) em 4, 24, 72, 120, 168 horas após o tratamento (HAT) via contato direto com inseticidas. 58

Tabela 8 Número médio (X±EP) de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* de 2° ínstar e mortalidade corrigida (M%) em 4, 24, 72, 120, 168 horas após o tratamento (HAT) via contato residual com inseticidas. 60

Tabela 9 Número médio (X±EP) de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* de 5° ínstar e mortalidade corrigida (M%) em 4, 24, 72, 120, 168 horas após o tratamento (HAT) via contato residual com inseticidas. 62

Tabela 10 Número médio (X±EP) de lagartas de *Anticarsia gemma* de 2° ínstar e mortalidade corrigida (M%) em 4, 24, 72, 1 168 horas após o tratamento (HAT) via contato direto inseticidas. .....

Tabela 11 Número médio (X±EP) de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* de 5° ínstar e mortalidade corrigida (M%) em 4, 24, 72, 120,

168 horas após o tratamento (HAT) via contato direto com inseticidas. 66
Tabela 12 Duração (dias) das fases de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com as cultivares de milho AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* em laboratório. 72
Tabela 13 Viabilidade (%) das fases desenvolvimento da *Spodoptera frugiperda* alimentadas com as cultivares de milho AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* em laboratório. 73
Tabela 14 Peso (mg) (+ EP) de lagartas e pupas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com as cultivares AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* em laboratório. 75
Tabela 15 Taxa líquida de reprodução (Ro), duração média de uma geração (T), capacidade inata de aumentar em número (rm) e razão finita de aumento (λ) de *Spodoptera frugiperda*, com as cultivares de milho AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* em laboratório. 76
Tabela 16 Resumo de análise de variância do controle químico de Spodoptera frugiperda na cultura do milho. 78
Tabela 17 Porcentagem total de plantas de milho convencional AG 9045 e aisolinha *Bt* AG 9045 PRO2 atacadas por *Spodoptera frugiperda* a campo na safra 2014/2015. 78
Tabela 18 Porcentagem de plantas de milho convencional AG 9045 e a isolinha *Bt* AG 9045 PRO2 atacadas por *Spodoptera frugiperda* a campo submetidas ao controle químico na safra 2014/2015. 78
Tabela 19 Resumo da análise de variância do controle químico de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. 80
Tabela 20 Porcentagem de plantas de milho convencional AG 9045 e a isolinha *Bt* AG 9045 PRO2 atacadas por *Spodoptera frugiperda* a campo na safra 2015/2016. 81
Tabela 21 Porcentagem de plantas de milho convencional AG 9045 e a isolinha *Bt* AG 9045 PRO2 atacadas por *Spodoptera frugiperda* a campo submetidas ao controle químico na safra 2015/2016. 81
Tabela 22 Resumo da análise de variância para as características: diâmetro de espiga (DE), comprimento da espiga (CE), fileira de grãos (FG), grãos por fileira (GF), diâmetro do sabugo (DS) e peso de mil grãos (PM). 85
Tabela 23 Médias dos componentes do rendimento das cultivares AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*, submetidas a diferentes tratamentos com inseticidas. 86
Tabela 24 Resumo da análise de variância do controle químico de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. 87

Tabela 25 Produtividade (Kg ha^{-1}) entre as cultivares AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt.* 87
Tabela 26 Produtividade Kg ha^{-1} para as cultivares BMX Potência - D (RR1 6.7), BMX Vanguarda (IPRO 6.0) e BMX Ponta - I (IPRO 6.6) na safra de 2015/2016. 101
Tabela 27 Custo padrão de insumos e serviços na implantação da cultura do milho com as cultivares AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* em Capão do Leão, RS. 113
Tabela 28 Avaliação econômica da cultura do milho na safra de 2015/2016. 115
Tabela 29 Custo padrão de insumos e serviços na implantação da cultura da soja com as cultivares convencional e transgênicas em Capão do Leão, RS. 117
Tabela 30 Avaliação econômica da cultura da soja na safra de 2015/2016. 118

Sumário

1 Introdução 17

2 Revisão de Literatura 19

2.1 Cultura do Milho (*Zea mays* L.)..... 19

2.1.1 *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)... 23

2.2 Cultura da Soja (*Glycine max* Linnaeus)..... 24

2.2.1 *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae).. 26

2.2.2 *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) 27

2.2.3 *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) .. 28

2.2.4 *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae)..... 29

2.2.5 *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) .. 30

2.2.6 *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) 31

2.3 Controle Químico..... 32

3 Materiais e Métodos..... 36

3.1 Experimentos em Laboratório 36

3.1.1 Bioensaio com inseticidas em lagartas de *Spodoptera frugiperda* e *Anticarsia gemmatalis* 36

3.1.1.1 Bioensaio de contato residual 38

3.1.1.2 Bioensaio de contato direto..... 38

3.1.1.3 Delineamento Experimental 39

3.1.2 Biologia de *Spodoptera frugiperda* em cultivares de milho AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*..... 39

3.2 Experimentos em campo.....

3.2.1 Controle químico de *Spodoptera frugipeda* em cultiva milho AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*..... 42

3.2.2.1 Componentes do rendimento 45

3.2.2 Ocorrência de insetos em cultivares de soja 46

3.2.2.1 Avaliação da produtividade 46

3.2.3 Análise econômica 47

3.2.4 Monitoramento de adultos de Spodoptera frugiperda e Helicoverpa armigera 49

4 Resultados e Discussão..... 50

4.1 Bioensaio com inseticidas em lagartas de *Spodoptera frugiperda* 50

4.1.1 Bioensaio de contato residual 50

4.1.2 Bioensaio de contato direto 55

4.2 Bioensaio com inseticidas em lagartas de *Anticarsia gemmatalis* .. 59

4.2.1 Bioensaio de contato residual 59

4.2.2 Bioensaio de Contato Direto 63

4.3 Biologia de *Spodoptera frugiperda* em cultivares de milho convencional AG 9045 e a isolinha *Bt* AG 9045 PRO2 67

4.4 Experimentos em campo..... 77

4.4.1 Controle químico de *Spodoptera frugiperda* em cultivares de milho AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*..... 77

4.4.1.1 Safra 2014/2015 77

4.4.1.2 Safra 2015/2016 80

4.4.1.3 Componentes do Rendimento 83

4.4.2 Ocorrência de insetos em soja RR e RR 2..... 88

4.4.2.1 Safra 2014/2015 88

4.4.2.2 Safra 2015/2016 96

4.4.2.3 Avaliação da produtividade 100

4.4.3 Monitoramento de adultos de *Spodoptera frugiperda*.....

4.4.4 Monitoramento de adultos de *Helicoverpa armigera*.....

4.4.5 Análise econômica 112

4.4.5.1 Milho..... 112

4.4.5.2 Soja 116

5 Considerações Finais 119

Referências Bibliográficas 120

1 Introdução

O forte investimento em uma agricultura baseada em ciência permitiu ao Brasil progredir no desenvolvimento de sistemas produtivos agropecuários, que responderam a contextos nacionais e internacionais, cada vez mais dinâmicos e competitivos (MARTHA et al., 2014).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) (2016), a estimativa no estado do Rio Grande do Sul para a safra 2015/2016 é 7.160 kg ha^{-1} e 2.970 kg ha^{-1} para milho (*Zea mays* L.) e soja (*Glycine max* L.), repectivamente, significando um aumento de 24,5 e 6,1% para ambas culturas.

O Rio Grande do Sul é o estado mais meridional do Brasil, possui um relevo suave, formado de planaltos e planícies, que devido às condições de clima temperado e solo, favorece tanto a formação de matas quanto a de campos (MOREIRA, 2007).

Os agroecossistemas de terras baixas no Brasil, basicamente, caracterizam-se por dois aspectos, a fragilidade ambiental devido à ampla biodiversidade e a proximidade de corpos de água. No Litoral Sul, predominam os solos hidromórficos, rasos, com horizonte B impermeável e campos naturais limpos e planos (MOHRDIECK, 1993; MAIA; PRIMO, 1995).

Entre as unidades da federação, o Rio Grande do Sul, é atualmente o quarto produtor de milho em grão do Brasil, superado pelos estados do Paraná, Mato Grosso e Minas Gerais (IBGE, 2016).

O Estado é desenvolvido na área industrial, mas tem uma economia dependente da agricultura (ROSSETI, 2000). Contudo, enfrenta dificuldades devido a grandes incidências de insetos-pragas que acabam atacando as culturas. O resultado disso é a redução da produção, aumento do custo e limitação da competitividade no mercado. De acordo com Estruch et al. (2008) os insetos têm sido uma das maiores causas de danos na produção de alimentos sendo estas perdas da ordem de 20 a 30% da produção mundial.

Na cultura do milho *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) conhecida como lagarta-do-cartucho é considerada a principal praga, atacando todo o ciclo de desenvolvimento. Embora esta espécie tem preferência pelo cartucho da planta, pode ocorrer desde a emergência até o pendoamento, todavia, quando o ataque ocorre no início de desenvolvimento

da cultura, a lagarta pode perfurar a base da planta, atingindo o ponto de crescimento e provocando a morte (CRUZ, 2016).

Na cultura da soja, o Rio Grande do Sul é atualmente o terceiro maior produtor do Brasil, superado apenas pelos estados de Mato Grosso e Paraná (IBGE, 2016).

As principais espécies de insetos-pragas que atacam a cultura da soja são as lagartas desfolhadoras *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Helicoverpa* spp. causando danos tanto na parte foliar quanto nas reprodutivas. E como sugadores, temos os percevejos *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae), *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae), *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) que causam danos diretos atacando os grãos (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

As cultivares melhoradas, portadoras de genes capazes de expressar alta produtividade, ampla adaptação e boa resistência/tolerância a fatores bióticos ou abióticos adversos representam usualmente a contribuição mais significativa à eficiência do setor produtivo. No entanto, as cultivares têm uma faixa limitada de adaptação de acordo com a região do cultivo (BUENO et al., 2010).

Para realização do controle dessas pragas deve-se utilizar os princípios do Manejo Integrado de Pragas (MIP) que é o sistema que no contexto associa o ambiente e a dinâmica populacional da espécie, utilizando técnicas apropriadas e métodos de forma tão compatível quanto possível e mantém a população da praga em níveis abaixo daqueles capazes de causar dano econômico (CRUZ, 2016).

O monitoramento é o primeiro passo para se praticar o MIP. Recomenda-se iniciar o monitoramento mesmo antes de se iniciar o plantio (WAQUIL et al., 2010). A partir disso, aplicam-se métodos de controle, onde o químico atualmente representa preocupação crescente pela sociedade, que tem cada vez mais buscado a seletividade de produtos. O uso de cultivares resistentes a pragas, doenças e condições adversas do ambiente é outra estratégia ideal do ponto de vista econômico e de preservação do meio ambiente (FANCELLI, 2003).

Diante a temática exposta, o objetivo do presente trabalho foi determinar o potencial de cultivares resistentes a insetos-pragas de milho convencional AG 9045 e *Bt* AG 9045 PRO2 e soja BMX Pontencia convencional e suas isolinhas *Bt* BMX Vangurada e BMX Ponta, para a redução da quantidade de aplicações de inseticidas e consequentemente minimização do impacto em espécies alvo.

2 Revisão de Literatura

2.1 Cultura do Milho (*Zea mays* L.)

O milho é um cereal que pertence à família Poaceae, subfamília Panicoidea, gênero Zea e da espécie *Zea mays* L. o ancestral conhecido é o teosinto: *Zea mays mexicana* (BORÉM, 2005).

Esta espécie possui um metabolismo fotossintético C_4, caracterizado por um mecanismo de concentração de CO_2 no sítio ativo da ribulose-bifosfato-carboxilase-oxigenase (Rubisco) do ciclo de Calvim e Berson, onde mantém alta razão CO_2/O_2 e elimina a fotorrespiração (EHLERINGER et al., 1997). Dentro dos três subgrupos de plantas C4, o milho pertence àquele que resulta em maior eficiência de uso da radiação solar, que isso é atribuído à anatomia das plantas, consequentemente, resulta em alta produtividade (HATTERSLEY, 1984; BERGAMASCHI et al., 2002).

Com a seleção de características desejáveis e cruzamentos entre espécies de milho o resultado geral da seleção e da domesticação foi uma planta anual, robusta e reta, adaptada a diferentes regiões do Brasil, com o intuito de produzir grãos, volumoso a animais, alimentação humana e produção de energia em forma de bicombustível (EMBRAPA, 2002; SANTOS, 2012).

No estado do Rio Grande do Sul a cultura do milho assume cada vez mais importância pela rotação e diversificação de culturas, sustentabilidade das propriedades, e pelo Estado ser um grande produtor de carne e leite. Com isso, o milho entra como o principal insumo, com importância estratégica nas propriedades, principalmente dos agricultores familiares onde a cultura faz parte do cotidiano. O desenvolvimento e a sustentabilidade da agricultura familiar no Estado tem interligação direta com o avanço e a consolidação da cultura (RUGERI; MACHADO, 2011; REUNIÃO, 2013).

Dentro dos fatores que prejudicam a produção do milho, os insetos possuem um grande destaque. No milho *S. frugiperda* é conhecida como lagarta-do-cartucho e alimenta-se praticamente em todas as fases de desenvolvimento da cultura, embora tenha preferência por cartuchos de plantas jovens. Os prejuízos na produção de grãos em regiões tropicais atingem 34% em casos severos, variando de acordo com a fase de desenvolvimento da planta, com o tipo de cultivar utilizada, local de plantio e mesmo entre áreas adjacentes, de acordo com as práticas agronômicas adotadas (CRUZ, 1995).

Segundo Cruz (2014) aspectos relacionados às características da cultivar, tais como potencial produtivo, resistência a doenças, a pragas e adequação ao sistema de produção em uso e às condições edafoclimáticas deverão ser levados em consideração, para que a lavoura se torne mais competitiva.

Com avanço da biotecnologia em 1981, novas perspectivas foram vislumbradas, entre elas a possibilidade de introduzir os genes *Bt* codificadores das toxinas nos genomas dos vegetais (SCHNEPF; WHITELEY, 1981; MAAGD et al., 1999). Nos Estados Unidos, o primeiro milho geneticamente modificado, expressando a proteína Cry1Ab de *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), foi introduzido comercialmente em 1996, o qual vem sendo utilizado, com sucesso no país, uma vez que as proteínas são produzidas continuamente nos tecidos da planta e protegidas contra a degradação por fatores ambientais (SIEGFRIED, 2007; SOBERÓN et al., 2009).

No Brasil as primeiras pesquisas com milho transgênico foram feitas em 1997 pela Syngenta, com o milho *Bt* 11 (Syngenta, 2010). Somente em 2007 ocorreu a liberação comercial de três eventos de milho: LibertyLink® com tolerância ao glufosinato de amônia; YeldGard® (Mon 810 - Cry1Ab); e *Bt* 11(Syngenta - Cry1Ab PAT), sendo estes dois últimos com gene *Bt* para resistência a insetos da ordem Lepidoptera.

Entretanto, essa decisão ficou sob efeito de uma liminar suspensiva até a decisão do Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS) pela liberação, ratificação a decisão da CTNBio. Assim em fevereiro de 2008 o Registro Nacional de Cultivares passou a aceitar registro de cultivares de milho *Bt,* resultando na liberação do cultivo comercial, surgindo uma nova ferramenta eficiente e segura para a proteção das plantas (WAQUIL et al., 2008).

Hoje, no Brasil, estão liberados para a comercialização eventos que expressam diferentes toxinas em milho resistentes a insetos, além da combinação desses eventos com outros de tolerância a herbicidas. No registro das empresas, as pragas-alvo incluem três espécies: *S. frugiperda*, *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera, Noctuidae) e *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepicoptera, Crambidae). Contudo, há dados na literatura indicando também a atividade dessas toxinas sobre *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae) (MENDES; WAQUIL, 2009).

O uso de variedades resistentes a insetos-pragas é provavelmente o método mais desejável e ecologicamente adequado para seu controle por manter a população desses insetos abaixo do nível de dano econômico, sem causar danos ou distúrbios ao meio ambiente e, ainda, sem trazer ônus adicional ao agricultor. Além disso, a facilidade de utilização, a não interferência nas demais práticas culturais e o fato de normalmente apresentar compatibilidade em outros métodos de controle, torna esta técnica adequada para ser incorporada em programas de manejo integrado de pragas (VENDRAMIM; NISHIKAWA, 2001).

Mendes; Waquil (2009) avaliando as respostas da lagarta-do-cartucho a milho geneticamente modificado expressando a toxina Cry1Ab, determinou que as lagartas alimentadas com as cultivares DKB 330 YG, AG 9010 YG, DKB 350 YG, DKB 390 YG, P 30K75 YG, P 30F80 YG apresentaram a sobrevivência da fase larval menor que os híbridos de millho isogênicos não *Bt*, comprovando a eficiência da tecnologia.

A utilização de cultivares *Bt* tem como vantagem alta especificidade das toxinas que resulta em seletividade, não agindo espécies não-alvo como inimigos naturais, minimizando a poluição do meio ambiente (CARNEIRO et al., 2009).

No entanto, a grande disponibilidade de materiais de milho levou a um cultivo intensivo, que acabou por contribuir para a evolução da resistência de *S. frugiperda* a estas tecnologias, principalmente as tecnologias *Bt* que expressam as proteínas Cry1F e Cry1Ab (FARIAS et al., 2016; OMOTO et al., 2016).

No entanto, como qualquer tática de controle, o potencial para o uso a longo prazo, de culturas transgênicas pode ser limitado sem a implementação de adequado manejo de resistência, assim algumas premissas precisam ser

respeitadas, como adoção de área de refúgio, monitoramento frequente das lavouras para evitar ou retardar a seleção de lagartas resistentes às toxinas *Bt* e avaliação da eficiência do milho na redução da população de lagartas. Além do acompanhamento da população das lagartas e dos danos foliares causados no milho, é importante conhecer a distribuição dos adultos durante a safra, para que se possa compreender o movimento e dispersão das mariposas e prever infestações nas áreas de produção de milho (WAQUIL, 2003; MARRUCCI, 2010).

Além disso, o uso dessa tecnologia não exime o agricultor de aplicar inseticida de forma complementar em sua lavoura. Em regiões com alta infestação de lagartas de *S. frugiperda*, onde se atinge com frequência o nível de controle, recomenda-se o uso de inseticidas registrados para a cultura do milho, como medida adicional. Caso não se adote o controle com inseticidas, poderão ocorrer injúrias severas nas plantas e, consequentemente, dano econômico na lavoura (CRUZ, 2002; PEREIRA, 2008).

Atualmente outra possibilidade vem sendo incorporada, o uso de pirâmides de genes, ou seja, usar a expressão de mais de uma toxina numa mesma cultivar. A base dessa estratégia é, algumas vezes, mencionada como “morte redundante”, isso porque os insetos adaptados a uma proteína morrem devido à segunda proteína e um inseto suscetível “morre duas vezes” (GOULD, 1998).

A primeira planta liberada, no Brasil, expressando mais de uma proteína, foi em outubro de 2009, o evento MON89034, que expressa às proteínas Cry1A105 e Cry2Ab2. A partir deste momento, observa-se uma tendência da indústria de sementes em produzir variedades que expressem mais de uma proteína *Bt*, adotando essa estratégia como uma das principais para o manejo da resistência no Brasil (LEITE et al., 2011).

Cruz et al. (2014) destaca ainda que nos anos de 2013/2014, foram disponibilizadas 467 cultivares de milho, sendo 253 cultivares *Bt* e 214 cultivares convencionais. Atualmente no Brasil estão disponíveis 12 eventos de milho transgênico: Yieldgard® (Cry1Ab), Agrisure TL® (Cry1Ab), Herculex® (Cry1F), Viptera™ (Vip3Aa20), VT PRO™ (Cry1A.105+Cry2Ab2), PowerCore™; VT Pro Max® (Cry1A.105+Cry1F+Cry2Ab2), Viptera 3®

(Cry1A.105+Cry2Ab2+Cry3Bb1), Herculex® Xtra (Cry1F+Cry34Ab1+Cry35Ab1) e Leptra® (Cry1Ab+Cry1F+Vip3Aa20) (CTNBio, 2017).

2.1.1 *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)

Reconhecida como inseto-praga do milho em 1797, na Geórgia, Estados Unidos, a lagarta-do-cartucho pode ser encontrada nas Américas e em algumas ilhas a oeste da Índia. Na região de Dali, as mariposas se deslocam durante épocas quentes, podendo migrar a grandes distâncias, atingindo as regiões ao norte do país até o Canadá. No Brasil, em função do clima favorável e oferta de alimento todo o ano, a distribuição é geral em todas as regiões do território nacional (CRUZ, 1995; POGUE, 2002).

É um inseto polífago, ou seja, se alimenta de uma grande quantidade de plantas com preferência pela cultura do milho (METCALF et al., 1962; LABRADOR, 1967). *S. frugiperda* utiliza vários hospedeiros alternativos como alcachofra (*Cynara scolymus* L.), alface (*Lactuca sativa* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), citrus (*Citrus* spp.) serralha (*Sonchus oleraceus* Linn.), seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell) trevo (*Trifolium* sp.) (LUCCHINI, 1977; SILVA et al., 1982).

Em condições de temperatura média de 25 °C, épocas secas e boa umidade relativa, a fêmea adulta coloca ovos nas folhas do milho na parte abaxial de forma aglomerada e em camadas. Logo após, as lagartas eclodem e as larvas consideradas de primeiro instar iniciam alimentação nas folhas e posteriormente se deslocam para o cartucho da planta, deixando a epiderme membranosa, causando o sintoma conhecido como “folhas raspadas”, sendo esta a indicação da presença de lagartas jovens na planta, uma vez que poucos lepidópteros tem o mesmo hábito alimentar (LUNGINBILL, 1928; ETCHEVERRY, 1957; CRUZ, 1995).

A partir do terceiro instar a lagarta-do-cartucho começa a fazer buracos na folha e quando atinge aproximadamente, quarto e quinto instar pode destruir completamente plantas pequenas. No quinto e sexto instar pode causar danos maiores como alimentar-se do colmo, semelhante o dano causado pela broca da cana de açúcar *Diatraea* spp., proporcionando a quebra do colmo ou seccionando a planta na base, sintoma semelhante ao dano causado pela

lagarta da rosca *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1766) (Lepidoptera: Noctuidae) (CRUZ, 1995).

O ciclo biológico de *S. frugiperda* em dieta artificial a base de germe de trigo foi de aproximadamente 48,6 dias, destes 23,7 representa a fase de lagarta resultados encontrados por Salvadori; Rumiatto (1982). Rosa et al. (2012) em um estudo com linhagens de milho encontrou 45,7 dias para a linhagem M89374 e 21,2 dias para M89611 com duração da fase de lagarta de 21,7 e 10,7 dias.

2.2 Cultura da Soja (*Glycine max* Linnaeus)

A soja (*Glycine max* Linnaeus) possui o centro de origem no continente asiático, sendo uma dicotiledônea da família das leguminosas e subfamília Papilionoidea (CÂMARA, 2011).

A cultura é classificada como planta de dias curtos, mas com variabilidade genética de respostas as condições fotoperiódicas. As diversas cultivares convencionais, na grande maioria, é altamente sensível a diferenças entre latitudes ou épocas de semeadura devida a respostas na variação do fotoperíodo. Sendo uma planta C_3 onde a via tem o início com um composto de 3 carbonos. Plantas com mecanismo fotossiténtico deste modo têm a capacidade maior de perda água pelos estômatos e menor aproveitamento do CO_2 em relação a plantas C_4 (HARTWIG; KIIHL, 1979).

Com a chegada da soja no Brasil, até a década de 1960 se restringiu o cultivo nas áreas marginais do País, desta forma praticamente o estado do Rio Grande do Sul detinha a cultura. A implantação de programas de melhoramento de soja no Brasil possibilitou a evolução para as regiões de baixas latitudes, por meio do desenvolvimento de cultivares mais adaptadas, através da incorporação de genes que atrasam o florescimento, mesmo em condições de fotoperíodo indutor, possibilitando a característica de período juvenil longo. Desta forma foi possível à expansão da cultura em nível significativo em Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Goiás (KIIHL; GARCIA, 1989; ALLIPRANDINI et al., 1993).

Os fatores da expansão da cultura da soja no Rio Grande do Sul se devem ao aproveitamento das terras cultivadas com trigo, facilidade de mecanização e crescimento da população que diretamente aumenta a

demanda de alimentos. Sendo assim o complexo da soja, isto é, grão, óleo e farelo, constitui uma das mais importantes commodities nacionais, contribuindo significativamente no produto interno bruto nacional (CÂMARA, 2011).

Como qualquer cultura a grande dificuldade para se produzir é devido a infestação de insetos, as quais podem ocorrer durante todo o ciclo da cultura da soja. Como destaque, as lagartas desfolhadoras como *A. gemmatalis* e *C. includens* que acabam provocando a redução da área foliar fotossintética e ocorrem durante todo o desenvolvimento da planta.

Conforme ocorre o desenvolvimento da cultura outros insetos acabam surgindo, como percevejos fitófagos que alimentam dos grãos, afetando o rendimento e a qualidade, pois causam murcha e má formação dos grãos e vagens (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; FREITAS, 2011).

A possibilidade de se utilizar plantas geneticamente modificadas com genes que conferem resistência aos insetos-praga passou a ser levado em consideração no ano de 1981, onde a partir da bactéria *Escherichia coli* foi possível clonar e purificar a toxina de resistência denominada delta endotoxina (*Bt*) (SCHNEPF; WHITELEY, 1981).

Para a cultura da soja, a polêmica veio à tona em 1997, com o lançamento da soja Roundup Ready (RR) (Monsanto). A soja *Bt* é um exemplo de um organismo que sofreu mudanças genéticas, onde foram inseridos genes de outros seres vivos que não são de sua própria espécie (LEITÃO et al., 2010)

Atualmente está disponível o evento MON 87701 (Cry1Ac) X MON 89788 (cp4 epsps) que confere tolerância ao glifosato para manejo de ervas daninhas que competem com a cultura, e também, apresenta um controle contra as principais lagartas através da inserção do gene *Bt*, sendo elas a lagarta-da-soja (*A. gemmatalis*), lagarta-falsa-medideira (*C. includens*), lagarta-das-maçãs [(*Heliothis virescens*) (Fabrícius, 1781) (Lepidoptera: Noctuidae)] e a broca-das-axilas [(*Crocidosema aporema*) (Walsingham, 1914) (Lepidoptera: Tortricidae)], além de supressão às lagartas do tipo elasmo (*E. lignosellus*) e Helicoverpa (*H. zea* e *Helicoverpa armigera* (Hunber, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae)) (BERNARDI et al., 2012; CTNBio, 2017).

Fazam et al. (2017) realizaram experimentos para observar o efeito da soja *Bt* sobre a frequência e densidade populacional de pragas com as cultivares não-transgênica (BRS 284) e duas linhagens transgênicas RR e *Bt*

RR2. Como resultados no genótipo *Bt* RR2, a densidade de *A. gemmatalis* e *C. includens* foi reduzida em relação à média dos genótipos não-transgênicos, já que a planta apresenta o gene Cry1Ac que codifica toxina letal para estas lagartas. Afirma ainda que, a alteração da planta de soja, com a introdução de genes de *Bt* pode causar modificação nas interações planta/inseto. No caso da soja *Bt*, este impacto pode ser benéfico, desde que a tecnologia seja acompanhada ao uso racional de inseticidas.

Estudando em laboratório a eficiência de eventos transgênicos de resistência a insetos em soja com 10 linhagens com a tecnologia INTACTA RR2 PRO^{TM} e testemunha CD237 RR, Bedin et al. (2015) teve como conclusão que as melhores notas obtidas, em todas as repetições, foram menores ou igual a 1 (menor ou igual a 5% de dano foliar) (Escala de notas baseado em percentual de dano de disco foliar de soja pela infestação das lagartas)(BERNARDI, 2012), sendo assim todos os tratamentos contendo a proteína Cry1Ac foram classificados como resistentes para a *A. gemmatalis* e *C. includens.* Bernardi (2012) afirma que este alto grau de controle de *A. gemmatalis* e *C. includens* é devido à expressão de alta dose da proteína Cry1Ac ser em níveis elevados durante todo o desenvolvimento da planta, alta dose.

Contudo, deve-se utilizar a tecnologia de forma consciente para não provocar o surgimento de insetos resistentes, com um monitoramento continuo na área plantada (CÂMARA, 2011).

A evolução da resistência às toxinas *Bt* é devido a diversos fatores relacionados entre si, dentre eles o material genético da planta transgênica, biologia, ecologia e genética da praga, manejo da cultura, ambiente de cultivo, elevada pressão de seleção, alta polifagia e dispersão de indivíduos heterogênios (MAIA, 2005).

2.2.1 *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae)

É considerada uma das principais pragas da soja no Hemisfério Ocidental (TURNIPSEED; KOGAN, 1976; HERZOG; TODD, 1980). Encontrada em todos os locais de cultivo da soja, as lagartas se alimentam tanto do limbo foliar como das nervuras (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; LOURENÇÃO et al., 2010).

A ocorrência mesmo em baixas populações pode proporcionar danos sérios à cultura da soja, resultando desde desfolhamento até destruição completa da planta. A desfolha sequencial nos estágios vegetativo e reprodutivo reduz drasticamente a produtividade, proporcionando perdas de aproximadamente 10,7 sacos ha^{-1} (SILVA et al., 2002; REICHERT; COSTA, 2003).

A mariposa possui coloração cinza, marrom ou bege e apresenta na maioria das vezes listras transversal escura ao longo das asas, unindo as extremidades do primeiro par de asas.

A oviposição ocorre à noite, os ovos são colocados na parte abaxial da folha e de forma isolada. Depois de 3 dias as lagartas eclodem e começam causar injúrias as plantas.

Uma característica é a de “medir palmos”, podendo ser confundida com a falsa medideira. Somente no terceiro instar que *A. gemmatalis* consegue perfurar a folha, com duração da fase de lagarta de 12 a 15 dias.

Esta lagarta pode consumir cerca de 100 a 150 cm^2 de área foliar; e cerca de 96% desse consumo ocorre nos quarto ao sexto instar larval (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

2.2.2 *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae)

A distribuição desse inseto é restrita ao hemisfério ocidental, com frequência desde o norte dos Estados Unidos até o sul da America do Sul. Poder ser encontrada em diversas regiões produtores de soja, podendo ocorrer simultaneamente ou mais tardia em relação às populações da lagarta-da-soja, *A. gemmatalis* (KOGAN, 1981; ALFORD; HAMOND, 1982; MORAES et al., 1991; PAPA; CELOTO, 2007).

No Brasil, surtos de *C. includens* são detectados com frequência na Bahia, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, mas ainda faltam estudos sobre a mobilidade deste inseto nas condições tropicais, plantas hospedeiras e locais que habita durante a entressafra da soja (BERCELLINI; MALACALZA, 1994).

A lagarta falsa medideira é um inseto-praga polífago com a capacidade de se desenvolver em 73 plantas hospedeiras no Brasil, pertencentes a 29 famílias. *C. includens* foi relatada consumindo batata-doce (*Ipomoea batatas*

(L.) Lam.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), fumo (*Nicotiana tabacum* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), repolho (*Brassica oleracea* L.) e quiabo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) (BOTTIMER, 1926; FOLSOM, 1936; WOLCOTT, 1936).

Os adultos de *C. includens* apresentam coloração marrom-acizentado, com duas manchas prateadas no primeiro par de asas. O acasalamento e oviposição ocorre a noite e a fêmea pode produzir até 600 ovos.

O ciclo de vida da falsa-medideira pode durar aproximadamente 15 dias e, durante esse período, pode consumir até 200 cm² de área foliar da soja.

Uma característica que a separa da lagarta *A. gemmatalis* é devido à forma da desfolha. *C. includens* não consome nervuras e as folhas das plantas apresentam um aspecto de rendilhado ao contrário de *A. gemmatalis* que consome toda a folha (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

2.2.3 *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae)

Possui ampla distribuição geográfica pelo mundo, sendo registrada em grande parte da Europa, Ásia, África, Austrália e Oceania (ZALUCKI et al., 1986; GUO, 1997; GUOQING et al., 2001). No continente americano, *H. armigera* não havia sido relatada até 2013, quando a ocorrência foi registrada em várias regiões agrícolas do Brasil (CZEPAK et al., 2013a; SPECHT et al., 2013).

H. armigera é uma espécie que ataca principalmente as estruturas reprodutivas das plantas. É um inseto extremamente agressivo, que costuma estar posicionado nas flores e vagens da soja e se multiplicam muito rápido. Em campo devido a semelhaça entre as mariposas de *H. armigera* e *H. zea* a identificação se torna difícil (não ataca soja). Onde para a diferenciação das espécies é necessário retirar a genitália e observar se na base da vesica apresenta 3 lóbuos para *H. zea* e um lóbulo para *H. armigera* (CZEPARK, 2013, EMBRAPA, 2016a).

Considerada uma espécie polífaga, ou seja, tem a capacidade de se desenvolver em várias plantas hospedeiras. As lagartas têm sido registradas se alimentando e/ou causando danos em mais de 100 espécies de plantas, sejam elas cultivadas ou não, compreendendo cerca de 45 famílias, incluindo

Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae e Solanaceae (PAWAR et al., 1986; FITT,1989; POGUE, 2004; ALI; CHOUDHURY, 2009).

As fêmeas se reproduzem e ovipositam normalmente no período noturno e colocam ovos de forma isolada ou em pequenos agrupamentos preferencialmente na face adaxial das folhas ou sobre os talos, flores, frutos e brotações. Possuem grande capacidade de dispersão, podendo nesta fase migrar a uma distância de até 1.000 Km (PEDGLEY, 1985; MENSAH, 1996).

Associado ao fato da dispersão, este inseto também apresenta alta capacidade de sobrevivência em ambientais extremos, tais como excesso de calor, frio ou seca, sendo possível ter várias gerações ao longo do ano, uma vez que o ciclo de ovo a adulto pode ser completado dentro de 28 a 35 dias (FITT, 1989).

2.2.4 *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae)

O percevejo verde é considerado uma das principais pragas sugadoras da soja nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Goiás. *N. viridula* é um inseto fitófago, cosmopolita, presente nos continentes asiático, europeu e oceania. Na America, encontra-se desde os Estados Unidos até o Rio Colorado, na Argentina. Tem uma grande capacidade adaptativa, sendo encontrada em plantas silvestres e cultivadas, dentro das famílias das leguminosas, crucíferas, solenáceas e outras (RIZZO, 1979; PANIZZI; SLANSKY, 1985; SOARES, 2007).

Os adultos medem aproximadamente de 10-17 mm e possuem cor predominantemente verde, com exceção dos que estão em fase de hibernação que ficam amarelados. A parte ventral é verde mais claro, e as antenas são avermelhadas. Fêmeas fazem posturas agrupadas com aproximadamente 200 ovos, depositando na parte inferior das folhas ou nas partes mais abrigadas das plantas (RIZZO, 1968).

A longevidade de ambos os sexos é de 117 dias divididos em 5 estádios ninfais. No primeiro e segundo instar, praticamente não causam injúrias à cultura permanecendo até o terceiro instar, quando começam a causar danos às plantas. A partir do terceiro instar começam a se alimentar dos grãos de soja, com intensidade crescente, até o ultimo instar, este período pode durar de 20 a 31 dias (RIZZO, 1968; TODD; HERZOG, 1980; CIVIDANES, 1992).

As sementes de soja danificadas por *N. viridula* são mais suscetíveis ao ataque por insetos de grãos armazenados e apresentam maior incidência de organismos patogênicos em relação a grãos sadios (RAGSDALE et al., 1979; REILLY; TEDDERS, 1989).

2.2.5 *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae)

Considerado uma espécie rara na década de 1970, o percevejo marrom, *E. heros* é atualmente o mais abundante, tendo a cultura da soja como hospedeiro principal. Tem como origem da Região Neotropical, ocorrendo na América do Sul e, possivelmente, no Panamá. Este inseto é adaptado às regiões mais quentes tendo mais abundância do Norte do Estado do Paraná ao Centro Oeste Brasileiro (ROLSTON, 1983; PANIZZI, 2004; CORRÊA-FERREIRA et al., 2010a).

As fêmeas ovipositam nas folhas em massas, com 5 a 7 ovos amarelados. As ninfas recém eclodidas permanecem sobre os ovos e mudam para o segundo instar, quando iniciam o processo de alimentação. No terceiro instar são mais ativas, iniciando sua dispersão, tornando-se mais vorazes. Os adultos apresentam aproximadamente longevidade de 116 dias, podendo viver por mais de 300 dias. O percevejo marrom é encontrado na soja nos meses de novembro a abril, quando produz três gerações (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI,1999).

Após a colheita da cultura da soja, o percevejo *E. heros* se alimenta de várias plantas hospedeiras como amendoim bravo (*Euphorbia heterophylla* L.), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum* DC.), girassol (*Helianthus annuus* L.) e feijão guandu (*Cajanus cajan* L. Millsp.), sendo que nesta ultima planta completa a quarta geração antes de entrar em dormência (diapausa), sob folhas mortas caídas no solo e restos culturais, onde permanecem até a próxima primavera (LINK, 1979; CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1981; LINK; GRAZIA, 1987; MALAGUIDO; PANIZZI, 1998; PANIZZI; OLIVEIRA, 1998; CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI,1999).

Através desta estratégia, o inseto atravessa o período desfavorável (maio a novembro), sem alimentar, vivendo à custa de energia (lipídios) armazenada antes de entrar nesta fase. Com esta estratégia de cessar o desenvolvimento, permite escapar do ataque de parasitóides e predadores na

maior parte do ano, tendo como resultado maior sobrevivência e favorecendo a abundância (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI,1999).

Contudo, apesar de completar menor número de gerações em comparação a outras espécies de pentatomídeos da soja, *E. heros* é a espécie mais abundante, particularmente em regiões com maior temperaturas (CIVIDANES; PARRA, 1994; DEGRANDE; VIVAN, 2005). Corrêa-Ferreira et al. (2010b) ao avaliar parâmetros bioecológicos do percevejo marrom, no período de entressafra as soja, constataram que as altas densidades populacionais desse percevejo observados na fase vegetativa, que podem ser explicadas pelas populações altas e desequilibradas que ocorrem no final do ciclo da soja, em função de praticas inadequadas de manejo, em destaque ao uso abusivo e errôneo de agrotóxicos.

2.2.6 *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae)

O percevejo pequeno verde, *P. guildinii* é nativo da região Neotropical encontrada no sul dos Estados Unidos até a Argentina. Tem ampla distribuição em todas as regiões produtores de soja, e na década de 1970 era pouco encontrado; posteriormente, tornou-se mais comum, ocorrendo desde o Rio Grande do Sul até o Piauí (PANIZZI et al., 2012).

A espécie *P. guildinii* é considerada oligófaga, aparece na soja durante o florescimento, pois está mais adaptado para se alimentar de plantas em florescimento do que outras espécies de pentatomídeos (PANIZZI, 2002). No entanto, nessa fase, anterior à formação das vagens, o ataque de percevejos não causa redução no rendimento e na qualidade das sementes (CORRÊA-FERREIRA, 2003).

O pico populacional desta espécie geralmente atinge mais cedo do que os demais pentatomídeos, porem é no final do enchimento de grãos e na maturação que tende-se aumentar a densidade populacional e causar maiores danos à soja (PANIZZI; SMITH, 1976; CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1982; PACHECO et al., 1999; BELORTE et al., 2003).

Dentre as plantas hospedeiras de *P. guildinii* estão espécies de importância econômica como o feijão, alfafa (*Medicago sativa* L.), ervilha (*Pisum sativum* L.) e, ocasionalmente, em algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e goiaba (*Psidium guajava* L.) (PANIZZI, 2000). Regiões frias como o Rio Grande

do Sul, este percevejo utiliza hospedeiros alternativos como ervilhaca (*Vicia sativa* L.), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e tremoço (*Lupinus* spp.) (SILVA et al., 2006).

Os adultos de *P. guildinii* apresentam a coloração verde clara, podendo tornar amarelada no final da vida do inseto. Os ovos são pretos, em forma de “barril” e colocados em fileiras duplas, tendo em média, de 11 a 15 ovos/postura. São depositados nas vagens, mas podem ser encontrados na face ventral ou dorsal das folhas no caule e nos ramos. As ninfas recém eclodidas possuem comportamento gregário, permanecendo próximas à postura (PANIZZI; SMITH, 1977; PANIZZI et al., 2012).

De acordo com Cividanes (1992) esses percevejos completam o desenvolvimento de ovo a adulto em torno de 24,4 dias, com as durações das fases ninfais variando de 3 (primeiro ínstar) a 6 dias (quinto ínstar).

2.3 Controle Químico

Desde o inicio do século 20, todo o controle de insetos era feito através da utilização de inseticidas químicos. Onde os primeiros produtos registrados para as culturas foram à base de compostos arsênicos, seguindo para organoclorados, organofosfatos, carbamatos e piretróides (FINKLER, 2012). Entretanto, com o seu uso indiscriminado resultou em poluição do meio ambiente, problemas à saúde humana e os alvos biológico acabaram adquirindo resistência a estas substâncias. Com isso, o produtor passou cada vez mais aumentar as doses de aplicação acarretando a eliminação dos inimigos naturais e poluindo ainda mais os agroecossitema (FARIA, 2009; FINKLER, 2012).

A resistência a inseticidas pode ser pensada como um processo de evolução acelerada de uma população que responde a uma intensa pressão seletiva, com a consequente sobrevivência dos indivíduos que possuem alelos que conferem resistência (TAMAI et al., 2009, SILVA, 2012). A resistência é pré-adaptativa, resultado de mutações fortuitas. Assim, um pequeno número de indivíduos possui características que permitem sua sobrevivência sob doses de inseticidas normalmente letais. O próprio inseticida não produz uma mudança genética; seu uso continuado, entretanto, pode selecionar indivíduos resistentes (BROGDON; MCALLISTER, 1998).

Apesar dos vários estudos documentados sobre a resistência, o número de mecanismos envolvidos é bastante pequeno e inclui diminuição da taxa de penetração pela cutícula, detoxificação metabólica aumentada e diminuição da sensibilidade do sítio-alvo. Todos esses mecanismos são inespecíficos e, geralmente, conferem resistência cruzada a outro inseticida estruturalmente relacionado (GODOY; FLAUSINA, 2008, BERNARDI, 2012).

Para a cultura do milho diversos produtos químicos são registrados para o controle de lagartas de *S. frugiperda*, considerada a principal praga da cultura (AGROFIT, 2017). Cruz et al. (1982) avaliando diversos produtos químicos em diferentes formulações e dosagens, visando o controle de *S. frugiperda* em milho, concluíram que dos produtos testados, os inseticidas em formulação granulada, clorpirifos etil, fonofos, metonil, diazinon, decamethrin e carbofuran, foram os mais eficientes (>80), além de proporcionarem um efeito residual pelo menos 5 dias. Os inseticidas permetrina e metomil foram os melhores produtos aplicados por via liquida após as infestações de *S. frugiperda*, porém, apresentaram um curto poder residual.

Estudando a ação do inseticida regulador do crescimento lufenurom e do organofosforado clorpirifós na supressão de populações da lagarta-do-cartucho em Cassilândia e Chapadão do Sul, MS, Toscano et al. (2012) teve como resultado que o inseticida lufenurom foi o que apresentou maior eficiência no controle da lagarta-do-cartucho.

Avaliando o efeito de inseticidas Wangen et al. (2015) em diferentes grupos químicos e mecanismos de ação sobre a população de lagarta-do-cartucho na cultura do milho em Monte Carmelo, MG, concluíram que os inseticidas lambda-cialotrina + chlorantraniliprole, metoxifenozida e cipermetrina reduziram o número de lagartas vivas em relação à testemunha em pelo menos uma avaliação. No entanto, nenhum destes produtos alcançou eficiência mínima de controle de 80%, em nenhuma das avaliações.

Para a cultura da soja Petter et al. (2007) averiguando os efeitos da associação do herbicida glyphosate com 10 inseticidas de diferentes grupos químicos no controle de plantas daninhas e lagarta-da-soja, observou que a adição do glyphosate à calda de aplicação prejudicou a eficiência inicial dos inseticidas methomyl, methamidophos, chlorpyriphos e acephate no controle de *A.gemmatalis*, porém incrementou o controle dessa praga quando associado

aos inseticidas spinosade, lambda-cialotrina e lufenuron. A combinação de glyphosate com os inseticidas methamidophos, chlorpyriphos, lufenuron, triflumuron e spinosad proporcionou os maiores níveis de produtividade de grãos da soja RR®, pois permitui maior sanidade à cultura.

Avaliando a possibilidade de utilizar o vírus de poliedrose nuclear (VPN), *Baculovirus anticarsia*, em mistura com subdosagens de inseticidas químicos no controle da lagarta da soja durante a safra agrícola 1989/1990, em Cruz Alta/RS, Silva (1995) obteve os resultados que o vírus associado a subdosagem de diflubenzurom, clorpirifós, endossulfam, permetrina, profenofós, tiodicarbe e triclorfom foram mais eficientes que quanto os inseticidas sozinhos, nas doses normais. Diflubenzurom, carbaril, clopirifós, profenofós, tiodicarbe e treiclorfom foram melhores para o controle de altas populações da lagarta da soja.

Pesquisando o desempenho de inseticidas autorizados emergencialmente para o controle de *H. armigera* em soja, Kuss et al. (2016) observou flubendiamida, clorantraniliprole, clorfenapir, indoxacarbe e metoxifenozida causaram 100% de mortalidade do 4º instar aos oito dias após o início da exposição, enquanto baculovírus e *B. thuringiensis* propiciaram mortalidade de 60–75%, que evoluiu para 88–90% ao final da fase de pupa. Para o 2º instar, apenas flubendiamida e clorantraniliprole proporcionaram mortalidade de 100%. Flubendiamida, clorantraniliprole e clorfenapir apresentaram o menor tempo letal para o 4º instar, e flubendiamida e clorantraniliprole, para o 2º instar. Após 72 horas da pulverização, o desempenho dos inseticidas foi insatisfatório. Em campo experimentos realizados na região de Lodrina/PR, houve eficiência satisfatória de flubendiamida, espinosade, baculovírus e *Bt* sobre lagartas de 2º e 3º instar.

No momento da colonização dos campos de soja pelos percevejos, período em que estes insetos estão concentrados nas áreas marginais da lavoura, o controle deve ser realizado apenas nas bordaduras. Tem sido observado que, em geral, a eliminação da população inicial nestas áreas é suficiente para manter a cultura com populações reduzidas de percevejos nos períodos críticos de ataque. Contudo vários inseticidas são recomendados para o controle químico dos percevejos. Além da eficiência, é importante o critério da seletividade, ou seja, o efeito do produto sobre os inimigos naturais.

Portanto, na escolha do inseticida deve se dar preferência àqueles que afetam menos as vespinhas, moscas e outros parasitóides e predadores que ocorrem nas lavouras e são importantes no controle das populações dos insetos pragas (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999).

Avaliando a eficiência dos inseticidas imidacloprido + beta-ciflutrina, tiametoxam + cipermetrina e endossulfam, no controle de *N. viridula*, via terrestre e aérea, Maziero (2006) chegou a conclusão que os tratamentos imidacloprido + beta-ciflutrina, tiametoxam + cipermetrina e endossulfam foram mais eficientes no controle de *N. viridula* quando aplicados com atomizadores rotativos de discos, com volume de calda de 5 L ha^{-1} em relação a sua aplicação com bicos hidráulicos com volume de calda de 20 L ha^{-1}.

Degrande et al. (2000) avaliando a eficiência do inseticida acefate aplicado por avião no controle do percevejo *E. heros*, em comparação com endosulfan e metamidofós, tiveram como conclusão que Orthene 750 PS 300, 400 e 500 g ha^{-1} em aplicação aérea foram tão eficientes quanto Thiodan 350 CE (1.250 mL ha^{-1}) e Hamidop 600 (800 mL ha^{-1}), inseticidas tradicionalmente utilizados no controle de adultos e ninfas de *E. heros* na cultura da soja; e que apesar de todos os inseticidas controlarem bem a praga em ambos os estágios, os adultos mostraram ser menos suscetíveis aos inseticidas do que as ninfas.

Experimentos realizado em Maringá/PR, durante o mês de fevereiro de 2003 visando o controle do percevejo *P. guildinii*, na cultura da soja, Alburqueque et al. (2005) constatou-se que thiamethoxam + lambdacyhalothrin (Engeo Maxx: 150, 180, 200 e 250 ml produto comercial $100L^{-1}$ de água) apresentou um bom desempenho no controle de *P. guildinii* até os 10 dias após a aplicação.

Observando a eficiência do inseticida Actara Mix 110 + 220 CE (thiamethoxan + cipermetrina) no controle de percevejos da soja onde efetuaram-se 4 avaliações da incidência de ninfas e adultos das espécies: *N. viridula, P. guildinii* e *E. heros*, sendo a primeira antes das aplicações dos produtos e as demais, 2, 7 e 15 dias após a aplicação, as avaliações realizadas por Ramiro et al. (2005) indicaram que a eficiência dos produtos variou em função das espécies. O inseticida Actara Mix 110 + 220 CE (thiamethoxan +

cipermetrina), na dose de 200 mL é eficiente no controle de *N. viridula* e *P. guildini* e na dose de 100 mL em mistura com sal no controle de *N. viridula.*

3 Materiais e Métodos

3.1 Experimentos em Laboratório

O trabalho foi conduzido no Núcleo de Manejo Integrado de Pragas da Embrapa Clima Temperado (S31°49.268' W52°27.472'), Estação Experimental Terras Baixas, localizado no município do Capão do Leão/RS.

3.1.1 Bioensaio com inseticidas em lagartas de *Spodoptera frugiperda* e *Anticarsia gemmatalis*

As lagartas de *Spodoptera frugiperda* e *Anticarsia gemmatalis* utilizadas foram coletadas no campo na Estação Experimental Terras Baixas (S 31° 49.268' W 52° 27.472'). As lagartas estavam quarta geração, sendo mantidas em tubos de vidro de fundo chato de 2,5 cm de diâmetro x 8,0 cm de altura, esterilizados, preenchido 1/4 de sua capacidade com dieta artificial à base de feijão branco, germe-de-trigo e levedura de cerveja (Walmon Comercial LTDA) (GREENE et al., 1976), tamponados com algodão hidrófugo (PARRA, 2001). Os insetos foram mantidos em sala climatizada a 25±1°C, UR de 70±10% e fotofase de 14h.

Os inseticidas foram estabelecidos de acordo com o modo de ação, como medidas de manejo da resistência, conforme preconizado pelo Comitê de Ação a Resistência a Inseticidas (IRAC-BR, 2016) e registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (AGROFIT, 2017). Utilizou-se oito tratamentos para a *S. frugiperda* (Tabela 1) e para *A. gemmatalis* (Tabela 2), ambos com 5 repetições, sendo cada repetição 5 lagartas, totalizando 25 lagartas por tratamento.

Tabela 1 - Inseticidas utilizados em bioensaios de contato residual e contato direto em lagartas de *Spodoptera frugiperda*.

Nome Comercial	Ingrediente Ativo	Modo de Ação	Dose*	
Premio™	Clorantraniliprole	Moduladores de receptores de rianodina	100	-
Premio™ + Mustang® 350 EC	Clorantraniliprole + Zeta-Cipermetrina	Moduladores de receptores de rianodina + Moduladores de canais de sódio	100	80
Belt®	Flubendiamida	Moduladores de receptores de rianodina	100	-
Belt® + Mustang® 350 EC	Flubendiamida + Zeta-Cipermetrina	Moduladores de receptores de rianodina + Moduladores de canais de sódio	100	80
Pirate®	Clorfenapir	Desacopladores da fosforilação oxidativa via disrupção do gradiente de próton	500	-
Pirate® + Mustang® 350 EC	Clorfenapir + Zeta-Cipermetrina	Desacopladores da fosforilação oxidativa via disrupção do gradiente de próton + Moduladores de canais de sódio	500	80
Mustang® 350 EC	Zeta-Cipermetrina	Moduladores de canais de sódio	80	-
Testemunha	-	-	-	-

*mL ha^{-1}

Tabela 2 - Inseticidas utilizados em bioensaios de contato residual e contato direto em lagartas de *Anticarsia gemmatalis*.

Nome Comercial	Ingrediente Ativo	Modo de Ação	Dose*	
Dipel® WP	*Bacillus thuringiensis*	Disruptores microbianos da membrana do mesêntero	250	-
Dipel® WP + Belt®	*Bacillus thuringiensis* + Clorantraniliprole	Disruptores microbianos da membrana do mesêntero + Moduladores de receptores de rianodina	250	25
Premio®	Clorantraniliprole	Moduladores de receptores de rianodina	10	-
Premio® + Belt®	Clorantraniliprole + Flubendiamida	Moduladores de receptores de rianodina + Moduladores de receptores de rianodina	10	25
Belt®	Flubendiamida	Moduladores de receptores de rianodina	25	-
Belt® + Mustang® 350 EC	Flubendiamida + Zeta-Cipermetrina	Moduladores de receptores de rianodina + Moduladores de canais de sódio	25	50
Mustang® 350 EC	Zeta-Cipermetrina	Moduladores de canais de sódio	50	-
Testemunha	-	-	-	-

* mL ha^{-1} ou kg ha^{-1}

3.1.1.1 Bioensaio de contato residual

Foram utilizadas folhas das cultivares do milho AG 9045 e soja BMX Potência ambas convencionais. Para a obtenção das folhas, utilizou-se casa-de-vegetação onde foram semeadas 3 sementes em cada balde de 20 litros, com o substrato natural (West Garden) (REUNIÃO, 2013; INDICAÇÕES, 2014).

Logo que as plantas de milho e soja atingiram o estágio fenológio V.4 as folhas foram levadas ao laboratório e realizado o corte na forma de discos com um perfurador de aço inox, com diâmetro de 4 cm.

O preparo da calda foi de acordo com as recomendações dos fabricantes de cada produto utilizado.

Posteriormente, cada disco foi imerso na calda inseticida em um becker de vidro de 100 mL com auxílio de uma pinça de aço de ponta grossa por 20 segundos e deixadas durante 30 minutos dentro de bandeja de plástico para secagem do inseticida.

Para os tratamentos que apresentavam mais de um produto, as folhas após imersas no primeiro inseticida, e deixadas 30 minutos sobre uma bandeja para secarem, foram emersas no segundo inseticida e deixadas novamente durante 30 minutos para secagem.

Assim que todas as folhas estavam secas, de acordo com o respectivo tratamento, foram acondicionadas em potes descartáveis de poliestireno com capacidade de 100 mL e inoculadas 5 lagartas provinientes da criação por recipiente.

Os tratamentos foram mantidos em sala climatizada com temperatura de 25±1°C, UR de 70±10% e fotofase de 14h.

Os parâmetros avaliados foram sobrevivecia das lagartas de 2° e 5° ínstares e a mortalidade corrigida (ABBOTT, 1925), durante 4, 24, 72, 120 e 168 horas após o tratamento (HAT). O critério para determinação das lagartas vivas foi quando apresentava movimento dentro dos recipientes.

3.1.1.2 Bioensaio de contato direto

As lagartas provenientes da criação de insetos no 2° e 5° ínstares foram submetidas ao contato direto por pulverização em Torre de Potter (Burkard Scientific Uxbridge, UK), calibrada a pressão de 10 lb pol^{-2}, usando 1 mL de cada por aplicação.

Após a aplicação, as lagartas foram transferidas para potes descartáveis, conforme aos descritos anteriormente, contendo cubos de dieta artificial (GREENE et al., 1976) com o tamanho de 1,5 x 1,5 x 3,0 cm.

Os tratamentos foram mantidos em sala climatizada com temperatura de 25±1°C, UR de 70±10% e fotofase de 14h. Realizou avaliação dos mesmos parâmetros conforme o bioensaio de contato residual.

3.1.1.3 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e as avaliações foram feitas 4, 24, 72, 120, 168 horas após o tratamento (HAT). Os dados não apresentaram distribuição normal, devido a heterogeneidade de variâncias (Teste de Hartley), sendo assim, foram transformados em $\sqrt{x+0{,}5}$ **.**

Os dados foram submetidos à análise de variância (Anova) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância pelo Sisvar programa estatístico (SILVA; AZEVEDO, 2016).

A fórmula de Abbott (1925) foi utilizada para o cálculo da eficiência de controle através da mortalidade corrigida, descrita a seguir:

$$MC\ (\%) = ([MT - Mt] / MT) \times 100$$

Onde:
MC (%) = mortalidade corrigida;
MT (%) = mortalidade testemunha;
Mt (%) = mortalidade tratamento.

3.1.2 Biologia de *Spodoptera frugiperda* em cultivares de milho AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*

Utilizou as duas cultivares de milho, AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* que contém as proteínas Cry1A.105/Cry2Ab2 para estudos de biologia de *Spodoptera frugiperda*.

Foram semeadas 3 sementes, em baldes plásticos com capacidade de 20 litros em casa de vegetação, com substrato natural (West Garden™); a

irrigação foi realizada de acordo com a necessidade da cultura (REUNIÃO, 2013).

Para cada cultivar, convencional e isolinha *Bt*, foram utilizadas 135 lagartas recém-eclodidas que estavam na 5° geração em laboratório.

As lagartas foram individualizadas em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro x 8,0 cm de altura), esterilizados, com 1/2 do seu comprimento preenchido com as cultivares convencional AG 9045 a isolinha *Bt* AG 9045 PRO2.

Em cada tubo foi colocado papel filtro (1,0 x 2,0 cm) umedecido em água destilada e tamponados com algodão hidrófugo (PARRA, 2001). Os tubos foram mantidos em câmara climatizada (25±1°C, UR de 70±10% e fotofase/14h). Diariamente, o alimento nos tubos foi substituído até que as lagartas atingissem a fase de pré-pupa, quando cessou a alimentação.

Na fase de pupa, realizou-se a sexagem (Butt; Cantu, 1962). A pesagem das pupas foi realizada em balança de precisão (Shimadzu – AUW220D) com 4 casas decimais (< 24h de idade), sendo mantidas individualmente em tubos de criação com papel filtro umedecido até a emergência dos adultos.

Os casais de mariposas de *S. frugiperda* que emergiram provenientes de cada tratamento das cultivares convencional AG 9045 e da isolinha *Bt* AG 9045 PRO 2, que apresentaram diferença de até 48 horas de emergência, foram transferidos para gaiolas.

As gaiolas eram de PVC e apresentavam dimensões de 10 cm de diâmetro e 25 cm de altura, coberta interiormente com papel sulfite reciclado, utilizado como substrato de ovposição, a parte superior do recipiente foi fechada com um tecido tipo "*voile*".

Os adultos foram alimentados com solução de mel a 10% fornecidos por capilaridade, através de roletes de algodão hidrófilo mergulhados em recipientes de vidro e trocados a cada dois dias. Os ovos foram retirados diariamente e, com o auxílio de um microscópio estereoscópico (Leica – S8 APO) com aumento de 25 vezes foi realizada a contagem.

Foram analisadas: duração (dias) e viabilidade (%) das fases de ovo, lagarta, pré-pupa, pupa, adulto, oviposição; peso de pupas com 24 horas e a razão sexual. Para a avaliação da fase adulta foi determinada a longevidade e a duração do período de pré-oviposição e fecundidade.

Foi elaborada a tabela de vida e fertilidade segundo Silveira Neto et al. (1976), com os seguintes dados: duração do período de desenvolvimento, viabilidade total, razão sexual, período de pré-oviposição, número de ovos por dia e mortalidade diária de fêmeas e machos. Os parâmetros para a tabela foram intervalo de idade (x), no qual foi tomada a amostra sendo seu valor o ponto médio do intervalo; fertilidade específica (mx) e (lx) taxa de sobrevivência durante o estágio x.

Foram avaliados os parâmetros: taxa líquida de reprodução (Ro), o intervalo de tempo entre cada geração (T), a capacidade inata de aumentar em número (r_m) e o número de indivíduos adicionados à população, por fêmea, por dia, que darão origem a fêmeas (λ).

Para determinação do número de instares foi utilizado o método gráfico, sendo as hipóteses formuladas e testadas no modelo linearizado da regra de Dyar (DYAR, 1890), através do software Mobae (Modelos Bioestatísticos para a Entomologia) (HADDAD et al., 1995).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, considerando-se cada inseto uma repetição.

Devido à heterogeneidade de variâncias (Teste de Hartley), dados de duração e peso de larvas e pupas foram transformados em $\sqrt{x+0{,}5}$. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F), e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste t a 5% de probabilidade pelo Sisvar programa estatístico (SILVA; AZEVEDO, 2016).

3.2 Experimentos em campo

O plantio de milho e soja foi relizado na estação experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado (S 31°49.268’ W52°27.472’), localizada no município do Capão do Leão/RS.

O experimento foi conduzido em área de solo hidromórfico, raso, com horizonte B impermeável. A adubação foi realizada de acordo com analise de solo.

As sementes de milho das cultivares convencional AG 9045 e a isolinha *Bt* AG 9045 PRO2 foram plantadas com auxílio de uma plantadeira Tatu

modelo T2SI de 4 linhas. O espaçamento adotado entre linhas foi de 0,7 metros e comprimento de 5 metros resultando em 6 linhas.

A densidade de plantio utilizada para o milho foi 75 mil plantas ha^{-1} com 4 parcelas por tratamento químico utilizado (Tabela 3).

Para a cultura da soja foi adotado a mesma plantadeira com espaçamento entre linhas de 0,4 metros, comprimento de 5 metros e 6 linhas.

O sistema de irrigação utilizado foi de pivô linear acionado de acordo com a necessidade hídrica de cada cultura.

3.2.1 Controle químico de *Spodoptera frugipeda* em cultivares de milho AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*

Na safra 2014/2015 o milho foi semeado em 29/11/2014 com emergência em 08/12/2015 e, na safra 2015/2016 o plantio foi realizado em 11/12/2015 com emergência em 18/12/2015.

A aplicação do inseticida foi realizada quando atingido o índice de 10% de plantas de milho atacadas por lagartas de *S. frugiperda* (HELLWIG, 2015).

Para isso foi realizado um cálculo a partir do número de plantas com injúrias nas folhas e a quantidade total de plantas na linha, segundo a formula abaixo:

$$PI\ (\%) = (PA \times 100) / PT$$

Onde:
PI (%) = porcentagem de infestação;
PA = número de plantas atacadas;
PT= número total de plantas na fileira avaliada.

A partir dessa avaliação as aplicações foram realizadas com um pulverizador costal pressurizado por CO2 à pressão constante de 2,5 kgf cm^{-2}, equipado com barra de aplicação com uma ponta do tipo leque, modelo Teejet XL 110.02 VS, calibrado para um volume de calda proporcional a 200 L ha^{-1}, sendo aplicados os tratamentos com inseticidas 24 horas após a avaliação em campo.

Registrou-se aplicações nos estágios vegetativos V.3, V.5, V.7, V.9, V.10, e V.11 para a safra de 2014/2015 e V.5, V.9, V.10 para a safra de 2015/2016.

O delineamento foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2 cultivares x 8tratamentos, com 4 repetições. E devido a heterogeneidade das variâncias (Teste de Hartley) os dados foram transformados em $arc\ sen\ \sqrt{p/100}$. Os resultados foram analisados pelo teste Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo Sisvar programa estatístico (SILVA; AZEVEDO, 2016).

Tabela 3 - Tratamentos utilizados no experimento em campo para o controle de *Spodoptera frugiperda* nas safras 2014/2015 e 2015/2016.

Nome Comercial	Ingrediente Ativo	Modo de Ação	*Dose	
Premio ™	Clorantraniliprole	Moduladores de receptores de rianodina	100	-
Premio ™ + Mustang® 350 EC	Clorantraniliprole + Zeta-Cipermetrina	Moduladores de receptores de rianodina + Moduladores de canais de sódio	100	80
Belt®	Flubendiamida	Moduladores de receptores de rianodina	100	-
Belt® + Mustang® 350 EC	Flubendiamida + Zeta-Cipermetrina	Moduladores de receptores de rianodina + Moduladores de canais de sódio	100	80
Pirate®	Clorfenapir	Desacopladores da fosforilação oxidativa via disrupção do gradiente de próton	500	-
Pirate® + Mustang® 350 EC	Clorfenapir + Zeta-Cipermetrina	Desacopladores da fosforilação oxidativa via disrupção do gradiente de próton + Moduladores de canais de sódio	500	80
Mustang® 350 EC	Zeta-Cipermetrina	Moduladores de canais de sódio	80	-
Testemunha	-	-	-	-

*mL ha^{-1}

3.2.2.1 Componentes do rendimento

Para avaliação dos componentes do rendimento foram três espigas coletadas manualmente e aleatoriamente nas quatro parcelas, totalizando 12 repetições.

No Núcleo de Manejo Integrado de Pragas onde foram analisados: diâmetro da espiga (mm), diâmetro do sabugo (mm), comprimento da espiga (cm), peso de 1000 grãos (g), grãos por fileira (quantidade) e fileira de grãos (quantidade). As medidas foram realizados com auxílio de paquímetro (MTX Digital) e balança (Urano Comercial Pop-z) com duas casas decimais.

Em relação a produtividade, no período da colheita foram retirados amostras para definir a umidade dos grãos, com base em três métodos (Embrapa, 2016). A colheita do milho foi realizada quando os grãos estavam com aproximadamente 28% de umidade. Foram colhidas as duas fileiras centrais (4° e 5° linha) manualmente, colocados em sacos de algodão e devidamente identificadas com seus respectivos tratamentos. Ao fim, foram separadas e levadas ao secador de grãos à temperatura de 40°C até atingirem 13% de umidade.

Os grãos foram pesados em balança (Urano Comercial Pop-z) com duas casas decimais e aferida a umidade através do medidor de umidade (Multigrain/Agrosystem). Foi cálculado o rendimento para determinação da produtividade (Kg ha^{-1}), de acordo com a fórmula abaixo:

Rendimento = (((100- UR (%)) x P (Kg) * 1000/(((100-13) x RP/10))))

Onde:
UR (%) = umidade relativa dos grãos depois de serem secos;
P (Kg) = peso dos grãos;
RP= repetições.

O delineamento foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 8, com 4 repetições. Devido a heterogeneidade das variâncias (Teste de Hartley) os dados foram transformados em $arc\ sen\ \sqrt{p/100}$. Os resultados foram

analisados pelo teste Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo Sisvar programa estatístico (SILVA; AZEVEDO, 2016).

3.2.2 Ocorrência de insetos em cultivares de soja

Avaliou-se a ocorrência de lagartas e percevejos durante safras de 2014/2015 e 2015/2016 nas cultivares convencional BMX Potência (RR1 6.7) e nas isolinhas *Bt* BMX Ponta (IPRO 6.6) e BMX Vanguarda (IPRO 6.0).

As cultivares BMX Ponta e BMX Vanguarda expressam a proteína Cry1Ac, que controla a lagarta-da-soja (*A. gemmatalis*), lagarta-falsa-medideira (*C. includens*), lagarta-das-maçãs (*H. virescens*) e a broca-das-axilas (*C. aporema*), além de supressão a lagarta elasmo (*E. lignosellus*) e do gênero Helicoverpa (*H. zea* e *H. armigera*) (CTNBio, 2017).

Na safra 2014/2015 as cultivares de soja foram semeadas em 29/11/2014 com emergência em 08/12/2015 e, na safra 2015/2016 o plantio foi realizado em 04/12/2015 com emergência 23/12/2015.

O delineamento foi em blocos ao acaso com 40 parcelas por cultivar (convencional BMX Pontencia e isolinhas *bt* BMX Vanguarda e BMX Ponta) de 4 x 5 metros com 6 fileiras de plantas, espaçadas 0,4 metros, totalizando 120 parcelas.

Foram avaliados o número de lagartas e percevejos através do pano de batida, colocando-o entre as fileiras 4 e 5 com batidas em duas fileiras e duas amostragens por parcela (BOYER; DUMAS, 1969).

As avaliações foram realizadas nos estágios vegetativos e reprodutivos V.2, V.3, V.5, R.1, R.3, R.5, e R.6 para a safra de 2013/2014 e os estágios V.3, V.4, R.3, R.5 e R6 para a safra de 2015/2016.

Realizou ao final uma análise descritiva dos dados coletados em campo.

3.2.2.1 Avaliação da produtividade

Os grãos foram colhidos manualmente com auxílio de foice, onde foram retirados as duas fileiras centrais (4° e 5°linha) de cada tratamento.

Os grãos foram colocados dentro de sacos de algodão identificados de acordo com seu respectivo tratamento. Posteriormente, foram trazidos para a unidade de beneficiamento de grãos (UBS) da Embrapa Clima Temperado para

que fossem levados ao secador de grãos a uma temperatura de 40°C até atingintimento 13% de umidade.

Assim que chegaram a umidade adequada, foram pesadas em balança (Urano Comercial Pop-z) com duas casas decimais e aferida a umidade através do medidor de umidade (Multigrain/Agrosystem).

A partir disso foi possível realizar o cálculo de produtivdade de cada tratamento, com a seguinte fórmula:

Rendimento = (((100- UR (%)) x P (Kg) * 1000/(((100-13) x RP/10))))

Onde:
UR (%) = umidade relativa dos grãos depois de serem secos;
P (Kg) = peso dos grãos;
RP= repetições.

O delineamento foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2 cultivares x 8 inseticidas, com 4 repetições. E devido a heterogeneidade das variâncias (Teste de Hartley) os dados foram transformados em $arc\ sen\ \sqrt{p/100}$. Os resultados foram analisados pelo teste Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo Sisvar programa estatístico (SILVA; AZEVEDO, 2016).

3.2.3 Análise econômica

A área de estudo esta inserida na Região Sul do Rio Grande do Sul, mais especificamente o município do Capão do Leão.

As informações que serviram de base para as análises foram coletadas diretamente de cada tratamento em empresas que comerciaram os produtos utilizados, ocasião em que foram registradas e descritas todas as operações executadas durante o ciclo produtivo desde o preparo do solo até o armazenamento dos grãos.

A partir dos coeficientes técnicos, foi aplicado o método de orçamento parcial segundo as fórmula para o processamento das análises econômicas a partir de dados de referência (AGRIANUAL, 2012).

Para o custo padrão de insumos e serviços na implantação da cultura do milho com as cultivares convencional e a isolonhas *Bts* foi utilizado à seguinte fórmula para obter o valor final de cada parâmetro avaliado:

$$VF = VU \times Q$$

Onde:
VF = valor final;
VU = valor unitário;
Q = quantidade utilizada de cada insumo ou serviço.

O custo de produção e os índices econômicos foram elaborados de acordo com Scorvo Filho et al. (2004). Foram calculados o custo total (R$ ha^{-1}) e custo total por saca de 50 kg para o milho e custo total por saca de 60kg para a soja, receita (R$ ha^{-1}), preço médio (R$ sc^{-1} 50 Kg) para o milho e preço médio (R$ sc^{-1} 60 Kg) para a soja e a lucratividade (R$ ha^{-1}) de ambas culturas.

Milho

Custo Total (Kg ha^{-1}) = Subtotal A + B + C
Custo Total (R$ sc^{-1} 50kg) = (Custo Total (Kg ha^{-1}) x 50) / Produtividade (Kg ha^{-1})
Receita (R$ ha^{-1}) = (Preço médio (R$ sc^{-1} 50 kg) x Produtividade (Kg ha^{-1})) / 50
Preço médio (R$ sc^{-1} 50 kg) = Preço fixo
Lucro (R$ ha^{-1}) = Custo Total (Kg ha^{-1}) - Receita (R$ ha^{-1})

Soja

Custo Total (Kg ha^{-1}) = Subtotal A + B + C
Custo Total (R$ sc^{-1} 60kg) = (Custo Total (Kg ha^{-1}) x 60) / Produtividade (Kg ha^{-1})
Receita (R$ ha^{-1}) = (Preço médio (R$ sc^{-1} 60 kg) x Produtividade (Kg ha^{-1})) / 60
Preço médio (R$ sc^{-1} 60 kg) = Preço fixo
Lucro (R$ ha^{-1}) = Custo Total (Kg ha^{-1}) - Receita (R$ ha^{-1})

3.2.4 Monitoramento de adultos de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa armigera*

Para o monitoramento de adultos de *S. frugiperda* na cultura do milho e de *H. armigera* na cultura da soja utilizou-se armadilha Delta plástica com dimensões de 20 cm x 21 cm de base e 13 cm de altura.

Cada armadilha acompanha 1 telhado, 1 arame e um piso adesivo, que nele foi fixado o feromônio sexual sintético (Biocontrole Métodos de controle LTDA e Isca).

Os feromônios eram específicos para as pragas *S. frugiperda* e *H. armigera* em forma de sache de plástico e septo com a finalidade do monitoramento populacional. A dose atodata era uma armadilha para cada 5 hectares (AGROFIT, 2017).

As armadilhas foram instaladas numa altura média de 1,5 m do solo. O septo de feromônio foi trocado a cada 30 dias, removendo-se o mesmo e, substituindo por um novo. Os fundos colantes foram substituídos em todas as avaliações por outros novos.

As avaliações foram feitas semanalmente, contando-se o número de adultos capturados. Os dados de coleta foram relacionados com parâmetros de temperatura máxima (T°C máxima), temperatura mínima (T°C mínima), umidade relativa (%), precipitação pluviométrica (mm) obtidos no laboratório de agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado (AGROMET, 2017). A partir dos dados coletados realizou uma análise descritiva.

4 Resultados e Discussão

4.1 Bioensaio com inseticidas em lagartas de *Spodoptera frugiperda*

4.1.1 Bioensaio de contato residual

Os tratamentos clorfenapir e clorfenapir + zeta-cipermetrina proporcionaram as maiores mortalidade das lagartas de *S. frugiperda* (100% de mortalidade), seguido por zeta-cipermetrina (95%) e flubendiamida + zeta-cipermetrina (75%) 4 horas após o tratamento para lagartas de 2° ínstar. Os outros tratamentos apresentaram eficiência de controle inferior, 40, 25 e 10% para flubendiamida, clorantraniliprole + zeta-cipermetrina e clorantraniliprole, respectivamente (Tabela 4).

Os tratamentos clorantraniliprole, clorantraniliprole + zeta-cipermetrina e flubendiamida não apresentarm diferença significativa com a testemunha. Contudo, flubendiamida + zeta-cipermetrina, clorfenapir, clorfenapir + zeta-cipermetrina e zeta-cipermetria apresentaram diferença significatica com a testemunha.

Em trabalho realizado com lagartas de 2° ínstar Silva (1999) demonstrou que a eficiência do tratamento com diflubenzourom a campo, foi de 88%, diferindo do controle tardio com 55% em lagartas de 5° ínstar, evidenciando que o controle é sempre mais eficiente com lagartas menores.

Da mesma forma que observado por Busato et al. (2006) inseticidas neurotóxicos atuaram mais rapidamente (zeta-cipermetrina) e a combinação com inseticidas que atuam na respiração celular (clorfenapir), proporcionaram eficiência de controle de 100% em lagartas de *S. frugiperda* (Tabela 4).

Após 120 horas a maioria dos tratamentos, com exceção de flubendiamida (55%), apresentaram uma eficiência de controle maior que 80% (Tabela 4).

Ao final do experimento (168 HAT) a maioria dos tratamentos atingiram a eficiência de controle superior de 70% de mortalidade, diferindo significativamente da testemunha, com destaque para zeta-cipermetrina, clorfenapir + zeta-cipermetrina e clorfenapir com 100% de controle, que desde a primeira avaliação se apresentaram eficientes (Tabela 4).

Os tratamentos flubendiamida e flubendiamida + zeta-cipermetrina, embora estatisticamente iguais ao final do experimento (168 HAT) (Tabela 4), diferiram quanto a eficiencia de controle, proporcionada pela adição do piretróide, que aumentou a eficiência em 20% no controle, devido ao modo de ação, que faz com que haja um aumento no período de abertura dos canais de Na^+, fazendo com que a ação inseticida seja aumentada (LIMA et al., 2008).

Inseticidas com ação neurotóxica, quando utilizados separadamente ou em mistura com outros inseticidas tem, em geral, eficiência relativa aumentada sobre a mortalidade de *S. frugiperda* em até 48 horas (CESSA et al., 2013).

Tabela 4 - Número médio (X±EP) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* de 2° ínstar e mortalidade corrigida (M%) em 4, 24, 72, 120, 168 horas após o tratamento (HAT) via contato residual com inseticidas.

	Contato Residual									
Tratamentos	4 HAT	M (%)	24 HAT	M (%)	72 HAT	M (%)	120 HAT	M (%)	168 HAT	M (%)
Clorantraniliprole	4,5 ± 0,05 A[1]	10	4,5 ± 0,05 A	10	3,0 ± 1,22 AB	40	0,3 ± 0,25 BC	95	0,3 ± 0,25 BC	95
Clorantraniliprole + Zeta-Cipermetrina	3,8 ± 1,25 AB	25	3,8 ± 1,25 AB	25	0,75 ± 0,25 BC	85	0,75 ± 0,25 BC	85	0,75 ± 0,25 BC	85
Flubendiamida	3,0 ± 0,91 ABC	40	3,0 ± 0,91 ABC	40	3,0 ± 0,91 AB	40	2,3 ± 1,11 B	55	1,5 ± 0,65 B	70
Flubendiamida + Zeta-Cipermetrina	1,3 ± 0,25 BCD	75	1,3 ± 0,25 BCD	75	1,3 ± 0,25 BC	75	0,5 ± 0,29 C	90	0,5 ± 0,29 BC	90
Clorfenapir	0,0 ± 0,00 D	100	0,0 ± 0,00 D	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100
Clofenapir + Zeta-Cipermetrina	0,0 ± 0,00 D	100	0,0 ± 0,00 D	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100
Zeta-Cipermetrina	0,3 ± 0,25 CD	95	0,3 ± 0,25 D	95	0,3 ± 0,25 C	95	0,3 ± 0,25 C	95	0,0 ± 0,00 C	100
Água	5,0 ± 0,00 A	-	5,0 ± 0,00 A	-	5,0 ± 0,00 A	-	5,0 ± 0,00 A	-	5,0 ± 0,00 A	-
Cv(%)	8,05		10,05		7,78		6,98		8,90	

[1]Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. X = número médio de insetos vivos. EP = Erro padrão. Cv(%)= Coeficiente de variação.

No ensaio de contato residual, com lagartas de 5° ínstar somente o tratamento com clorantraniliprole apresentou eficiencia de controle (15%) em 4 HAT (Tabela 5), devido provavelmente à biomassa maior das lagartas, os inseticidas demandam tempo maior para agir, ao contrário do que foi verificado com lagartas de 2° instar (Tabela 4), onde a mortalidade já foi de 100% para alguns tratamentos 4 HAT.

Somente 72 HAT verificou-se mortalidade acima de 70% para clorfenapir + zeta-cipermetrina (100%), zeta-cipermetrina (95%) e clorfenapir (75%) (Tabela 5).

Em estudos conduzidos por Viana; Costa (1998) os autores atribuem a demora em apresentar controle devido ao poder residual dos inseticidas, que devido à baixa solubilidade em água e ação inibidora da formação de nova cutícula sobre a lagarta, necessitam um prazo maior para atuar no metabolismo do inseto até causar a sua morte.

Ao final de 168 horas as lagartas de 5° ínstar que foram submetidas ao tratamento com flubendiamida apresentaram 45% de mortalidade (Tabela 5).

Ribeiro (2014) monitorando a sucetibilidadede das populações de *S. frugiperda* a diamidas na concentração de 100 µg flubendiamida/mL obteve 0,99 e 1,46% de sobrevivência em lagartas coletadas na região do Rio Grande do Sul nas safras 2011/2012 e 2012/2013, respectivamente, diferindo do resultado encontrado no presente trabalho na safra 2015/2016.

Silva (1999) realizou um experimento de campo com milho em duas épocas de aplicação utilizando lufenurom, diflubenzourom, triflumurom e metomil com lagartas de 2° e 5° ínstar. Como resultado obtido, aplicações realizadas no início do ataque apresentaram menor número de lagartas em comparação com a aplicação feita com dano severo, para todos os inseticidas. Desta forma, os resultados encontrados evidenciam maior suscetibilidade de lagartas de 2° ínstar aos inseticidas.

Tabela 5 - Número médio (X±EP) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* de 5° ínstar e mortalidade corrigida (M%) em 4, 24, 72, 120, 168 horas após o tratamento (HAT) via contato residual com inseticidas.

	Contato Residual									
Tratamentos	4 HAT	M (%)	24 HAT	M (%)	72 HAT	M (%)	120 HAT	M (%)	168 HAT	M (%)
Clorantraniliprole	4,3 ± 0,75 A[1]	15	4,3 ± 0,75	15	2,0 ± 0,91 BCD	60	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100
Clorantraniliprole + Zeta-Cipermetrina	5,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00	0	3,0 ± 0,41 ABC	40	0,75 ± 0,48 C	85	0,25 ± 0,25 C	95
Flubendiamida	5,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00	0	3,5 ± 0,29 AB	30	2,75 ± 0,25 B	45	2,75 ± 0,25 B	45
Flubendiamida + Zeta-Cipermetrina	5,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00	0	1,8 ± 0,25 BCD	65	0,75 ± 0,25 C	85	0,0 ± 0,00 C	100
Clorfenapir	5,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00	0	1,3 ± 1,25 BCD	75	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100
Clofenapir + Zeta-Cipermetrina	5,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00	0	0,0 ± 0,00 D	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100
Zeta-Cipermetrina	4,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00	0	0,25 ± 0,25 CD	95	0,25 ± 0,25 C	95	0,25 ± 0,25 C	95
Testemunha	5,0 ± 0,00 A	-	5,0 ± 0,00	-	5,0 ± 0,00 A	-	5,0 ± 0,00 A	-	5,0 ± 0,00 A	-
Cv(%)	5,24		5,24		6,22		7,44		9,69	

[1]Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. X = número médio de insetos vivos. EP = Erro padrão. Cv(%) = Coeficiente de variação.

4.1.2 Bioensaio de contato direto

Lagartas de 2° ínstar submetidas ao tratamento com flubendiamida + zeta-cipermetrina apresentaram 15% de mortalidade após 4 HAT (Tabela 6). Provavelmente o tratamento combinado aumentou a eficiência no controle das lagartas (CESSA et al., 2013), pois o ingrediente ativo flubendiamida atua na ativação dos receptores da rianodina via regulagem da liberação de cálcio no retículo sarcoplasmático de células musculares, afetando a contração muscular dos insetos, que demora aproximadamente de 72h para promover a morte do inseto (SATELLE et al., 2008).

Os tratamentos clorantraniliprole, clorfenapir, clorfenapir + zeta-cipermetrina e zeta-cipermetrina apresentaram 100% mortalidade, seguido por clorantraniliprole + zeta-cipermetrina, flubendiamida + zeta-cipermetrina, e flubendiamida com 59, 85 e 50% após 72 horas (Tabela 6).

Após 120 horas somente os tratamentos flubendiamida + zeta-cipermetrina e flubendiamida tiveram um acréscimo na mortalidade de 15 e 20%, não observado no clorantraniliprole + zeta-cipermetrina (Tabela 6).

Ao final do experimento (168 horas) os tratamentos que apresentaram os melhores resultados foram clorantraniliprole, flubendiamida + zeta-cipermetrina, clorfenapir, clorfenapir + zeta-cipermetrina com 100%, seguido por clorantraniliprole + zeta-cipermetrina (95%) + flubendiamida (75%) (Tabela 6).

Lai et al. (2011) relataram que a maior parte da mortalidade de *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) causada por clorantraniliprole, ocorreu nos primeiros quatro dias de exposição, por se tratar de um inseticida de ingestão de modo de ação lenta. Os resultados corroboram a hipótese que devido às lagartas serem do 2° ínstar a eficiência no controle químico é maior em comparar a lagartas de 5° ínstar. Merege (2016) afirma ainda que obteção de controle eficiente de lagartas se dá quando esta tem sete e oito milímetros.

Tabela 6 - Número médio (X±EP) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* 2° ínstar e mortalidade corrigida (M%) em 4, 24, 72, 120, 168 horas após o tratamento (HAT) via contato direto com inseticidas.

	Contato Direto									
Tratamentos	4 HAT	M (%)	24 HAT	M (%)	72 HAT	M (%)	120 HAT	M (%)	168 HAT	M (%)
Clorantraniliprole	5,0 ± 0,00 A[1]	0	5,0 ± 0,00 A	0	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100
Clorantraniliprole + Zeta-Cipermetrina	5,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00 A	0	0,3 ± 0,25 C	95	0,3 ± 0,25 BC	95	0,3 ± 0,25 C	95
Flubendiamida	5,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00 A	0	0,3 ± 0,25 B	50	1,5 ± 0,87 B	70	1,3 ± 0,48 B	75
Flubendiamida + Zeta-Cipermetrina	4,3 ± 0,75 AB	15	4,3 ± 0,75 AB	15	0,8 ± 0,25 C	85	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100
Clorfenapir	5,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00 A	0	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100
Clofenapir + Zeta-Cipermetrina	5,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00 A	0	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100
Zeta-Cipermetrina	2,3 ± 0,00 B	0	2,3 ± 0,00 B	0	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100
Água	5,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00 A	0
Cv(%)	5,38		5,38		7,34		5,54		7,01	

[1]Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. X = Número médio de insetos vivos. EP = Erro padrão. Cv(%) = Coeficiente de variação.

Para as lagartas de 5° ínstar em 4 HAT, clorantraniliprole, flubendiamida + zeta-cipermetrina, clofenapir e clorfenapir + zeta-cipermetrina apresentaram 100% de mortalidade. Diferindo significativamente dos demais tratamentos com exceção ao clorantraniliprole + zeta-cipermetrina (80%). Esses resultados se repetiram na avaliação realizada após 24 horas (Tabela 7).

Após 72 horas, os tratamentos clorantraniliprole + zeta-cipermetrina, flubendiamida, e zeta-cipermetrina apresentaram 100, 75 e 55% na mortalidade de lagartas de *S. frugiperda,* respectivamente. Após 120 horas somente o tratamento zeta-cipermetrina não atingiu 70% do controle, deferindo significativamente dos demais tratamentos (Tabela 7).

Ao final de 168 horas somente os tratamentos com flubendiamida e zeta-cipermetrina não atingiram 100% mortalidade (Tabela 7).

De acordo com a Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR), pode ser considerado eficiente um inseticida que apresenta controle superior a 80% do alvo biológico, sendo que flubendiamida obteve o mais baixo resultado, com 75% de mortalidade das lagartas de *S. frugiperda* (ADAPAR, 2015).

Experimentos realizados com a lagarta *S. frugiperda* obteve como resultado que sete dias após a aplicação dos tratamentos, todos os inseticidas testados apresentaram um número significativamente menor de lagartas em relação a testemunha e a eficiência de controle manteve-se acima de 80%, sendo adotado bifentrina, zeta-cipermetrina, deltrametrina e lambdacialotrina (NAKANO et al., 2015).

Tabela 7 - Número médio (X±EP) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* de 5° ínstar e mortalidade corrigida (M%) em 4, 24, 72, 120, 168 horas após o tratamento (HAT) via contato direto com inseticidas.

	Contato Direto									
Tratamentos	4 HAT	M (%)	24 HAT	M (%)	72 HAT	M (%)	120 HAT	M (%)	168 HAT	M (%)
Clorantraniliprole	0,0 ± 0,00 C[1]	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100
Clorantraniliprole + Zeta-Cipermetrina	1,0 ± 0,58 BC	80	1,0 ± 0,58 BC	80	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100
Flubendiamida	2,0 ± 0,41 B	60	2,0 ± 0,41 B	60	1,3 ± 0,63 BC	75	1,0 ± 0,41 C	80	1,0 ± 0,41 C	80
Flubendiamida + Zeta-Cipermetrina	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100
Clorfenapir	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100
Clofenapir + Zeta-Cipermetrina	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100	0,0 ± 0,00 C	100
Zeta-Cipermetrina	5,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00 A	0	2,3 ± 0,48 B	55	2,3 ± 0,48 B	55	2,3 ± 0,48 B	55
Água	5,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00 A	0	5,0 ± 0,00 A	0
Cv(%)	9,70		9,70		6,62		4,20		4,20	

[1]Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. X= Número médio de insetos vivos. EP = Erro padrão. Cv(%) = Coeficiente de variação.

4.2 Bioensaio com inseticidas em lagartas de *Anticarsia gemmatalis*

4.2.1 Bioensaio de contato residual

Os tratamentos com *Bacillus thuringiensis* e flubendiamida tiveram 10 e 25%, respectivamente, de eficiência de controle, 4 HAT para lagartas de 2° ínstar, sendo a menor mortalidade observada no período (Tabela 8).

Os tratamentos clorantraniliprole + flubendiamida, clorantraniliprole e *B. thuringiensis* + flubendiamida apresentaram mortalidade de 40, 45 e 50%, respectivamente no controle da *Anticarsia gemmatalis* (Tabela 8), podendo-se inferir que tratamentos combinados tenham aumentado da eficiência no controle das lagartas de 2° ínstar em contato residual, com exceção ao tratamento com o clorantraniliprole.

Os tratamentos que se destacaram foram o zeta-cipermetrina e flubendiamida + zeta-cipermetrina apresentando eficiência de controle de 85 e 95% (Tabela 8), respectivamente, também 4 horas após o tratamento, diferenciando-se significativamente da testemunha.

Flubendiamida é um inseticida que atua nos moduladores de receptores de rianodina, onde regulam a liberação de Ca++ intracelular tendo efeito na contração muscular (OMOTO, 2008). Evidente que a combinação de flubendiamida + zeta-cipermetrina que são inseticidas que atuam de formas diferentes, proporcionou um aumento de eficiência de 10% quando comparado com o tratamento isolado com zeta-cipermetrina (piretróide). Infere-se que o tratamento combinado com o fisiológico pode ter contribuído para o aumento da eficiência de controle da lagarta (GODOY; FLAUSINO 2008).

A partir de 24 até 168 horas após o tratamento todos os inseticidas com modo de ação nos disruptores microbianos da membrana do mesêntero, moduladores de receptores de rianodina e moduladores de receptores de riodina e combinações demonstraram uma eficiência no controle de 100% (Tabela 8).

Tabela 8 - Número médio (X±EP) de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* de 2° ínstar e mortalidade corrigida (M%) em 4, 24, 72, 120, 168 horas após o tratamento (HAT) via contato residual com inseticidas.

	Contato Residual									
Tratamentos	4 HAT	M (%)	24 HAT	M (%)	72 HAT	M (%)	120 HAT	M (%)	168 HAT	M (%)
Bacillus thuringiensis	3,6±0,40 AB[1]	10	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100
Bacillus thuringiensis + Clorantraniliprole	2,0±0,55 BCD	50	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100
Clorantraniliprole	2,2±0,49 ABC	45	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100
Clorantraniliprole + Flubendiamida	2,4±0,68 ABC	40	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100
Flubendiamida	3,0±0,32 AB	25	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100
Flubendiamida + Zeta-Cipermetrina	0,2±0,20 D	95	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100
Zeta-Cipermetrina	0,6±0,40 CD	85	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100
Testemunha	5,0±0,00 A	-	5,0±0,00 A	-	5,0±0,00 A	-	5,0±0,00 A	-	5,0±0,00 A	-
CV (%)	6,43		3,16		3,16		3,16		3,16	

[1]Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. X = Número médio de instos vivos. EP = Erro padrão. Cv(%) = Coeficiente de variação.

Para lagartas de 5° ínstar no bioensaio de contato residual os tratamentos com clorantraniliprole, clorantraniliprole + flubendiamida, *B. thuringiensis* e flubendiamida tiveram 5, 15, 20 e 25% de eficiência, respectivamente (Tabela 9) e, foram os que demonstraram a menor eficiência nos resultados em 4 horas após o tratamento, não havendo diferença significativa entre eles. Em comparação com lagartas de 2° ínstar (Tabela 8), flubendiamida e clorantraniliprole + flubendiamida mostraram um descréscimo queda de 40 e 25% na eficiência do controle da *A. gemmatalis*, não sendo observado o mesmo no tratamento com *B. thuringiensis* que teve um aumento em 10% no controle da lagarta (Tabela 9) (GODOY; FLAUSINO 2008).

O tratamento com *B. thuringiensis* + flubendiamida atingiu 50% de controle (Tabela 9), importante ressaltar que, tanto para lagartas de 2° ínstar quanto, para as lagartas de 5° ínstar, com diferença significativa no controle das lagartas em relação à testemunha.

Com maior expressividade zeta-cipermetrina e flubendiamida + zeta-cipermetrina obtiveram 100% de controle sobre *A. gemmatalis*, não apresentando diferença significativa entre si, diferindo apenas da testemunha.

De 24 até 168 HAT, todos os tratamentos apresentaram 100% de eficiência, havendo diferença significativa entre os tratamentos com a testemunha para lagartas de 5° ínstar (Tabela 9).

Avaliações realizadas por Gomez (1999) testando o efeito de inseticidas para o controle de *A. gemmatalis* na cultura da soja, da mesma forma ao que foi verificado neste trabalho os inseticidas do grupo dos piretróides satisfatoriamente controlam a praga de forma mais rápida devido a sua atuaçao nos moduladores de canais de sódio (GODOY; FLAUSINO 2008).

Tabela 9 - Número médio (X±EP) de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* de 5° ínstar e mortalidade corrigida (M%) em 4, 24, 72, 120, 168 horas após o tratamento (HAT) via contato residual com inseticidas.

	Contato Residual									
Tratamentos	4 HAT	M (%)	24 HAT	M (%)	72 HAT	M (%)	120 HAT	M (%)	168 HAT	M (%)
Bacillus thuringiensis	3,2±0,37 AB[1]	20	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100
Bacillus thuringiensis + Clorantraniliprole	2,0±0,32 C	50	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100
Clorantraniliprole	3,8±0,20 AB	5	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100
Clorantraniliprole + Flubendiamida	3,4±0,24 AB	15	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100
Flubendiamida	3,0±0,37 BC	25	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100
Flubendiamida + Zeta-Cipermetrina	0,0±0,00 D	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100
Zeta-Cipermetrina	0,0±0,00 D	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100	0,0±0,00 B	100
Testemunha	5,0±0,00 A	-	5,0±0,00 A	-	5,0±0,00 A	-	5,0±0,00 A	-	5,0±0,00 A	-
CV (%)	5,82		3,18		3,18		3,18		3,18	

[1]Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. X = Número médio de insetos vivos EP = Erro padrão. Cv(%) = Coeficiente de variação.

4.2.2 Bioensaio de contato direto

Os tratamentos que apresentaram menor eficiência 4 horas após a aplicação foram *B. thuringiensis*, *B. thuringiensis* + clorantraniliprole e clorantraniliprole + flubendiamida com 5, 15 e 15% de mortalidade das lagartas de *A. gemmatalis* de 2° ínstar e não apresentando diferença significativa com a testemunha (Tabela 10).

Os bioensaios com os tratamentos flubendiamida e clorantraniliprole foram baixos tendo 30 e 35% de mortalidade das lagartas em 4 HAT. Os tratamentos zeta-cipermetrina e flubendiamida + zeta-cipermetrina apresentaram 100% de controle, não apresentando diferença significativa entre si e diferindo da testemunha, entre eles (Tabela 10).

Após 24 horas, os tratamentos *B. thuringiensis*, *B. thuringiensis* + clorantraniliprole e clorantraniliprole + flubendiamida obtiveram um aumento em 25, 35 e 30%, respectivamente, na eficiência de controle do inseto. Esses resultados se repetem para flubendiamida com aumento de 20% no controle, conservando o mesmo resultado no tratamento com o clorantraniliprole (Tabela 10).

A partir de 72 HAT *B. thuringiensis*, *B. thuringiensis* + clorantraniliprole, clorantraniliprole, clorantraniliprole + flubendiamida não apresentaram diferença significativa entre si e a testemunha, no entanto, o tratamento com flubendiamida apresentou aumento de eficiência, mantendo-se desta forma até o final da avaliação igual zeta-cipermetrina, flubendiamida + zeta-cipermetrina (Tabela10).

Estes resultados são compatíveis com os obtidos por Tamai et al. (2009) que observaram que os melhores índices de controle de *A. gemmatalis* com 80% e 88,8%, foram os obtidos com flubendiamida (100 mL p.c. ha^{-1}) no período de 72 a 168 horas após aplicação, respectivamente.

Os tratamentos de contato direto dos inseticidas com lagartas de *A. gemmatalis* de 5° ínstar, com resultados inferiores foram clorantraniliprole, clorantraniliprole + flubendiamida, *B. thuringiensis*, tendo 5, 15 e 20% de eficiência no controle das lagartas 4 HAT, respectivamente (Tabela 10), de forma semelhante ao verificado no bioensaio com lagartas de 2° ínstar, conforme citado anteriormente (GODOY; FLAUSINO 2008).

Tabela 10 - Número médio (X±EP) de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* de 2° ínstar e mortalidade corrigida (M%) em 4, 24, 72, 120, 168 horas após o tratamento (HAT) via contato direto com inseticidas.

	Contato Direto									
Tratamentos	4 HAT	M (%)	24 HAT	M (%)	72 HAT	M (%)	120 HAT	M (%)	168 HAT	M (%)
Bacillus thuringiensis	3,8±0,20 AB[1]	5	3,0±0,55 AB	25	3,0±0,55 AB	25	2,8±0,73 AB	30	2,8±0,73 AB	30
Bacillus thuringiensis + Clorantraniliprole	3,4±0,24 ABC	15	2,6±0,24 AB	35	2,6±0,24 AB	35	2,6±0,24 AB	35	2,6±0,24 AB	35
Clorantraniliprole	2,8±0,37 BC	30	2,8±0,37 AB	30	2,6±0,51 AB	35	2,6±0,51 AB	35	2,6±0,51 AB	35
Clorantraniliprole + Flubendiamida	3,4±0,24 ABC	15	2,8±0,49 AB	30	2,4±0,68 AB	40	2,4±0,68 AB	40	2,4±0,68 AB	40
Flubendiamida	2,6±0,40 C	35	1,8±0,37 B	55	1,6±0,51 BC	60	1,6±0,51 BC	60	1,6±0,51 BC	60
Flubendiamida + Zeta-Cipermetrina	0,0±0,00 D	100	0,0±0,00 C	100	0,0±0,00 C	100	0,0±0,00 C	100	0,0±0,00 C	100
Zeta-Cipermetrina	0,0±0,00 D	100	0,0±0,00 C	100	0,0±0,00 C	100	0,0±0,00 C	100	0,0±0,00 C	100
Testemunha	5,0±0,00 A	-	5,0±0,00 A	-	5,0±0,00 A	-	5,0±0,00 A	-	5,0±0,00 A	-
CV (%)	9,01		7,90		8,19		6,63		6,63	

[1]Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. X = número médio de insetos vivos EP = Erro padrão. Cv(%) = Coeficiente de variação.

Os tratamentos *B. thuringiensis* + clorantraniliprole e flubendiamida não apresentaram eficiência satisfatória, 50 e 30%, respectivamente, no controle da *A. gemmatalis*. Os tratamentos que obtiveram destaque foram Zeta-cipermetrina e flubendiamida + zeta-cipermetrina, atingindo 100% no controle (4 HAT) para lagartas de 5° ínstar (Tabela 11).

Após 24 horas *B. thuringiensis* e clorantraniliprole tiveram um aumento na eficiência de 10 e 20%, respectivamente, esses resultados se repetiram após 72 e 120 horas (Tabela 11).

Em 120 e 168 horas após os tratamentos com *B. thuringiensis* + clorantraniliprole, clorantraniliprole + flubendiamida, flubendiamida, flubendiamida + zeta-cipermetrina e zeta-cipermetrina se aproximaram significativamente, mas sem apresentar uma mesma eficiência de controle para *A. gemmatalis* (Tabela11).

Os bioensaios de contato residual apresentam melhor eficiência no controle em comparação com os bioensaios de contato direto. Embora os inseticidas *B. thuringiensis*, flubendiamida e clorantraniliprole atuem por contato e ingestão, eles apresentaram maior eficiência quando aplicados por contato residual. Isso é pelo fato de terem a necessidade de ser ingeridos e assim aturem no intestino médio causando a redução na alimentação, rompimento do intestino médio e morte das lagartas. Os tratamentos com flubendiamida + zeta-cipermetrina e zeta-cipermetrina obtiveram maior relevância nos bioensaios (GODOY; FLAUSINO 2008).

A combinação de clorantraniliprole + flubendiamida e flubendiamida isoladamente obtiveram 75% de eficiência no tratamento de controle direto com lagartas maiores que 1,5 cm, podendo ser considerados eficientes no controle de *A. gemmatalis* (TORRES; SILVA-TORRES 2008; GODOY; FLAUSINO 2008).

Tabela 11 - Número médio (X±EP) de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* de 5° ínstar e mortalidade corrigida (M%) em 4, 24, 72, 120, 168 horas após o tratamento (HAT) via contato direto com inseticidas.

	Contato Direto									
Tratamentos	4 HAT	M (%)	24 HAT	M (%)	72 HAT	M (%)	120 HAT	M (%)	168 HAT	M (%)
Bacillus thuringiensis	3,2±0,37AB[1]	20	2,8±0,37 AB	30	2,8±0,37 ABC	30	2,8±0,37 AB	30	2,6±0,37 AB	35
Bacillus thuringiensis + Clorantraniliprole	2,0±0,32 C	50	1,8±0,49 B	55	1,8±0,49 BCD	55	1,4±0,40 BC	65	1,4±0,40 BC	65
Clorantraniliprole	3,8±0,20AB	5	3,0±0,32 AB	25	3,0±0,32 AB	25	2,8±0,84 AB	30	2,6±0,24 AB	35
Clorantraniliprole + Flubendiamida	3,4±0,24 AB	15	1,6±0,51 BC	60	1,0±0,55 DE	75	1,0±0,55 C	75	1,0±0,55 C	75
Flubendiamida	2,8±0,37 BC	30	1,8±0,20 B	55	1,4±0,24 CDE	65	1,0±0,32 C	75	1,0±0,32 C	75
Flubendiamida + Zeta-Cipermetrina	0,0±0,00 D	100	0,0±0,00 C	100	0,0±0,00 E	100	0,0±0,00 C	100	0,0±0,00 C	100
Zeta-Cipermetrina	0,0±0,00 D	100	0,0±0,00 C	100	0,0±0,00 E	100	0,0±0,00 C	100	0,0±0,00 C	100
Testemunha	5,0±0,00 A	-	5,0±0,00 A	-	5,0±0,00 A	-	5,0±0,00 A	-	5,0±0,00 A	-
CV (%)	5,86		7,43		9,01		6,54		4,31	

[1]Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. X = número de insetos vivos. EP = Erro padrão. Cv(%) = Coeficiente de variação.

4.3 Biologia de *Spodoptera frugiperda* em cultivares de milho convencional AG 9045 e a isolinha *Bt* AG 9045 PRO2

As lagartas alimentadas com folhas de milho apresentaram 5 (AG 9045 convencional) e 6 (AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*) ínstares (Figuras 1 e 2). Lopes et al. (2008) verificaram período larval de 6 instares em estudos da biologia de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de mandioca. Medina et al. (2015) observaram em lagartas de *S. frugiperda* alimentadas com sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] apresentaram 6 instares. Segundo Cruz (1994) os insetos apresentam em média seis ínstares, entretanto, dependendo da dieta alguns passam por mais ou menos instares.

Provavelmente esta variação pode ser pela qualidade nutricional das cultivares, visto que os insetos responderam de forma distinta, algum fator pode ter influenciado na ingestão e assimilação do alimento consumido (SCRIBER; SLANSKY JUNIOR, 1981), podendo ser a toxina do *Bt* ou propriedades nutricionais, que prolongaram ou cessaram as fases de desenvolvimento do inseto.

Trabalhos realizados por Dutton e colaboradores (2005) encontraram um prolongamento do período de desenvolvimento de *Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833) (Lepidoptera: Noctuidae) quando as lagartas foram mantidas em milho *Bt*, o que indica que a exposição contínua à toxina tem efeito crônico sobre a espécie.

Outros aspectos devem ser examinados no âmbito do manejo integrado de pragas, pois insetos sobreviventes que têm seu crescimento comprometido apresentam maior duração da fase larval, e, como consequência, são mais susceptíveis a outros fatores de mortalidade, sejam bióticos e abióticos (SILVERA et al., 1997).

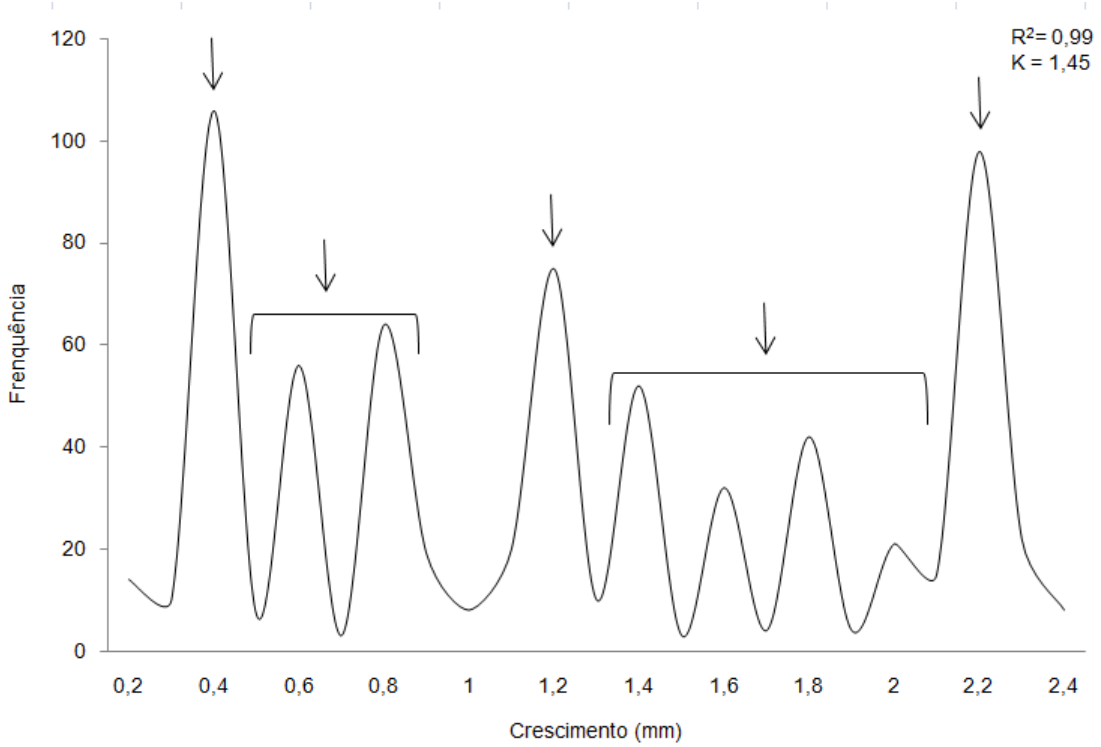

Figura 1 - Distribuição de frequência das medidas de cápsula cefálica (mm) de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com a cultivar AG 9045 convencional. As setas indicam os instares. Razão de crescimento (K), coeficiente de determinação (R^2).

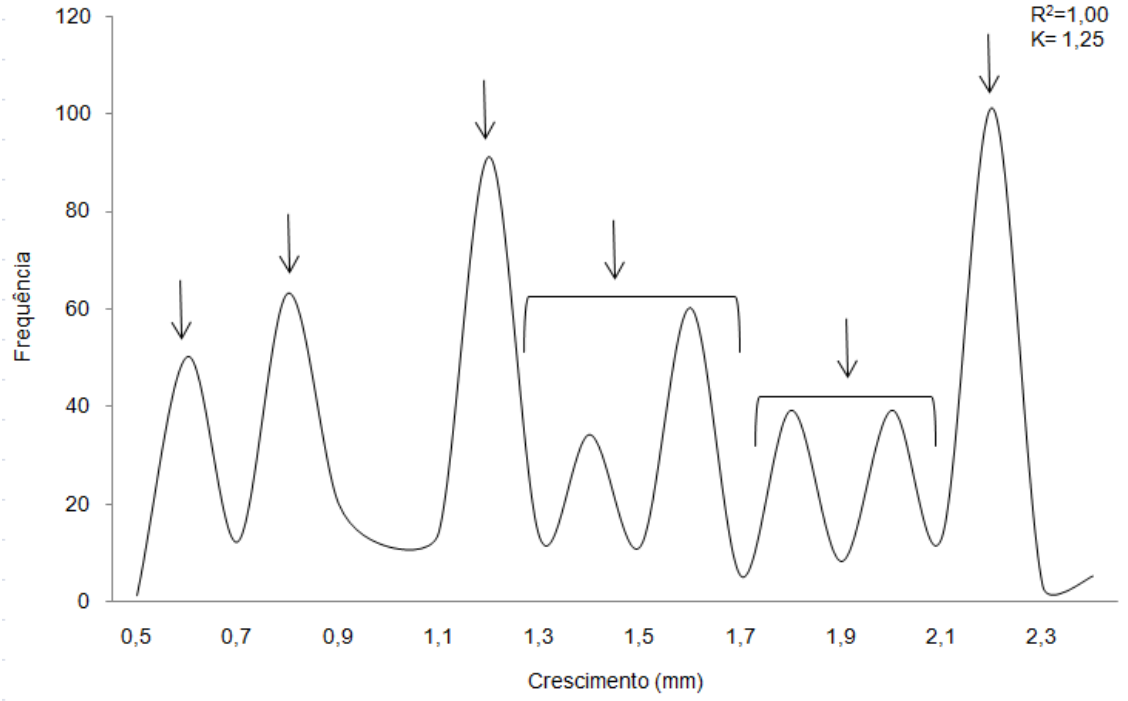

Figura 2 - Distribuição de frequência das medidas de cápsula cefálica (mm) de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com a cultivar AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*. As setas indicam os instares. Razão de crescimento (K), coeficiente de determinação (R^2).

A duração na fase embionaria foi de 2,25 (AG 9045 convencional) e 2,50 dias (AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*) (Tabela 12). Rosa et al. (2012) estudando a biologia de *S. frugiperda* em linhagens de milho obteve 2,8 (M89374) a 3,3 (M89601) dias nas linhagens não apresentado diferença significativa.

Para a fase de larval não houve diferença significativamente, sendo 24,24 e 22,27 dias para AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* (Tabela 12). Esperava-se uma diferença nesta fase, principalmente para lagartas alimentadas com a cultivar *Bt*, com efeito na redução ou prolongamento do tempo de desenvolvimento dessa fase. No entanto, Waquil et al. (2013) estudando índice de adaptação e tempo letal da lagarta-do-cartucho em milho *Bt*, observou que lagartas alimentadas com folhas dos milhos *Bt* que expressam as proteínas Cry1A.105/Cry2Ab2, Cry1F e Cry1Ab/Cry1F, tiveram índices de adaptação elevados para *S. frugiperda* coletadas em Sinop/MT, podendo esta população apresentar resistência, possivelmente cruzada, às proteínas avaliadas.

Segundo Mendes; Waquil (2009) dentro do mesmo grupo de insetos, a atividade é diferenciada de cada toxina. Onde essas toxinas têm atividade sobre lepidópteros praga do milho e apresenta alta especificidade a esse grupo, embora, estudos toxicológicos revelem diferenças significativas em nível de toxicidade para cada espécie.

Waquil et al. (2002) estudando eficiência de nove híbridos de milho geneticamente modificados com expressão das toxinas Cry1Ab, Cry1Ac, Cry9C, Cry1F nos EUA, observaram diferentes níveis de resistência dos híbridos a *S. frugiperda*, e os que expressavam as toxinas Cry1F, Cry1Ab, Cry1Ac e Cry9C foram considerados altamente resistente, resistente, moderadamente resistente e suscetível, respectivamente.

Em estudos realizados por Hardke et al. (2011) observaram alta sobrevivência lagartas de terceiro ínstar de *S. frugiperda* (88,9%) ao se alimentar do híbrido expressando a proteína Cry1Ab, indicando a ineficiência da proteína para controle do inseto. Embora o evento MON 810 tenha colaborado para o manejo da resistência de *S. frugiperda*, é necessário destacar que este é um evento de baixa dose para este inseto (OMOTO et al., 2016). Segundo Roush (1994) este caractere possibilita a sobrevivência de indivíduos heterozigotos, reduzindo a efetividade do refúgio. Contudo, deve

adotar matérias que expressam alta dose da proteína com adoção da área de refúgio para ter indivíduos sucetíveis que cruzaram com os que não são e geraram descendentes heterozigotos sucetíveis a proteína.

Em trabalhos de resistência cruzada, estudando as proteínas Cry1Ab (MON 810), Cry1F (TC1507), Cry1A.105 (Cry1A-P), Cry2Ab2 (Cry2A-P), Bernardi et al. (2015) também observaram que evento que expressa Cry1Ab (MON 810) foi o único que possibilitou a sobrevivência da fase de lagarta (61,6%), devido à conhecida atividade menor de Cry1Ab (MON 810) contra *S. frugiperda*, já também observada por Waquil et al. (2013).

Para aduração do período pré-pupa a duração foi de 2,20 dias para AG 9045 convencional e 2,59 dias para AG 9045 PRO2 isolinha *Bt,* não apresentando diferença significativa (Tabela 12). Os resultados se aproximam com os encontrados por Giolo et al. (2002), que avaliando parâmetros biológicos de *S. frugiperda* oriundas de diferentes localidades e hospedeiros obteve 1,8 e 2,4 dias.

A fase de pupa apresentou diferença significativa de 15,36 (AG 9045 convencional) e 14,07 (AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*) (Tabela 12). Rosa et al. (2012) o maior resultado de 10,10 dias para a linhagem do milho M89287. Giolo et al. (2002), verificando distintas populações de *S. frugiperda* de regiões do estado do Rio Grande do Sul, obteve para milho 10,65 e 12,72 dias. Características das cultivares pode ter prolongado a fase de pupa de *S. frugiperda*. Parra (2009) afirma que um mau desempenho pode ser devido a características nutricionais das plantas avaliadas, onde as mesmas ofereceram subsídios mínimos necessários para o desenvolvimento, no entanto, há uma necessidade de prolongar uma das fases de desenvolvimento para completar o ciclo biológico.

Para a duração da fase adulta foi encontrado duração de 8,94 dias para AG 9045 convencional e 5,81 dias para AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*, com diferença significativa. O período em dias para lagartas alimentadas com a cultivar convencional foi bem superior em relação ao *Bt*, possivelmente, a proteína *Bt* pode ter alterado a biologia e/ou fisiologia do inseto, reduzindo a capacidade de emergência dos adultos.

Na fase de pré-ovoposição houve também diferença significativa com 5,56 e 2,50 dias para as cultivares AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2

isolinha *Bt*, (Tabela 12) respectivamente. Os resultados corroboram com os encontrados por Veloso et al. (2010) que obteve duração de 3,4 a 4,8 dias para *S. frugiperda* alimentada com as distintas cultivares de soja.

Totalizando ciclo biológico, lagartas alimentadas com as cultivares AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*, alcançaram 58,55 e 49,74 dias, respectivamente (Tabela 12). Esses resultados se aproximam com os encontrado por Busato et al. (2004) para *S. frugiperda* e Bavaresco et al. (2004), sendo que a duração de *Spodoptera cosmioides* (Walk, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes dietas variou de 49,1 a 53,4 dias para lagartas alimentadas em dieta artificial.

Estudos conduzidos por Bernardi et al. (2016) avaliando a atividade biológica de proteínas *Bt* expressas em diferentes estruturas de milho contra *S. frugiperda*, mostrou que os estilo estigmas e grãos de milho YieldGard VT PRO™ (Cry1A.105/Cry2Ab2) e PowerCore™ (Cry1A.105/Cry2Ab2/Cry1F) a atividade dessas proteínas é baixa, podendo haver contribuição para a evolução da resistência em populações de lagarta-do-cartucho, pois permite a sobrevivência de indivíduos heterozigotos nas estruturas reprodutivas, favorecendo um aumento na frequência desses insetos. Além disso, a alta probabilidade de resistência cruzada entre Cry1F e Cry1A.105, que compartilham o mesmo local de ligação, também contribui para a evolução da resistência (HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ et al., 2013).

Tabela 12 - Duração (dias) das fases de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com as cultivares de milho AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* em laboratório.

Fases de desenvolvimento	Cultivares		
	AG 9045	AG 9045 PRO2	CV (%)
Ovo	2,25 ± 0,183 A[1] [8]	2,50 ± 0,488 A [4]	70,15
Lagarta	24,24 ± 0,782 A [135]	22,27 ± 1,079 A [135]	47,09
Pré-Pupa	2,2 ± 0,176 A [88]	2,59 ± 0,172 A [66]	64,97
Pupa	15,36 ± 0,366 A [64]	14,07 ± 0,47 B [44]	20,28
Adulto	8,94 ± 0,48 A [64]	5,81 ± 0,53 B [36]	46,3
Ovoposição	5,56 ± 0,621 A [9]	2,5 ± 0,488 B [4]	46,75
Total	5,02	2,54	-

[1]Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente entre si, pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade. CV (%) = Coeficiente de variação. [n] Número de observações.

Entre as cultivares a maior viabilidade da fase de ovos foi registrada para a cultivar AG 9045 convencional com 72,57% seguida pela AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* com 45,05% (Tabela 13). Santos et al. (2004) verificou em ensaios realizados em laboratório com *S. frugiperda* alimentadas com as cultivares de milho Elisa, BR 400 e BR Pampa, 59,02, 69,76 e 60,81% de viabilidade, respectivamente. Melo; Silva (1987) chegaram a resultados com uma viabilidade superior com 94,7%, 87,66% e 77,37%, nas cultivares AG 28, P 6872 e AG 64, respectivamente. Contudo, os resultados do presente trabalho evidencia uma influencia negativa da cultivar AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* sobre a viabilidade das posturas, podendo isso refletir num reduzido crescimento populacional e, como consequência, menor potencial de dano.

Na fase larval a viabilidade foi de 67,69 e 46,67% nas cultivares AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*, respectivamente (Tabela 13). Sá et al. (2009) já haviam relatado a adequação de braquiária (*Urochloa ruziziensis* Trin., 1853) para lagartas de *S. frugiperda* com 98% de viabilidade. Contudo, essa diferença de viabilidade, de acordo com os hospedeiros ofertados, reflete em alterações nos processos fisiológicos associados às

plantas e ao biótipo do inseto avaliado. A redução da viabilidade das fases é esperada em hospedeiros de baixa qualidade para o inseto ou com a presença de fator antinutricional.

Na fase de pré-pupa a viabilidade foi de 75,00% (AG 9045 convencional) e 69,84% (AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*) (Tabela 13). Rosa et al. (2012) encontrou viabilidades para *S. frugiperda* superiores a 81,80% (M89611) e 100% (M89287 e M89601). Esta diferença pode ter sido devida a algum mêcanismo de resistência que influenciou negativamente na nutrição de lagartas. De acordo com Scriber; Slansky Jr. (1981) aspectos como a fisiologia, comportamento, ecologia e a evolução de um inseto são afetadas por condições nutricionais.

A viabilidade da fase de pupa nas cultivares AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* foi de 96,97 e 81,82% (Tabela 13). Corroborando com o trabalho sobre efeito de genótipos de milho no desenvolvimento de *S. frugiperda*, que obtiveram uma viabilidade de 89,10% (Mp 701) a 100% (Mp 706) (SILVERA et al., 1997).

Na fase de desenvolvimento dos adultos de *S. frugiperda* a viabilidade foi de 72, 57% para AG 9045 convencional e 45,05% ao AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* (Tabela 13). Estudos realizados por Polanczyk; Alves (2005) confirmaram efeitos subletais de isolados de *Bt* na fase adulta de *S. frugiperda* afetando a oviposição e viabilidade dos adultos, isto se observa no presente estudo com as cultivares AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt.*

Tabela 13 - Viabilidade (%) das fases desenvolvimento da *Spodoptera frugiperda* alimentadas com as cultivares de milho AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* em laboratório.

	Viabilidade (%)	
Fases de desenvolvimento	AG 9045	AG 9045 PRO2
Ovo	72,57	45,05
Lagarta	67,69	46,67
Pré-Pupa	75,00	69,84
Pupa	96,97	81,82
Adulto	72,57	45,05

De acordo com os resultados obtidos, a biomassa de lagartas de *S. frugipeda* no 14° dia após a inoculação foi de 93,66 e 104,58 mg para as cultivares AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*, não apresentando diferença significativa (Tabela 14).

Waquil et al. (2002) a partir de experimentos realizados para observar a resistência da *S. frugiperda* em milho *Bt*, verificou que no 15° dia após a infestação, que a biomassa de lagartas alimentadas nos híbridos não-*Bt* ou suscetível variou de cerca de 150,00 a 250,00 mg no híbrido Pioneer 3162, usado como testemunha, e nos milhos *Bt*s, a biomassa encontrada variou de zero no hibrido 2722 IMI (Cry1F) a 586,40 mg, no híbrido Garst 8481 (Cry9C). O fator relacionado a essa diferença entre os valores encontrados por Waquil et al. (2002) e os do presente trabalho é que a cultivar talvez possa apresentar constituintes que afetem a digestibilidade e assimilação dos nutrientes, refletindo no peso adquirido inferior, mesmo na cultivar AG 9045 convencional. Este indício pode ser devido ao comportamento da lagarta-do-cartucho, que é diferente de acordo com cada hospedeiro, mesmo em plantas preferenciais, pois cada planta possui sua própria capacidade de defesa com exsudados, antibiose e/ou mesmo antixenose (DIAS et al., 2016).

O peso de pupas apresentou diferença significativa de 126,35 e 117,04 mg para lagartas alimentadas com AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*, respectivamente (Tabela 14). Em geral, a biomassa pupal é um parâmetro com baixa variabilidade, pois é uma fase de acúmulo de água no corpo do inseto. Contudo, existe uma correlação entre a biomassa pupal e a fertilidade, sendo que pupas com pesos maiores levam a adultos mais férteis (PENCOE; MARTIN; 1981; DIAS et al., 2016).

Viana; Potenza (2000) observaram que, apesar do consumo maior de alimento das lagartas mantidas no genótipo de milho convencional CMS 14C houve o prolongamento do ciclo biológico, redução de massa, de comprimento e de largura da cápsula cefálica da lagarta, indicando que o mecanismo envolvido pode ser antibiose. O mesmo foi verificado nesse trabalho, onde a cultivar AG 9045 convencional, apesar de ter proporcionado o desenvolvimento da fase larval de *S. frugiperda*, acarretou em menor peso de lagartas.

Tabela 14 - Peso (mg) (+ EP) de lagartas e pupas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com as cultivares AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* em laboratório.

Fases de desenvolvimento	Cultivares		
	AG 9045	AG 9045 PRO2	[2]CV (%)
Larval	93,66 ± 0,005 A[1] [107]	104,58 ± 0,011 A [91]	5,86
Pupal	126,35 ± 0,003 A [51]	117,04 ± 0,003 B [44]	14,9

[1]Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente entre si, pelo Teste t ao nível de 5% de probabilidade. [2]CV (%) = coeficiente de variação. [n] número de observações. EP = erro padrão.

A razão sexual média para os insetos alimentados no milho AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* foi de 33 e 39%. Waquil et al. (2013) afirma que o consumo de plantas que expressam proteínas *Bt* não afeta a sobrevivência dos insetos em função do sexo, entretanto, os resultados foram 49% e 50% em milhos não *Bt* e *Bt*, diferente dos encontrado no presente estudo.

Em relação à tabela de vida e fertilidade, observou-se que a taxa líquida de reprodução (R_o), ou seja, a capacidade da população aumentar em número a cada geração foi de 29,43 vezes para insetos alimentados com a cultivar AG 9045 convencional, 11,47 vezes para a cultivar AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* (Tabela 15), podendo esta última cultivar ser considerada a menos adequada para o desenvolvimento da lagarta-do-cartucho. Quando o alimento é adequado e/ou o inseto é adaptado às condições do meio, como é o caso de biótipos de *S. frugiperda*, os resultados deste parâmetro são maiores, como os obtidos por Bavaresco et al. (2004), que obtiveram uma taxa líquida de reprodução de 1938,8 para dietas testadas em laboratório e Oliveira et al. (1990) com os resultados de 710, 93, 615,74 e 560,56 para a população de *S. frugiperda* alimentada com milho em solo corrigido para três níveis de alumínio.

Quanto à duração média de uma geração (T), as cultivares apresentaram 39,00 dias na cultivar AG 9045 convencional, 39,20 dias na cultivar AG 90 45 PRO2 isolinha *Bt* (Tabela 15). Estes resultados se aproximam aos encontrados por Rosa et al. (2012) onde lagartas de *S. frugiperda* alimentadas com linhagens de milho M89420 e M89374 apresentaram, respectivamente, 37,3 e 60,1 dias.

A taxa intrínseca de crescimento r_m foi de 0,02 e 0,01, para insetos alimentados com as cultivares AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*, respectivamente, e a taxa finita de aumento (λ) e/ou taxa de crescimento diário da população foi de 1,02, 1,01 (Tabela 15).

Estes resultados corroboram com os encontrados por Rosa et al. (2012), que verificaram que a taxa intrínseca de crescimento para *S. frugiperda* alimentadas com as linhagens de milho M89287 foi de 0,02755, respectivamente, e a taxa finita de aumento (λ) e/ou taxa de crescimento diário da população para os mesmos materiais foi de 1,02.

Contudo, os paramentros duração média de uma geração (T) e a taxa intríseca de crescimento (r_m) atingiram resultados inferiores, o que reflete em baixo desenvolvimento das lagartas de *S. frugiperda*.

Tabela 15 - Taxa líquida de reprodução (Ro), duração média de uma geração (T), capacidade inata de aumentar em número (rm) e razão finita de aumento (λ) de *Spodoptera frugiperda*, com as cultivares de milho AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* em laboratório.

Parâmetros biológicos	Cultivares	
	AG 9045	AG 9045 PRO2
R_o	29,43	11,47
T	39,00	39,20
r_m	0,02	0,01
λ	1,02	1,01

Uma análise global dos resultados indica que há um controle sobre a *S. frugiperda* e existe um efeito acumulativo nas fases de desenvolvimento, visto nos dados que a viabilidade é superior no milho AG 9045 convencional em relação ao AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*. No entanto, deve se ter prudência na utilização de cultivares que apresentam proteínas Cry1A.105/Cry2Ab2, principalmente no que se referea ao desenvolvimento de resistência.

4.4 Experimentos em campo

4.4.1 Controle químico de *Spodoptera frugiperda* em cultivares de milho AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*

4.4.1.1 Safra 2014/2015

No quadro de análise de variância (Tabela 16), observa-se que avaliações realizadas 13/01/2015 e 23/01/2015 não apresentaram diferenças significativas entre as cultivares, produtos e cultivares X produtos.

No entanto, na avaliação do dia 29/01/2015 no estágio vegetativo V.9, houve diferença significativa entre as cultivares. Possivelmente, devido a cultivar convencional não apresentar genes que condicione o controle das lagartas de *S. frugiperda*, havendo dessa forma, maior estabelecimento desses insetos sobre a planta, resultando numa maior ocorrência de plantas atacadas (Tabela 17).

Para a avaliação realizada 05/02/2015 (Estádio V.10) tanto as cultivares quantos dos produtos apresentaram diferenças significativas (Tabela 16). Onde a cultivar AG 9045 convencional apresentou o maior número de plantas atacadas (Tabela 17). Em relação aos produtos aplicados, os melhores resultados foram obtidos com flubendiamida + zeta-cipermetrina e zeta-cipermetrina (Tabela 18).

Na última avaliação em 11/02/2015 – estádio V.11, apenas as cultivares apresentaram diferença significativa, tendo AG 9045 convencional a média de 96,16% de plantas atacadas (Tabela 17).

Tabela 16 - Resumo de análise de variância do controle químico de Spodoptera frugiperda na cultura do milho.

		13/01/2015 V.5	23/01/2015 V.7	29/01/2015 V.9	05/02/2015 V.10	11/02/2015 V.11
Fontes de Variação	GL	Quadrados médios				
Cultivar	1	94,60 ns	161,23 ns	1147,85 *	18434,17 **	17036,12 **
Tratamentos	7	295,96 ns	250,18 ns	109,39 ns	599,47 *	90,12 ns
Cultivar X Tratamentos	7	108, 23 ns	85,65 ns	313,34 ns	250,56 ns	92,47 ns
Bloco	3	178,64	157,78	205,06	203,03	93,68
Resíduo	45	48,83	105,52	253,55	437,41	507,58
Média		49,99	19,35	65,92	70,05	79,84
CV%		26,74	64,91	21,72	20,34	12,12

GL= Graus de liberdade. NS = Não significativo. CV% = coeficiente de variação. * 5% de probabilidade. **1% de probabilidade.

Tabela 17 - Porcentagem total de plantas de milho convencional AG 9045 e aisolinha *Bt* AG 9045 PRO2 atacadas por *Spodoptera frugiperda* a campo na safra 2014/2015.

Cultivar	13/01/2015 V.5	23/01/2015 V.7	29/01/2015 V.9	05/02/2015 V.10	11/02/2015 V.11
AG 9045	51,21A[1]	66,49ª	70,16 A	87,02 A	96,16 A
AG 9045 PRO2	48,77A	63,32ª	61,69 B	53,08 B	63,53 B

[1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste T ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 18 - Porcentagem de plantas de milho convencional AG 9045 e a isolinha *Bt* AG 9045 PRO2 atacadas por *Spodoptera frugiperda* a campo submetidas ao controle químico na safra 2014/2015.

Tratamentos	13/01/2015 V.5	23/01/2015 V.7	29/01/2015 V.9	05/02/2015 V.10	11/02/2015 V.11
Clorantraniliprole	52,75 A[1]	63,70 A	69,90 A	72,22 AB	81,09 A
Clorantraniliprole + Zeta-cipermetrina	58,08 A	73,28 A	69,61 A	76,40 AB	82,93 A
Flubendiamida	56,27 A	56,33 A	58,92 A	62,68 AB	74,71 A
Flubendiamida + Zeta-cipermetrina	53,17 A	71,34 A	67,76 A	78,18 A	81,19 A
Clorfenapir	48,02 A	64,43 A	68,13 A	65,20 AB	76,48 A
Clorfenapir + Zeta-cipermetrina	43,08 A	66,06 A	64,90 A	53,77 B	78,89 A
Zeta-cipermetrina	47,35 A	64,74 A	64,81 A	76,49 A	78,51 A
Água	41,18 A	59,35 A	63,32 A	75,42 AB	84,91 A

[1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Shioga et al. (2012) avaliando milhos convencionais e transgênicos na região do Paraná, relatou na safra 2011/2012, alto nível de infestação de plantas por *S. frugiperda*, mesmo em alguns das cultivares *Bt*, chegando próximo a 50%, e nas cultivares convencionais, que chegou próximo a 97%, muito semelhante ao verificado nesse trabalho.

O padrão climático no Rio Grande do Sul nesta safra se caracterizou pela ocorrência de precipitações acima da média pronunciado pelo fenômeno *El Niño,* este fato pode ter desfavorecido a cultura do milho, afetando o vigor e aumentando suscetibilidade a insetos (SHIOGA et al. 2012). Na safra 2014/2015. Shioga et al. (2015a) observou queda na produção do milho na região do Paraná, em função de que o período de estresse hídrico atingiu mais intensamente determinadas cultivares nos estádios mais críticos de desenvolvimento das plântulas, bem como foi observado que houve a ocorrência de doenças em milho, acamamento e quebra causados por fortes vendavais, corroborando para a redução no rendimento médio de grãos (SHIOGA et al., 2015b).

A alta ocorrência de *S. frugiperda* na área de plantio é devido, provável à instabilidade das condições climáticas que ocorreram na safra 2014/2015, que afetou a janela recomendada de plantio de varias regiões produtoras do milho. Ou até mesmo a temperatura noturna que no mês de março alcançou média de 1,3 °C mais elevada do que o ano anterior. Devido ao aumento das temperaturas durante a noite houve aceleração do desenvolvimento dos insetos como *S. frugiperda*, ocorrendo mais ciclos da praga na área do plantio. Além de acelerar o desenvolvimento e a maturidade das plantas, há interferencia na produtividade dos grãos (VIANA, 2015; VIANA et al., 2016).

Biotipos de *S. frugiperda* também podem ser a causa, pois, segundo Pashley et al. (1987) e Adamczyk et al. (1997) os mesmos poderão apresentar comportamento diferenciado em relação à susceptibilidade a inseticidas.

Waquil et al. (2002) estudaram a eficiência de nove híbridos de milho geneticamente modificados com expressão das toxinas Cry1Ab, Cry1Ac, Cry9C e Cry1F nos EUA. Os autores observaram diferentes níveis de resistência dos híbridos a *S. frugiperda*, e os que expressavam as toxinas Cry1F, Cry1Ab, Cry1Ac e Cry9C foram considerados altamente resistentes, resistente, moderadamente resistente e suscetível, respectivamente.

Estudos conduzidos por Keller et al. (1996) evidenciaram, através da análise do conteúdo intestinal de *Spodoptera littoralis,* a alta atividade proteolítica que é capaz de degradar completamente a proteína Cry1C, indicando ser este um dos fatores envolvidos na resistência.

4.4.1.2 Safra 2015/2016

No início do estabelecimento da cultura, no estágio vegetativo V.3 não apresentou diferença significativa entre as cultivares, produtos e ambos (Tabela 19).

Na avaliação seguinte 18/01/2016 – estádio V.5 a porcentagem de plantas atacadas na cultivar AG 9045 convencional foi maior em comparação ao isolinha *Bt*. Estes resultados são semelhantes ao da safra anterior avaliada, porém no estágio vegetativo V9 (Tabela 17). Provavelmente, as condições climáticas podem ter influenciado a ocorrência antecipada das lagartas de *S. frugiperda*, pois fatores como temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica são determinantes para a presença ou ausência desses insetos (Waquil et al., 2002).

No estágio V.9 não se observou diferença significativa tanto para cultivar quanto para os produtos utilizados (Tabela 19), No entanto, ao avaliar em 11/02/2016 – V.10 a cultivar convencional apresentou média de 35,01% e a isolinha *Bt* 11,99% de plantas atacadas (Tabela 20). Na safra 2014/2015 observou-se também esta diferença significativa, entretanto, a pressão dos insetos sobre as cultivares foi mais elevada (Tabela 17 e 20). Em relação aos produtos o melhor resultado foi para clorantraniliprole e o que resultou em menor controle foi flubendiamida + zeta-cipermetrina, não diferindo dos outros inseticidas utilizados (Tabela 21).

Tabela 19 - Resumo da análise de variância do controle químico de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho.

Fontes de Variação		12/01/2016 V.3	18/01/2016 V.5	03/02/2016 V.9	11/02/2016 V.10	16/02/2016 V.10
	GL	Quadrados Médios				
Cultivar	1	7,31^{ns}	89,67 **	0,34^{ns}	8470,90 **	33,01^{ns}
Tratamentos	7	1,06^{ns}	155,60 ^{ns}	0,14^{ns}	235,22 **	7,52^{ns}
Cultivar X tratamentos	7	4,59^{ns}	219,74 ^{ns}	0,14^{ns}	133,06^{ns}	16,22^{ns}
Bloco	3	8,35	31,18	0,17	64,49	35,22
Resíduo	45	2,73	21657,53	0,11	67,48	26,81
Média		1,20	34,08	0,07	23,50	4,21
CV%		177,92	43,49	571,97	34,17	122,85

GL= Graus de liberdade. NS = Não significativo. CV% = coeficiente de variação. * 5% de probabilidade. **1% de probabilidade.

Tabela 20 - Porcentagem de plantas de milho convencional AG 9045 e a isolinha *Bt* AG 9045 PRO2 atacadas por *Spodoptera frugiperda* a campo na safra 2015/2016.

Cultivar	12/01/2016 V.3	18/01/2016 V.5	03/02/2016 V.9	11/02/2016 V.10	16/02/2016 V.10
AG 9045	1,41A[1]	52,48 A	0,14 A	35,01 A	4,96 A
AG 9045 PRO2	0,99A	15,69 B	0,00 A	11,99 B	3,47 A

[1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste T ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 21 - Porcentagem de plantas de milho convencional AG 9045 e a isolinha *Bt* AG 9045 PRO2 atacadas por *Spodoptera frugiperda* a campo submetidas ao controle químico na safra 2015/2016.

Tratamentos	12/01/2016 V.3	18/01/2016 V.5	03/02/2016 V.9	11/02/2016 V.10	16/02/2016 V.10
Clorantraniliprole	0,00 A[1]	31,58 A	0,00 A	29,74 A	6,61 A
Clorantraniliprole + Zeta-cipermetrina	0,53 A	36,12 A	0,00 A	22,14 AB	1,29 A
Flubendiamida	0,00 A	36,07 A	0,29 A	19,51 AB	3,48 A
Flubendiamida + Zeta-cipermetrina	1,53 A	31,18 A	0,00 A	16,95 B	5,88 A
Clorfenapir	0,76 A	34,46 A	0,00 A	18,33 AB	2,55 A
Clorfenapir +Zeta-cipermetrina	2,49 A	34,70 A	0,29 A	22,17 AB	3,47 A
Zeta-cipermetrina	2,45 A	32,86 A	0,00 A	28,16 AB	6,93 A
Água	1,86 A	35,67 A	0,00 A	30,97 A	3,48 A

[1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No início do estabelecimento da cultura, para a cultivar AG 9045 convencional e para a AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*, no estágio V.3 não foi necessário a utilização de insetidas, devido ao não atingimento do nível de controle (10%) (Tabela 20). No entanto, a partir deste período observou-se o crescente número de plantas atacadas, em ambas cultivares. Isso se deu, provavelmente, pelo fato da população de *S. frugiperda* estar reduzida na área e, com a chegada dos primeiros adultos houve aumento, devido ao acasalamento e posturas, aumentando rapidamente até alcançar o tamanho máximo e permanecer assim até o final do ciclo da cultura (SILOTO, 2002; MELO et al., 2014). Este aumento se deu com 31 dias após a emergência das plantas no campo no estágio vegetatvo V.5 (Tabela 20).

Outro fator que pode ter balizado a baixa ocorrência de *S. frugiperda* na área é o fato que, de acordo com Melo et al. (2014) que realizou estudos de correlação e distribuição espacial de plantas infestadas pela *S. frugiperda,* concluíram que o modelo que descreve melhor a distribuição espacial é o padrão agregado, ou seja, mesmo não havendo a aplicação de métodos de

controle, ao se estabelecer uma população de *S. frugiperda* na cultura do milho, algumas parcelas apresentaram maiores e menores médias de plantas atacadas. O que foi observado na tabela 21 no estágio vegetativo V.3.

Com a avaliação realizada em 18/01/2016 – V.5, todos os tratamentos nas cultivares AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* ultrapassaram a porcentagem de 10% de plantas atacadas, atingindo o nível de controle, sendo necessária a intervensão com inseticidas. O maior ataque foi verificado na cultivar convencional (AG 9045 convencional) (52,48%) em relação a cultivar *Bt* (15,69%) (Tabelas 20), uma diferença entre as cultivares de aproximadamente 35%, em relação ao de dano causado pela alimentação de lagartas de *S. frugiperda*.

Moraes et al. (2015) afirmam que os danos provocados pela lagarta-do-cartucho foram mais severos nas cultivares convencionais de milho do que em suas versões transgênicas nas localidades de Campinas e Mococa, sendo que as maiores notas de danos foliares, de acordo com a escala de Davis, foram observadas para as cultivares convencionais P30F35, DKB390 e DAS2B710, nas duas regiões, aos 60 dias após a semeadura do milho. Este fato também foi observado por Mendes et al. (2008) onde os valores, pela escala, para a cultivar convencional apresentaram grandes lesões e furos em várias folhas, enquanto que, para a cultivar *Bt*, verificou-se plantas com poucas folhas raspadas e pequenos furos.

No estágio vegetativo V9 após a aplicação dos controles não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos, evidenciando a eficiência no controle (Tabelas 20).

A baixa incidencia de lagartas observada na cultivar AG 9045 convencional, mesmo após a aplicação de inseticidas, pode ser devido ao fato desses insetos serem remanescentes, por não terem sido atingidos com o produto, devido a se localizarem no cartucho do milho. Silva (1999) realizou um trabalho para observar a eficiência dos inseticidas em dois métodos de aplicação (jato direcionado e área total), no controle de *S. frugiperda* em milho, e teve como resultado que o a aplicação em jato direcionado, que varia em função da época, do estado da planta, do modo de aplicação e do volume de calda aplicado é o mais eficiente.

Shioga et al. (2016) afirma que houve grande influência do fenômeno *El Niño* sobre o clima durante a safra 2015/2016. Onde teve como características na região sul do Brasil ocorrência de precipitações muito acima da média, temperaturas muito elevadas e, também, em certos períodos ocorreram temperaturas mais baixas que o normal e a incidência de geadas.

Possivelmente, devido a esta alta incidência de precipitação e épocas com geadas, pode ter favorecido o controle natural de *S. frugiperda* no campo, comparada com a safra 2014/2015 que houve um grande aumento populacional de insetos devido a boa distribuição de chuvas e temperaturas elevadas. Fernandes et al. (2016) afirma que a precipitação é um fator determinante no desenvolvimento do inseto e que de acordo que aumenta os insetos acabam diminuindo devido ao impacto das gotas sobre os indivíduos ou até mesmo morte das pupas devido ao solo alagado.

Dentro de outros fatores climáticos a temperatura também apresenta uma grande importância no desenvolvimento dos insetos e acaba influenciando a ocorrência das maiores e menores populações num determinado local (HADDAD et al., 1999). Fernandes et al. (2016) em estudos com monitoramento de *S. frugiperda* na safra 2015/2016 afirma que houve maior variação de temperatura em comparação a 2014/2015. Provavelmente, devido a variação de temperatura pode ter interferido no desenvolvimento do inseto, reduzindo sua incidência na safra 2015/2016.

Contudo, fica evidente que mesmo utilizando o método de controle químico e cultivares resistentes fatores climáticos como temperatura e precipitação são determinantes na eficiência do controle.

4.4.1.3 Componentes do rendimento

Devido às condições climáticas e a alta incidência de insetos na safra de 2014/2015, não foi possível realizar avaliação dos componentes do rendimento.

Na safra de 2015/2016 o diâmetro da espiga não apresentou diferença significativa entres os tratamentos na cultivar AG 9045 convencional, entretanto, para a cultivar AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* o tratamento clorfenapir foi que apresentou a melhor resultado diferindo da testemunha (Tabela 22 e 23). Entre as cultivares o tratamento zeta-cipermetrina e a testemunha

apresentaram as maiores médias em relação ao diâmetro da espiga para AG 9045 convencional (Tabela 23).

O diâmetro do sabugo não obteve diferença entre os tratamentos, contudo, ao se comparar as cultivares o tratamento clorantraniliprole na cultivar AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* apresentou a maior média de 27,32 mm (Tabela 23).

Para o comprimento da espiga, não houve diferença significativa entre os tratamentos na cultivar AG 9045 convencional. Esses resultados se diferem na cultivar AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* onde a testemunha atingiu 18,73 e flubendiamida 16,61 unidades diferindo entre si (Tabela 23). Entre as cultivares somente o tratamento clorantrailiprole + zeta-cipermetrina apresentou diferença significativa, tendo a cultivar AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* à melhor média de 17,94 cm (Tabela 23).

O componente de rendimento fileira de grãos também não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Contudo entre as cultivares, a aplicação de clorantraniliprole + zeta-cipermetrina apresentou diferença significativa (Tabela 23).

O número de grãos por fileira e o peso de 100 grãos não apresentaram diferença significativa (Tabela 22).

No entanto, os resultados se aproximam aqueles obtidos com a cultivar AG 9023 PRO3, cujo peso médio de 1000 grãos é de 418 gramas (AGROCERES, 2016).

Em trabalho realizado por Schuster et al. (2014) comparando as cultivares de milho no município de Doutor Maurício Cardoso – RS, foi verificado para a cultivar AG 9045 convencional um peso de 1000 grãos de 295,50 gramas, diferentemente do observado neste trabalho, evidenciando que que a cultivar trabalhado depende das condições do meio onde se encontra para que o mesmo possa manifestar seu potencial produtivo.

Não foi possível estabelecer uma relação entre a variável e a cultivar, pois para nenhuma das variáveis analisadas houve um padrão de redução ou preferência.

Trabalhos realizados por Hellwing (2015) em avaliação do refugio no saco para milho transgênico em terras baixas se aproximou dos resultados encontrados para os componentes do rendimento, tais como: diametro do

espiga e do sabugo, e fileiras de grãos para as cultivares AG 9045 e BG 7060 ambas convencionais. O comprimento da espiga, peso de 1000 e grãos por fileira foram inferiores, possivelmente, algum fator climático pode ter interferido nestes parametros.

Tabela 22 - Resumo da análise de variância para as características: diâmetro de espiga (DE), comprimento da espiga (CE), fileira de grãos (FG), grãos por fileira (GF), diâmetro do sabugo (DS) e peso de mil grãos (PM).

FV	GL	DE	CE	FG	GF	DS	PM
Cultivar	1	18,00 *	18,00 *	1,33 ^{ns}	43,13 ^{ns}	17,57 *	7,50^{ns}
Tratamentos	7	1,73 ^{ns}	1,73 ^{ns}	0,57 ^{ns}	23,09 ^{ns}	2,11 ^{ns}	0,00^{ns}
Cultivar X tratamentos	7	10,83 *	10,83 *	1,71 ^{ns}	17,14 ^{ns}	2,86 ^{ns}	0,00^{ns}
Bloco	11	692,99	4,19	1,30	19,38	2,62	0,00
Resíduo	165	9,86	9,86	0,92	35,33	2,21	0,00
Média		44,12	17,45	12,83	33,81	26,25	0,04
CV%		4,64	10,04	8,90	13,02	6,17	9,63

GL= Graus de liberdade. NS = Não significativo. CV% = coeficiente de variação. * 5% de probabilidade. **1% de probabilidade.

Tabela 23 - Médias dos componentes do rendimento das cultivares AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*, submetidas a diferentes tratamentos com inseticidas.

Cultivar	Clorantraniliprole	Clorantraniliprole + Zeta-cipermetrina	Flubendiamida	Flubendiamida + Zeta-cipermetrina	Clorfenapir	Clorantraniliprole + Zeta-cipermetrina	Zeta-cipermetrina	Água
				Diâmetro da Espiga (mm)				
AG 9045	44,33aA[1]	43,81aA	44,30aA	44,01aA	43,69aA	44,68aA	45,47aA	45,15aA
AG 9045 PRO2	43,88abA	44,37abA	44,47abA	43,69abA	44,89aA	43,38abA	43,57abB	42,27bB
				Diâmetro do Sabugo (mm)				
AG 9045	25,65 aB	26,43 aA	26,11 aA	25,73 aA	25,97 aA	25,55 aA	26,23 aA	25,91 aA
AG 9045 PRO2	27,32 aA	26,30 aA	27,16 aA	25,52 aA	26,49 aA	26,78 aA	26,20 aA	26,63 aA
				Comprimento da Espiga (cm)				
AG 9045	17,58 aA	17,60 aA	16,91 aA	17,36 aA	17,67 aA	16,00 aB	17,47 aA	18,35 aA
AG 9045 PRO2	17,25 abA	17,10 abA	16,61 bA	17, 03 abA	18,04 abA	17,94 abA	17,57 abA	18,73 aA
				Fileira de Grãos (unidade)				
AG 9045	12,83aA	13,33 aB	12,50 aA	13,17 aA	12,83 aA	12,67 aA	13,00 aA	13,00 aA
AG 9045 PRO2	13,00aA	12,33 aA	13,33 aA	12,83 aA	12,83 aA	12,33 aA	12,83 aA	12,50 aA
				Grãos por Fileira (unidade)				
AG 9045	33,67 aA	34,00 aA	32,75 aA	32,50 aA	34,42 aA	35,25 aA	35,50 aA	36,00 aA
AG 9045 PRO2	33,83 aA	33,83 aA	32,25 aA	33,08 aA	35,08 aA	32,00 aA	31,66 aB	35,08 aA
				Peso de 100 grãos (gr)				
AG 9045	39,00 aA	39,50 aA	40,83 aA	40,00aA	40,33 aA	40,50 aA	41,33 aA	40,83 aA
AG 9045 PRO2	40,16 aA	41,50 aA	41,83 aA	41,50 aA	43,00 aA	42,83 aA	41,50 aA	43,33 aA

[1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste T ao nível de 5% de probabilidade e minúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação a produtividade (Kg ha^{-1}), houve diferença significativa apenas para as cultivares, não havendo efeito dos produtos, nem interação entre os fatores (Tabela 24),onde a isolinha *Bt* atingiu o maior valor com 3155,48 Kg ha^{-1}, seguido pela convencional com 2280,76 Kg ha^{-1} (Tabela 25). Com isso, infere que devido a cultivar AG 9045 PRO2 apresentar genes *Bt,* o mesmo possibilita mais uma forma de proteção contra insetos reduzindo a quantidade de injúrias na planta.

Tabela 24 - Resumo da análise de variância do controle químico de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho.

Fatores de Variação	GL	Produtividade
Cultivar	7	12242003,80 **
Tratamentos	7	427573,58 ^{ns}
Cultivar X tratamentos	3	167109,92 ^{ns}
Bloco	1	253959,79
Resíduo	45	35454,86
Média		2718,12
CV%		18,54

GL= Graus de liberdade. NS = Não significativo. CV% = coeficiente de variação. * 5% de probabilidade. **1% de probabilidade.

Tabela 25 - Produtividade (Kg ha^{-1}) entre as cultivares AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt.*

Cultivares	Produtividade (Kg ha^{-1})
AG 9045	2280,76 B[1]
AG 9045 PRO2	3155,48 A

[1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem significativamente entre si pelo teste T ao nível de 5% de probabilidade.

Hellwig (2015) trabalhando com as cultivares AG 9045 convencional e isolinha *Bt* relatou uma produtividade de aproximadamente 3562,1 Kg ha^{-1} e 3975,7 Kg ha^{-1}, respectivamente, na safra de 2013/2014 em do Capão do Leão. Estudos realizados por Batista (2010) com desempenho de híbridos de milho experimentais e comerciais para a produção de grãos na região de Augusto Pestana, safra 2009/2010, obteve produtividades para as cultivares AG 9020 e PRE 22D11 aproximadamente de 7682,3 kg ha^{-1} e 5638,6 kg ha^{-1}, respectivamente. Possivelmente, a baixa produtividade relatada em todos os tratamentos do presente trabalho pode ser pelo fato das condições climáticas não estarem adequadas para o desenvolvimento da cultura do milho.

4.4.2 Ocorrência de insetos em soja RR e RR 2

4.4.2.1 Safra 2014/2015

O número de lagartas coletas por pano de batida no período de desenvolvimento da cultura da soja, desde a emergência até o início do período reprodutivo, em cada cultivar avaliada atingiu um valor reduzido (Figura 3). Embora tenham ocorrido lagartas o nível de dano econômico de 20 lagartas/m ou 30% de desfolha (BUENO et al., 2010) não foi atingido, não havendo necessidade de controle.

Lourenção et al. (2000) em experimentos realizados nas safras de 1997/1998 e 1998/1999, com o objetivo de avaliar danos de desfolhadores em genótipos de soja de ciclo precoce, semiprecoce e médio na região de Tarumã e Ribeirão Preto, relataram que a ocorrência de *A. gemmatalis* ocorreu somente no 2° ano com início no estágio reprodutivo R.3, devido as diferenças climáticas aliadas às variações na flutuação de espécies de lagartas. Isso acaba corrobora com o fato de que, de acordo com as condições ambientais, há interferencia na presença ou ausência de insetos pragas.

A severidade do ataque de pragas de importância agrícola está diretamente relacionada aos fatores meteorológicos, além do que as medidas de controle para serem eficientes dependem basicamente das condições meteorológicas reinantes. Um aspecto importante no manejo de pragas é o grau de infestação prévio e as características da cultivar. Obviamente a medida mais adequada, econômica e que melhor respeita o meio ambiente é o uso de variedades tolerantes ou resistentes (CIAGRO, 2017).

Na avaliação de 28/01/2015 – V3 tanto na cultivar BMX Potência quanto BMX Vanguarda IPRO houve uma média de *H. armigera* com 3,0 e 1,0 lagartas, respectivamente, e *C. includens* com 7,0 e 2,0 lagartas observadas, respectivamente. Não foi verificada a ocorrência na cultivar BMX Ponta IPRO (Figura 3). A cultivar BMX Potência apresentou o maior número de lagartas coletadas de *H. armigera* em todo o ciclo da cultura.

Na safra de 2011/2012, foi registrado um grande surto de lagartas de *H. armigera* na região da Bahia, especialmente no algodoeiro, mas também em soja e milho, seja transgênica ou não. Na safra seguinte, 2012/2013 foram verificadas novamente incidências de *H. armigera* nos cultivos da Bahia e foi se

espalhando pelo País. No entanto, nas safras subsequentes não houve mais relatos de surtos deste inseto, possivelmente fatores como controle biológico e manejo podem ter favorecido para que esse inseto atingisse o equilíbrio ecológico no ambiente agrícola (ÁVILA et al., 2013; CZEPAK et al., 2013b).

Em 06/02/2015 no estágio vegetativo V5 a cultivar BMX Potência obteve a média de três espécies mais importantes para a cultura, *C. includens*, *A. gemmatalis* e *H. armigera* com 5,0, 2,0 e 1,0 indivíduos, respectivamente. Para BMX Vanguarda IPRO houve ocorrência somente de *C. includens* (2,0 lagartas) e, na cultivar BMX Ponta IPRO foi coletado somente um exemplar de *A. gemmatalis* (Figura 3).

Souza (2017) avaliando a ocorrência de pragas ao longo da cultura da soja transgênica BRS Favorita RR no município de Selvíria/MS observou que dentro dos inetos-pragas que atacam a soja, as lagartas *A. gemmatalis* e *C. includens* ocorreram durante todo o período de amstragem. Tendo maior incidência de *A. gemmatalis* entre o período de 36 a 69 dias após emergência das plantas, com maior população aos 55 dias, com 25 indivíduos por 60 metros lineares de plantas. Para a *C. includens* foi observada dos 29 aos 69 dias após a emergência das plantas, não registrado lagartas de *H. armigera*. As plantas apresentavam o mesmo período vegetativo V5 e ocorreu a maior quantidade desses insetos na área de estudos, corroborando com os resultados encontrados.

A partir da safra de 2000/2001 e 2001/2002, ocorreram grande mudanças no sistema produtivo da soja que contribuiram para alterar o status de *C. includens*, que passou a ser considerada praga-chave em varias regiões brasileiras. Constatada também na safra de 2003/2004, com vários surtos da praga nos estados de Mato Grosso do Sul, Goiais, São Paulo e Paraná, ocorrendo isoladamente ou associada a *A. gemmatalis* (BUENO et al., 2007).

Na área avaliada, *C. includens* foi a praga que apresentou maior incidência em todo o ciclo da cultura (Figura 3). Segundo Sosa-Gómez et al. (2003) o que pode estár associado ao aumento de aplicações de fungicidas na cultura da soja para o controle da ferrugem-asiática, que acabam controlando fungos entomopatogênicos causadores da doença-branca ou doença-marrom, que atuavam como agentes decontrole biológico das lagartas falsas-medideira, mantendo a população em equilíbrio, por epizootias.

Na amostragem subsequente, realizada em 12/02/2015 – R.1, BMX Potência foram observadas médias de 4,0 lagartas, *C. includens* 1,2 lagartas de *A. gemmatalis* e 1,0 lagarta de *H. armigera*. Na cultivar BMX Vanguarda IPRO ocorreu somente 1,0 lagarta de *A. gemmatalis* e 1,0 de *C. includens*, e no BMX Ponta IPRO houve ocorrencia de somente 1,0 lagarta de *A. gemmatalis* (Figura 3).

No estágio vegetativo R3 na cultivar BMX Potência foi o que apresentou o maior número de lagartas coletas no pano de batida, 8,0 lagartas coletadas de *C. includens*, seguido por um número bem menor de *A. gemmatalis* (1 lagarta). Na cultivar BMX Ponta IPRO não foi observada ocorrência de lagartas (Figura 3).

Representando o estágio mais crítico da cultura R.5 (03/03/2015), onde ocorre o enchimento dos grãos a incidência, para a cultivar BMX Potência foi de 6,7 lagartas de *C. includens* e 6,5 lagartas de *A. gemmatalis*. Para a cultivar BMX Vanguarda IPRO houve ocorrência de 6,7 lagartas de *C. includens* e 2,0 lagartas de *A. gemmatalis* , já para a cultivar BMX Ponta IPRO não houve ocorrência de lagartas (Figura 3).

Na ultima avaliação realizada 16/03/2015 – R.6 *H. armigera* foi coletada somente na cultivar BMX Potência. *A. gemmatalis* ocorreu em ambos as cultivares e *C. includens* apresentou somente no BMX Vanguarda IPRO e BMX Ponta IPRO, respectivamente (Figura 3).

Costa et al. (2011) afirma que nas cultivares convencionais, há uma ocorrência maior devido a sua susceptibilidade; e que apresentam quantidades de lagartas pequenas, médias e grandes, enquanto em cultivares transgênicas por apresentarem proteínas Cry são encontradas apenas lagartas pequenas se alimentando das folhas. Os sintomas quando as lagartas se alimentam de plantas *Bt* são movimentos mais lentos e diminuição na sua capacidade de alimentação causando a morte. Com isso lagartas pequenas não conseguem desenvolver igual nas cultivares convencional, não apresentando indivíduos grandes (CRUZ et al., 2011).

Mesmo a cultivar BMX Potência sendo convencional, sem a inclusão de gene *Bt*, a ocorrência de lagartas desfolhadoras foi muito inferior (Figura 3). De acordo com Shioga et al. (2015b) este fator pode ser devido ao regime de

chuvas acima da média na região Sul do Brasil no período de avaliação (Figura 4).

Sujii et al. (2002) realizando amostragem semanal em área de soja na região do Distrito Federal constatou a ocorrência das primeiras lagartas pequenas 20 dias após o plantio da soja. Com a redução de chuvas favoreceu o rápido crescimento populacional da lagarta-da-soja. A densidade inicial de uma lagarta por pano saltou para 40 lagartas por pano, em apenas 14 dias, e alcançou a densidade de 84 lagartas por pano de batida, em mais 5 dias, exigindo medidas de controle para evitar danos econômicos à cultura.

Condições climáticas é um fator determinante para a presença ou ausência de insetos na área de plantio, Bertels (1970) afirma que o peso e o impacto das gotas de chuva podem arrastar para chão as lagartas, especialmete as menores, que se encontram na superficie das plantas ou até mesmo pode ocorrer o afogamento das lagartas devido as poças de águas formadas.

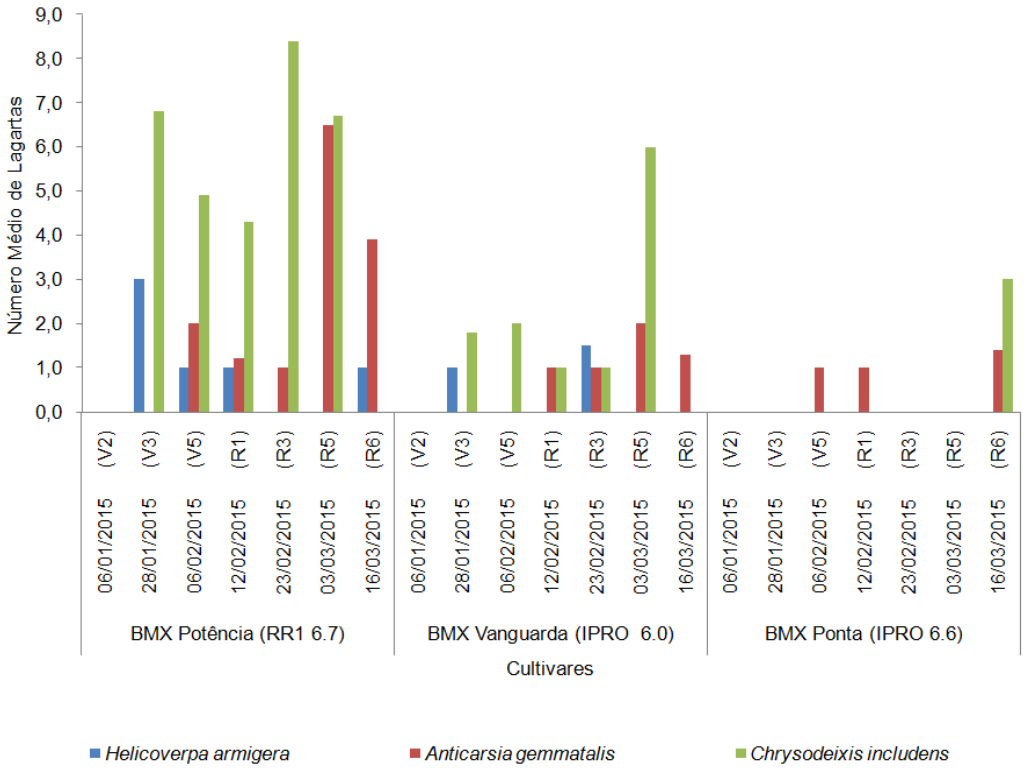

Figura 3 – Número médio lagartas de *Helicoverpa armigera*, *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* nas cultivares BMX Potência (RR1 6.7), BMX Vanguarda (IPRO 6.0) e BMX Ponta (IPRO 6.6).

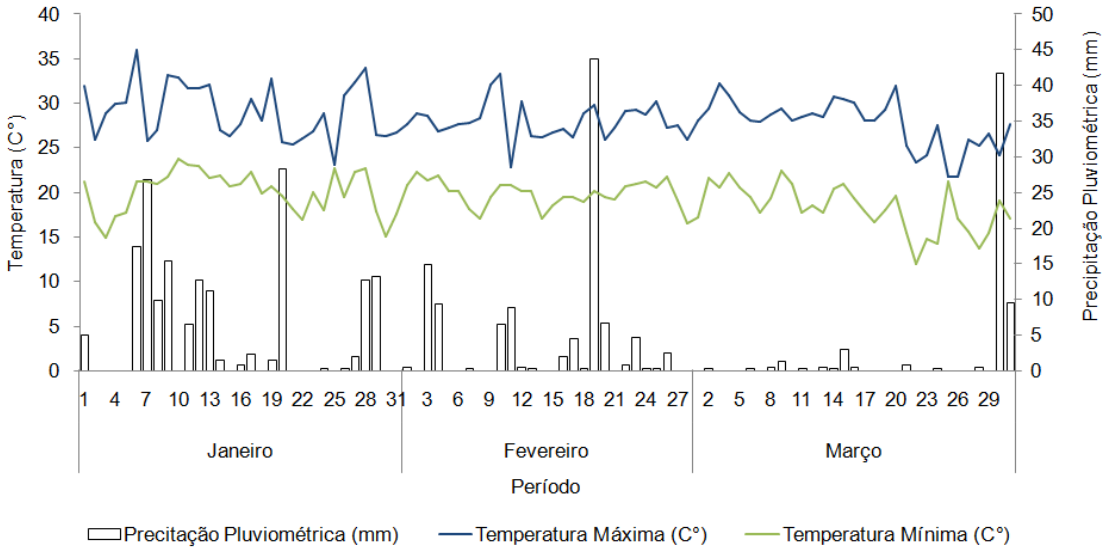

Figura 4 – Climograma de temperatura (C°) e precipitação pluviométrica (mm) em Capão do Leão, RS na safra de 2014/2015. Agromet, 2017.

Avaliando o número de lagartas de maneira geral, observou-se que *C. includens* apresentou maior ocorrência, com picos populacionais no estágio vegetativo V.3 e V.5 (Figura 5).

H. armigera teve incidência superior a *A. gemmatalis* de 06/01/2015 a 28/01/2015, logo após houve uma redução e manteve baixa até o final do ciclo da cultura (Figura 5).

Em relação a *A. gemmatalis* que é a principal praga da cultura da soja, não foi coletada nenhuma lagarta de 06/01/2015 a 28/01/2015. A partir de 06/02/2015 até 23/02/2015 foi observado uma média de 3,0 lagartas, com pico na população em 03/03/2015 (Figura 5).

Moraes et al (1991) avaliando a flutuação populacinal de plusiinae e *A. gemmatalis* em soja no Rio Grande do Sul durante as safras de 1986/1987 e 1987/1988 no Municipio de Arroio Grande, Capão do Leão, Cruz Alta e Santa Rosa constataram que nos dois primeiro anos *C. includens* e *Rachiplusia nu* (Guenée 1852) (Lepidoptera: Noctuidae) foram as primeiras lagartas a se estabelecer sobre a cultura da soja (Cultivar Bragg). Entretanto, as duas espécies tiveram dificuldades de se desenvolver além da primeira geração, devido à forte pressão dos parasitóides e entomopatógenos, desaparecendo no mês de março. Este, além dos fatores climáticos que ocorreram durante a safra (Figura 4), podem servir de subsídios para justificar o que foi verificado neste

trabalho, pelo fato de não ter sido verificadoquantidades altas de lagartas, suficientes para causar danos.

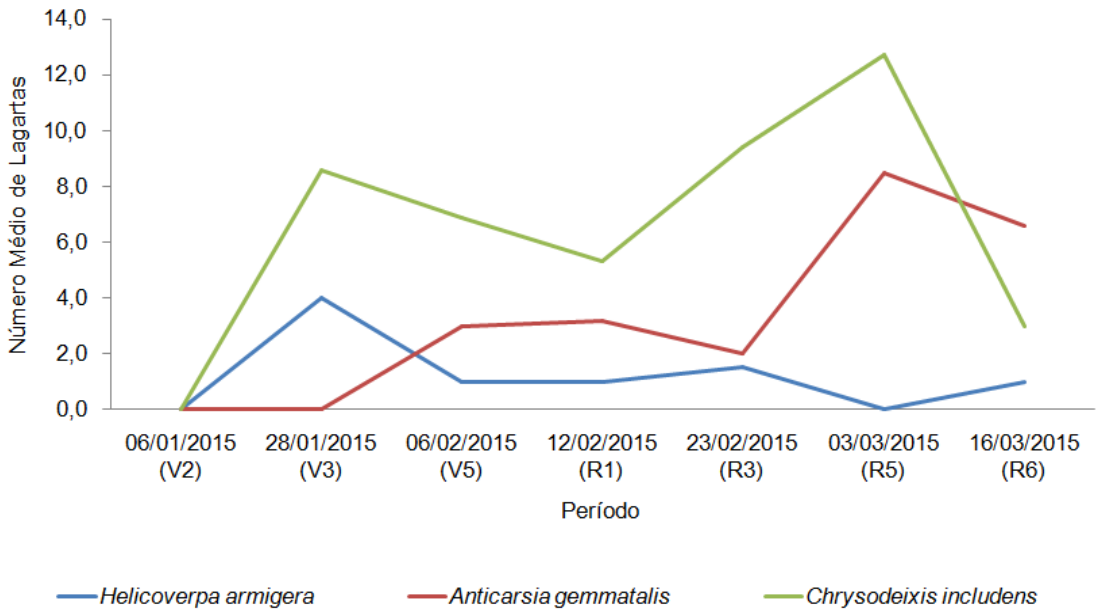

Figura 5 - Número médio de lagartas de *Helicoverpa armigera*, *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* em soja. Safra 2014/2015.

Na amostragem realizada no estagio vegetativo V.2 (06/01/2015), foram observados nas cultivares BMX Potência e BMX Vanguarda IPRO a ocorrência de percevejos das espécies *Piezodorus guildinii* (1,0) e *Nezara viridula* (1,0); na cultivar BMX Ponta IPRO não ocorreram percevejos (Figura 6).

Em 28/01/2015 – V.3 foi observada somente a presença de *N. viridula* na cultivar BMX Potência. Na cultivar BMX Vanguarda IPRO foram observados *P. guildinii* (1,5) e *Euschistus eros* (1,4). Enquanto que, na cultivar BMX Ponta IPRO não foi observada a presença dos percevejos (Figura 6).

Em 06/02/2015 – V.5 BMX Potência e BMX Vanguarda IPRO tiveram a ocorrência da três espécies depercevejos (Figura 6).

A cultura da soja ao atingir o primeiro estágio reprodutivo, em 12/02/2015 – R.1, registrou uma queda na oocrrência de percevejos, sendo que para a cultivar expressando a proteína Cry, houve a ocorrência das três espécies, sendo que, a partir desta avaliação a maior ocorrência de percevejos, foi verificada nesta cutivar (Figura 6). De acordo com Silva (2013) não há efeito da soja expressando a proteína Cry1Ac sobre as populações do percevejo *E.*

heros em campo, pois esta espécie não tem seu desenvolvimento alterado quando alimentado com esta cultivar.

Santos (2008) afirma que o número médio de percevejos por batida de pano, mantém-se baixo e estável até meados do estágio de enchimento dos grãos. Após, cresce gradativamente, atinge o nível de controle e, em seguida, próximo à maturação fisiológica da cultura, decresce. Resultados semelhantes foram observados por Corrêa-Ferreira (2003) em Jataizinho, PR.

Em 23/03/2015 – R.3 houve a redução do número de espécies de percevejos para a cultivar RR e aumento para as cultivares transgênicos. (Figura 6).

Na fase mais delicada da cultura que é R.5, onde ocorre o enchimento dos grãos as quantidades de percevejos se mantiveram, em média 1,0 percevejo amostrado por pano de batida. Com excessão da cultivar BMX Ponta IPRO que apresentou a maior quantidade, 3,4 percevejos de *N. viridula* coletados (Figura 6).

Ao longo do ciclo da cultura observou-se um aumento da infestação de percevejos durante o período da formação de grãos até a maturação fisiológica, corroborando com os estudos de Salvadori; Gomez (1982), Pacheco et al. (1999) e Thomazini (1999), já que esta é a fase mais abundante em alimento.

Ao final das avaliações em 16/03/2016 – R.6, duas espécies de percevejos foram amostradosem todas as cultivares, que foram *P. guildinii* e *N. viridula* (Figura 6).

Lourenção et al. (2002) avaliando flutuação populacional na região de Ribeira Preto/SP em cultivares de soja não encontrou populações de percevejos ultrapassando o nível de dano econômico, principalamente quando a cultura estava na fase R3, havendo predominância de *P. guildinii* sobre *N. viridula* e *E. eros*.

No presente trabalho também não houve grande incidência de percevejos sobre as cultivares, no entanto, BMX Ponta IPRO apresentou maior ocorrência *N. viridula* na fase de enchimento dos grãos (R.5) em comparação as demais espécies. Santos (2008) realizando levantamento populacional de percevejos nos municípios de Três de Maio, São José do Inhacorá e Três Passos no estado do Rio Grande do Sul teve observaram que a espécie *P.*

guildinii foi a mais frequente no estudo, e predominante no município de Três de Maio. Corrêa-Ferreira (2003) também relata esta mesma espécie como sendo a mais frequente em Capanema, PR. *N. viridula* foi a segunda espécie mais frequente a qual, mais da metade, foi encontrada nas parcelas alocadas em Três Passos. No Paraná, Nunes; Corrêa-Ferreira (2002) relataram que a espécie *E. heros* é a mais frequente dentre os percevejos sugadores de soja. Contudo, o presente trabalho demonstra que *N. viridula* foi a espécie que apresentou maior quantidade, seguida por *P. guildinii* e *E. eros.*

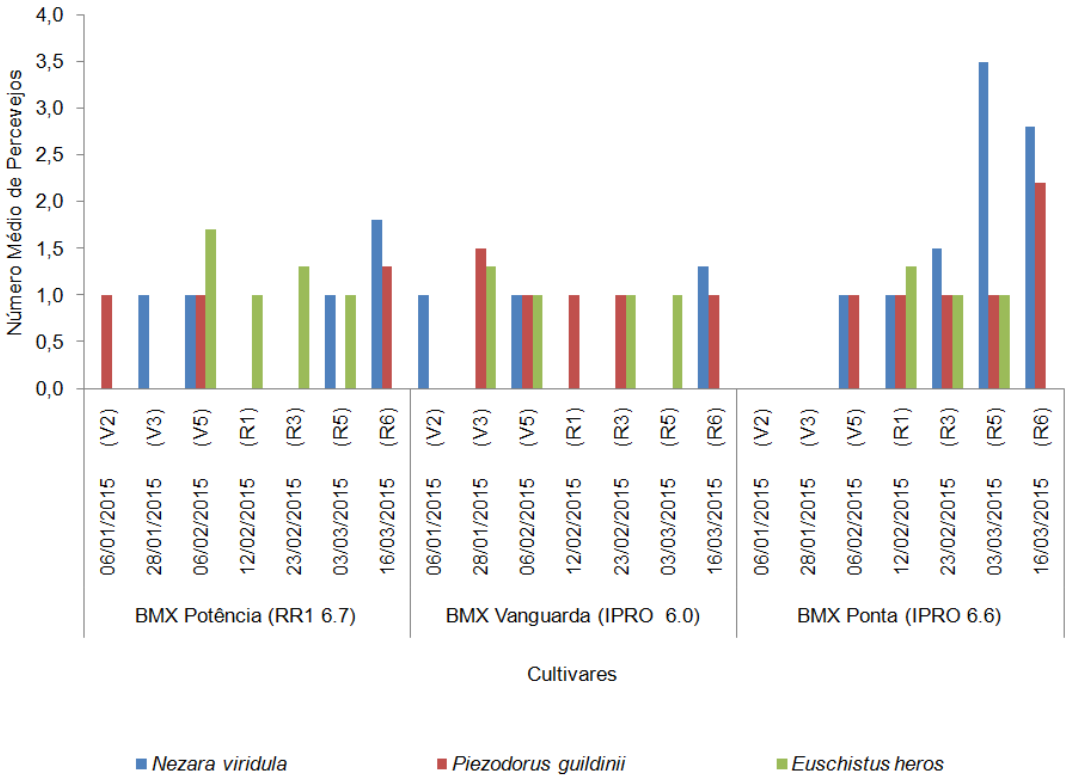

Figura 6 - Número médio de percevejos nas cultivares BMX Potência D (RR1 6.7), BMX Vanguarda (IPRO 6.0) e BMX Ponta (IPRO 6.6).

4.4.2.2 Safra 2015/2016

Na amostragem realizada em 16/02/2016 as plantas de soja estavam no estagio vegetativo V.3, observando-se a maior ocorrência de lagartas, 5,0 lagartas de *A. gemmatalis* seguido por 1,0 de *C. includens* na cultivar BMX Potência. Nas cultivares BMX Vanguarda IPRO e BMX Ponta IPRO não foi observada a presença de lagartas (Figura 7).

Roush; Mckenzie (1987) afirma que essas plantas que possuem genes *Bt* com ação inseticida contribuem para a reduçao da dependência do uso de inseticidas aumentando a eficiência do controle de insetos praga. Experimento realizado na safra 2004/2005 por Brondani et al. (2008) em soja convencional e geneticamente modificada evidenciou que a utilização de materiais *Bt* alteram a ocorrência de algumas espécies de insetos pragas e inimigos naturais na parte área da soja, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho, onde a maior ocorrência de lagartas foi para no material que não possuia Bt na sua constituição.

Lourenção et al. (2005) avaliando danos causados por lagartas em genótipos de soja, observaram que *A. gemmatalis* teve maior ocorrência no inicio de fevereiro, de modo semelhante ao observado neste trabalho, tanto para *A. gemmatalis* quanto para *C. includens*. Provavelmente devido às folhas serem mais jovens e condições climáticas favoráveis (Figura 7)

Na avaliação seguinte realizada em 01/03/2016 (V.4) houve a redução do número de indivíduos, no entanto, *A. gemmatalis* continuou representando a maior ocorrência, em média 2,4 lagartas. Nas cultivares BMX Vanguarda IPRO foi observado 0,1 lagartas e BMX Ponta IPRO não foi observada a presença de lagartas (Figura 7). Essa redução de lagartas na cultivar convencional, de acordo com Kubo; Hanke (1986) pode ser devido a resistência das plantas ao ataque de insetos, decorrente de fatores químicos presentes na planta, condição climática ou até mesmo a junção dos dois fatores, ou até mesmo devido às características das folhas que foram mudando ao longo do tempo, fatores climáticos ou inimigos naturais que acabaram interferindo no desenvolvimento das lagartas desfolhadoras, ocasionando redução no número de lagartas.

Segundo Shioga et al. (2016) o padrão climático no Rio Grande do Sul nesta safra se caracterizou pela ocorrência de precipitações acima da média

pronunciado pelo fenômeno *El Niño* (Figura 8), fator que pode ter desfavorecido a incidência de insetos, alé das características inerentes às cultivares e inimigos naturais.

A avaliação em 16/03/2016 foi realizada quando as plantas estavam no estágio reprodutivo R.3, não sendo observada a presença de *A. gemmatalis* e *C. includens* (Figura 7).

Gazzoni; Moscardi (1998) relataram que na cultura da soja, a maior parte dos insetos-praga, ocasiona danos indiretos, como redução da área foliar e o broqueamento de talos e ramos. No entanto, o presente estudo não foram observados esses danos, devido a baixa incidência de insetos nas cultivares.

Ao atingir o estágio reprodutivo R.5 (22/03/2016), que representa o enchimento dos grãos, houve ocorrência, em média, de 0,5 lagartas de *A. gemmatalis* e *C. includens,* na cultivar BMX Potência. No entanto, na cultivar BMX Vanguarda (IPRO) e BMX Ponta (IPRO) não houve ocorrência de lagartas (Figura 7).

No último estágio reprodutivo avaliado (30/03/2016 – R.6) não foi observada a presença de lagartas nas cultivares convencional e transgênicas (Figura 7).

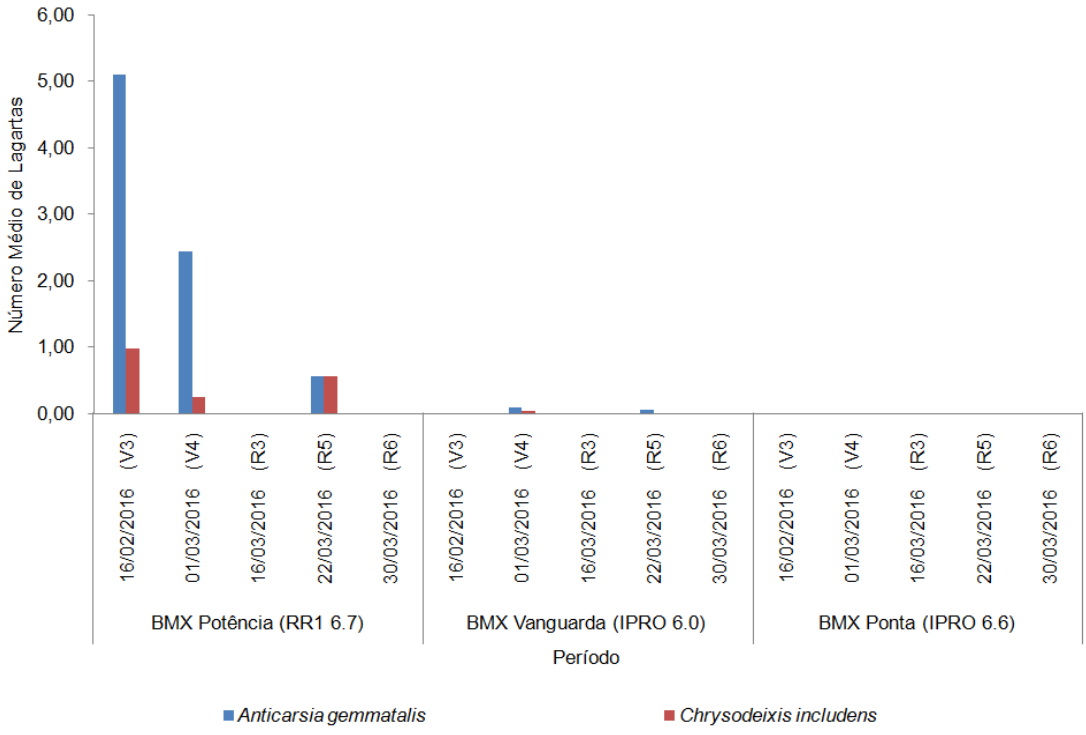

Figura 7 – Número médio de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* nas cultivares BMX Potência (RR1 6.7), BMX Vanguarda (IPRO 6.0) e BMX Ponta (IPRO 6.6).

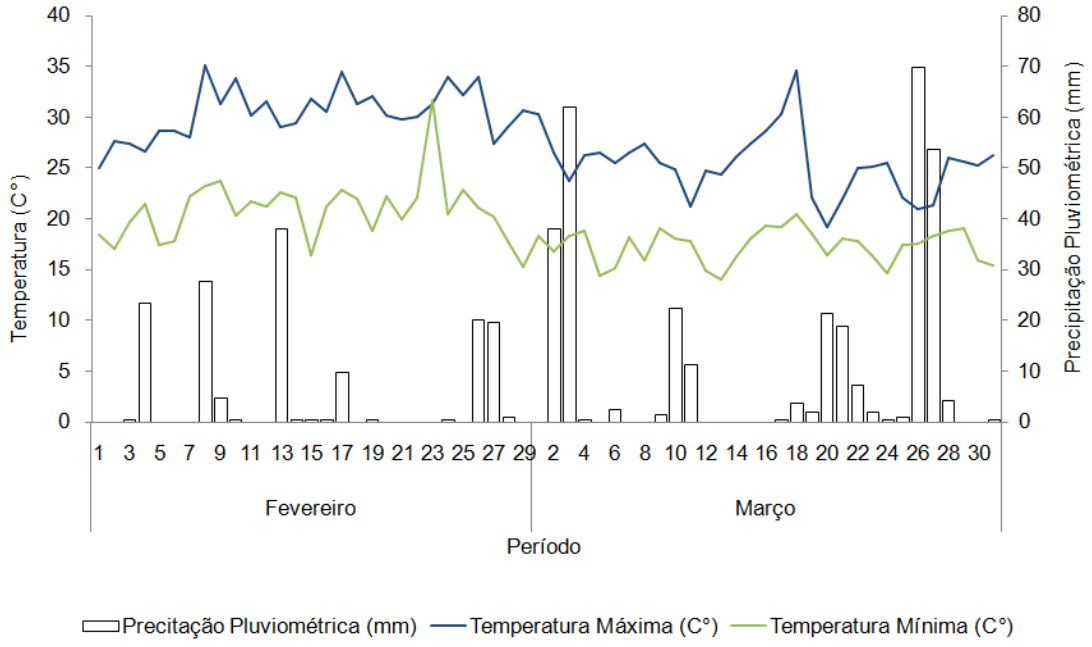

Figura 8 - Climograma de temperatura (C°) e precipitação pluviométrica (mm) em Capão do Leão na safra de 2015/2016. Agromet, 2017.

Na Figura 9 observa-se que o número de lagartas de *A. gemmatalis* predominou sobre a espécie *C. includens* durante todo período de observação. À medida que a cultura se desenvolveu, o número de indivíduos amostrados reduziu, até que na avaliação realizada em 16/03/2016 (V.3), não foram amostradas mais lagartas. Em trabalhos realizados por Moraes et al. (1991) sobre a flutuação populacional de *A. gemmatalis* e *C. includens,* foi observado o mesmo comportamento em amostragens realizadas em Capão do Leão e Arroio Grande/RS na cultivar Bragg de crescimento indeterminado.

Ao contrário do observado nestes locais, no estado de Roraima verificou-se destaque para *C. includens* (MARSARO JR et al., 2010). Essas variações regionais com relação às lagartas desfolhadoras predominantes na cultura da soja, bem como às fases de ocorrência dos picos populacionais, evidencia que não podemos fazer generalizações e, que em cada região, com suas particularidades, pode apresentar diferenças nas interações que ocorrem na entomofauna associada à cultura. Também não foi atingido o o nível de dano nesses locais, devido à baixa incidência de lagartas na área e os autores cogitaram a possibilidade da ação dos inimigos naturais, que talvez tenha contribuído para o equilíbrio e baixos índices populacionais de *A. gemmatalis* e *C. includens.*

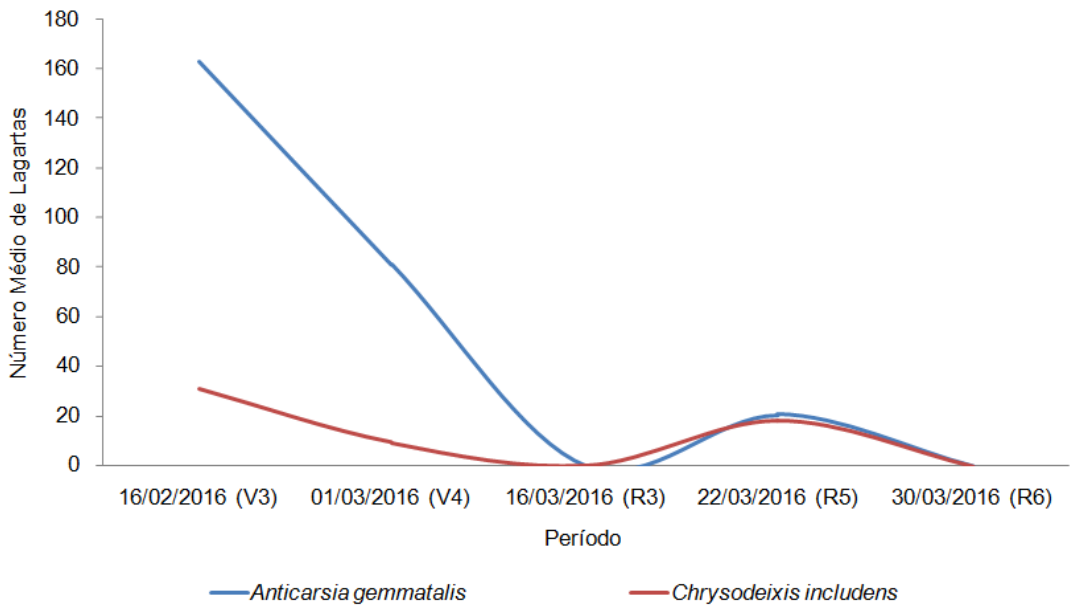

Figura 9 - Número médio de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* em soja.

Com relação à ocorrência de percevejos, o número de indivíduos contabilizados no pano de batida foi muito baixo, no entanto, em todos os estágios da cultura da soja houve a predominância de *N. viridula* sobre outras espécies de percevejos (Figura 10).

Estudos conduzidos por Marsaro Jr. et al. (2010), verificou que a espécie *E. heros* predominou sobre as espécies *P. guildinii* e *N. viridula*. Esses resultados diferiram dos encontrados por Didonet et al. (1998 e 2003) que constataram que a espécie predominante foi *P. guildinii,* no estado do Tocantins.

Favetti; Butnariu (2009) realizando estudos sobre flutuação populacional de insetos que ocorrem na soja nas regiões de Tangará da Serra e Nova Marilandia/MT relataram que *E. heros* e *P. guildinii* foram as espécies que tiveram maior frequência, não encontrando espécimes de *N. viridula* em seus estudos.

Na avaliação realizada em 22/03/2016 (R.5) observou-se o maior número de percevejos coletados, com destaque para as cultivares BMX Ponta (IPRO) e BMX Vanguarda (IPRO) (Figura 10).

De acordo com Berlote et al. (2003) a predominância dessas espécies em uma região está ligada a distintos fatores sendo que a extensão dos danos depende principalmente do estagio de desenvolvimento e do tipo da planta

(convencional ou transgênica) dependendo da ocorrência. Afirma ainda que, pelo fato das plantas transgênicas eliminarem as lagartas desfolhadoras a concorrência por recurso para os percevejos reduz, proporcionando aumento populacional desses sugadores. O mesmo foi observado nos resultados apresentados, pois quando houve a redução das lagartas o número de percevejos aumentou devido a disponibilidade de recurso e baixa competição

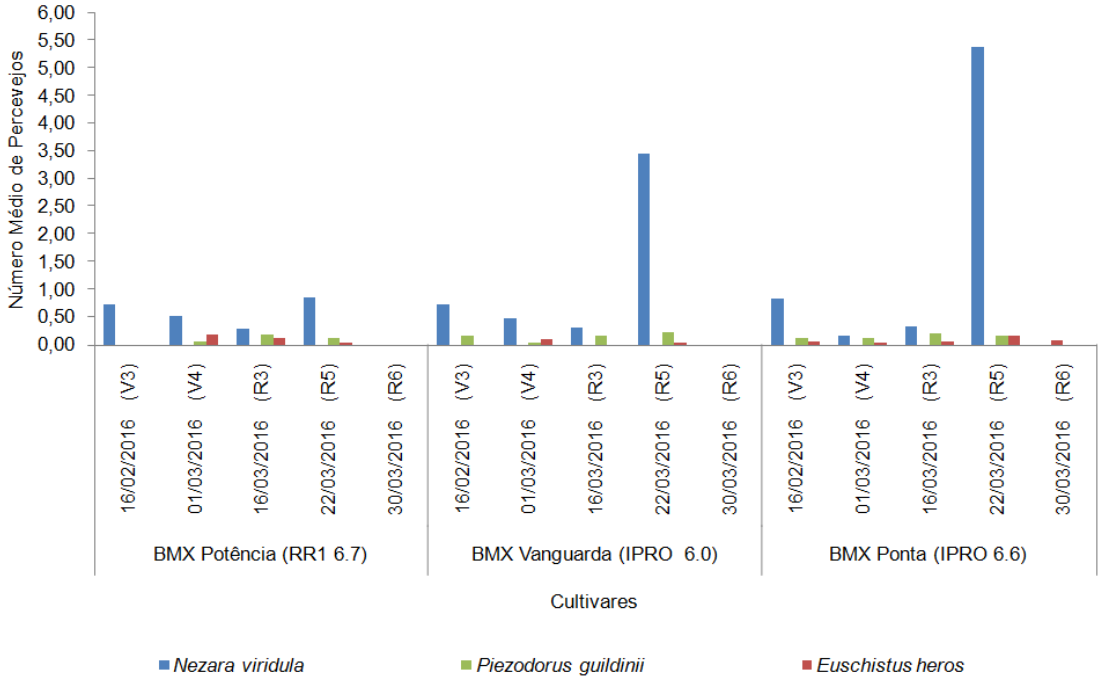

Figura 10 - Número médio de percevejos nas cultivares BMX Potência D (RR1 6.7), BMX Vanguarda (IPRO 6.0) e BMX Ponta (IPRO 6.6).

4.4.2.3 Avaliação da produtividade

As produtividades alcançadas foram de 3879,28, 3654,02 e 3791,46 kg ha^{-1} para as cultivares BMX Potência, BMX Vanguarda IPRO e BMX Ponta IPRO, respectivamente, não apresentando diferença significativa (Tabela 26).

Finoto et al. (2015) avaliando o desepenho de genótipos de soja geneticamente modificados na região do estado de São Paulo obteve a produtividade de 1945,42 e 2392,64 para as cultivares BMX Potência e BMX Ponta, sendo as menores e maiores produtividades encontradas.

Melhorança Filho et al. (2010) em trabalhos conduzidos em Dourados/MT atingiu produtividades mais elevadas em relação ao trabalho anterior com 2970,50 e 2823,75 para as cultivares CD-216 e CD-212 RR.

Demonstrando que para cada cultivar o potencial produtivo se expressa de forma diferenciada de acordo com região que melhor se adapta.

Contudo, considerando a produtividade e o custo de aquisição de uma cultivar, a melhor alternativa para se adotar na região de terras baixas é BMX Potência – D, por ser a mais produtiva e apresentar um menor custo em relação aos demais materiais avaliados.

Tabela 26 - Produtividade Kg ha^{-1} para as cultivares BMX Potência - D (RR1 6.7), BMX Vanguarda (IPRO 6.0) e BMX Ponta - I (IPRO 6.6) na safra de 2015/2016.

Cultivares	Produtividade Kg ha^{-1}
BMX Potência - D (RR1 6.7)	3879,28 ± 102,29 A
BMX Vanguarda (IPRO 6.0)	3654,02 ± 108,95 A
BMX Ponta - I (IPRO 6.6)	3791,46 ± 127,38 A
CV (%)	20,01

[1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV% = coeficiente de variação.

4.4.3 Monitoramento de adultos de *Spodoptera frugiperda*

O número de adultos capturados em cada período evidenciou que houve um pico populacional 45 dias após a emergência da cultura, quando as plantas encontravam-se no estádio V.5 (Figura 11).

Estudo realizado por Mello (2004) avaliando o desempenho de armadilhas de feromônios sintético para monitoramento da *S. frugiperda* evidenciou que a curva populacional, baseada no número médio de adultos capturados, também apresentou um pico populacional entre 30 e 60 dias após a emergência da cultura.

Pode-se inferir que o comportamento do inseto é devido ao fato de que nesta época de desenvolvimento da cultura (V.5), a planta esteja com o cartucho formado, oferecendo recurso ideal de abrigo ao inseto. E também a alta taxa de crescimento por parte da planta que proporciona um alimento rico em nutrientes para as lagartas recém eclodidas, tornando a planta atrativa às mariposas depositarem seus ovos. Trabalho feito por Salas (2001) evidenciou o mesmo comportamento nesta fase de desenvolvimento da cultura.

O segundo pico foi observado em 29/01/2015 (Figura 11), provavelmente devido à postura que estava presente na área do plantio, sobreposição da primeira geração ou até mesmo fenômeno conhecido como

silking, quando as lagartas apenas se deixam cair pelo fio de seda que produzem, ou *Ballonig*, quando são levadas pelo vento para outra área de plantio (ZALUCKI et al., 2002; MOORE;HANKS, 2004).

Outro fator determinante é a temperatura, Fernandes et al. (2016) realizaram trabalhos de monitoramento de *S. frugiperda* com armadilhas delta com feromônio sexual sintético e chegaram a conclusão que quando as temperaturas estão mais elevadas e precipitação pluviométrica bem distribuída, o número de insetos capturados aumenta.

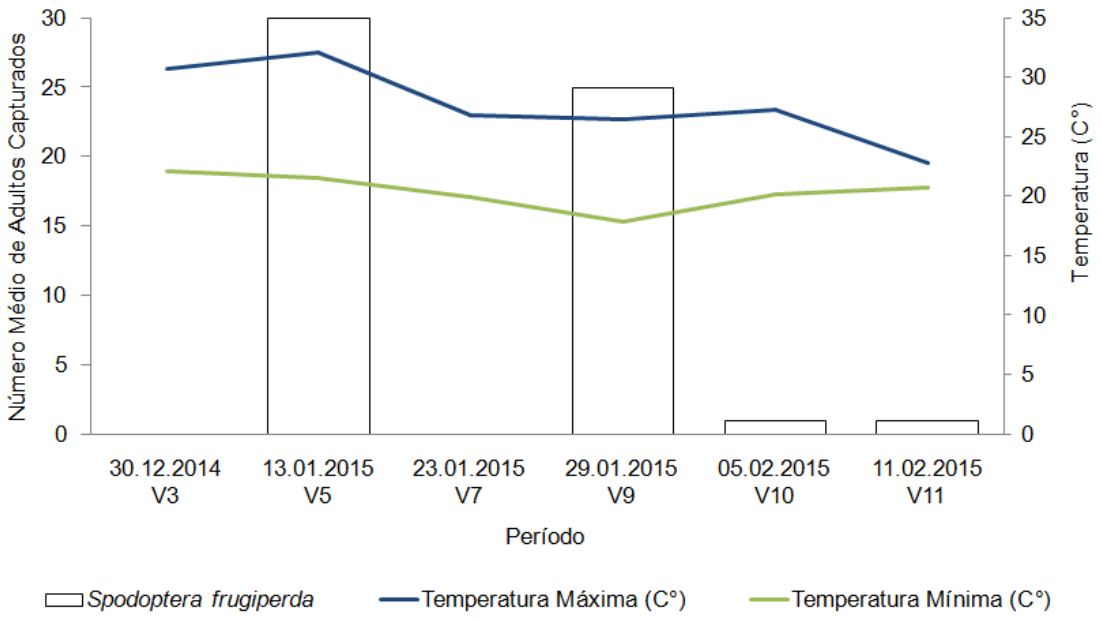

Figura 11 - Número de adultos capturados de *Spodoptera frugiperda* com armadilhas de feromônio sexual e relação com temperaturas máxima e mínima (C°) na safra de 2014/2015.

A umidade relativa é outro fator determinante para o desenvolvimento dos insetos. No entanto, este parâmetro não afetou a captura dos adultos no período de condução dos experimentos (Figura 12).

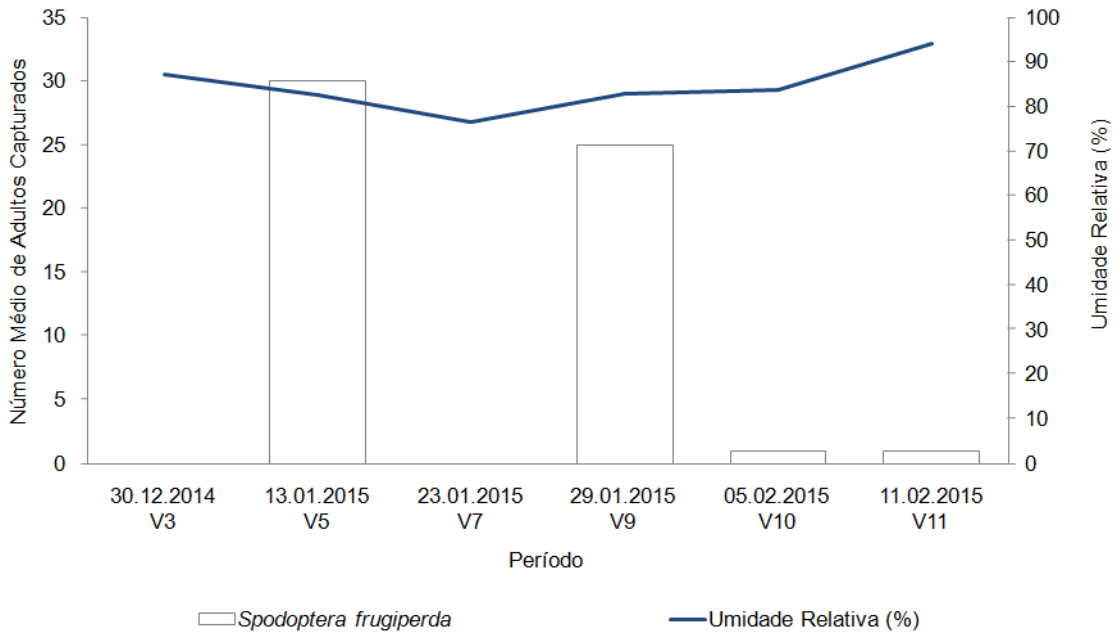

Figura 12 - Número de adultos capturados de *Spodoptera frugiperda* com armadilhas de feromônio sexual e relação com a umidade relativa (%) na safra de 2014/2015.

A precipitação é um fator que influencia a ocorrência de insetos e, observou-se que o aumento da precipitação proporcionou redução na captura de adultos de *S. frugiperda* na área estudada (Figura 13), o que evidencia a ocorrência do controle natural, devido ao impacto das gotas de chuva sobre os indivíduos ou morte de pupas devido ao solo alagado (FERNANDES et al., 2016).

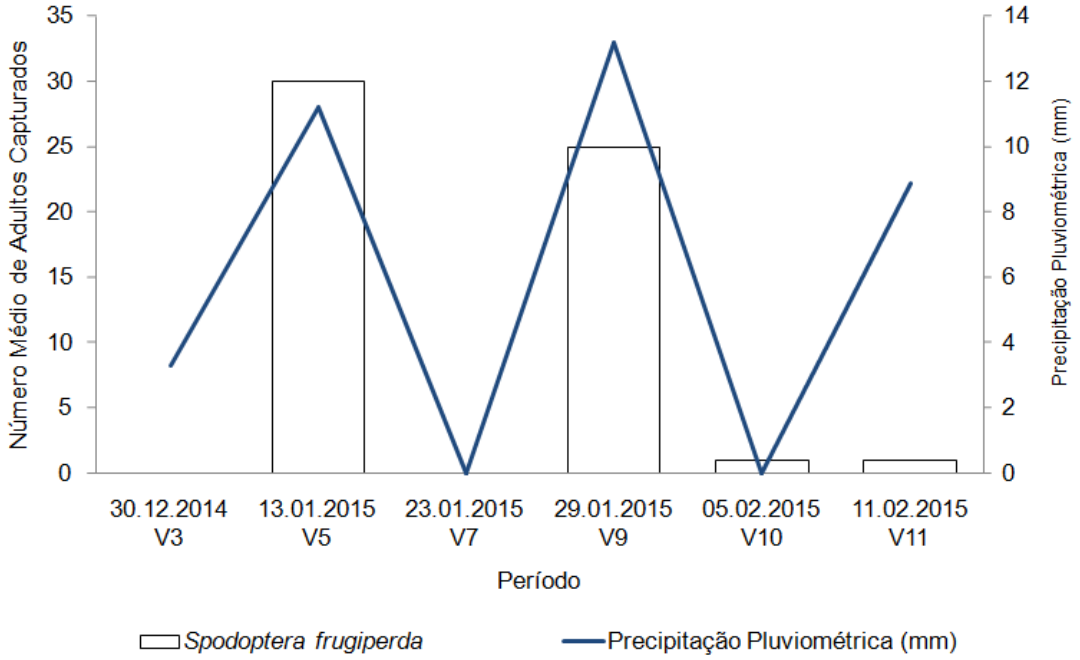

Figura 13 - Número de adultos capturados de *Spodoptera frugiperda* com armadilhas de feromônio sexual e relação com a precipitação pluviométrica (mm) safra de 2014/2015.

Na safra 2015/2016 foram observados resultados semelhantes à safra 2014/2015, em relação à captura de adultos, sendo que 47 dias após a emergência da cultura foi observado o primeiro pico de captura de adultos de *S. frugiperda* (Figura 14).

Vários fatores podem ser determinantes para o desenvolvimento dos artrópodes no campo, certamente a temperatura é um dos fatores que mais se destaca, em função das necessidades térmicas dos insetos, condicionando a ocorrência de maiores ou menores populações num determinado local (HADDAD et al., 1999).

Matrangolo et al. (1996) observou que a captura dos adultos varia com a estação do ano. Na estação do inverno com temperaturas médias de 27,7 e 13,4 °C, é o fator responsável pela antecipação do fim da captura de machos em armadilhas. Durante o verão com médias de 32,2°C e 17,9°C as capturas ocorrem até mais tardiamente, já que nessa estação a temperatura do ar leva mais tempo para diminuir.

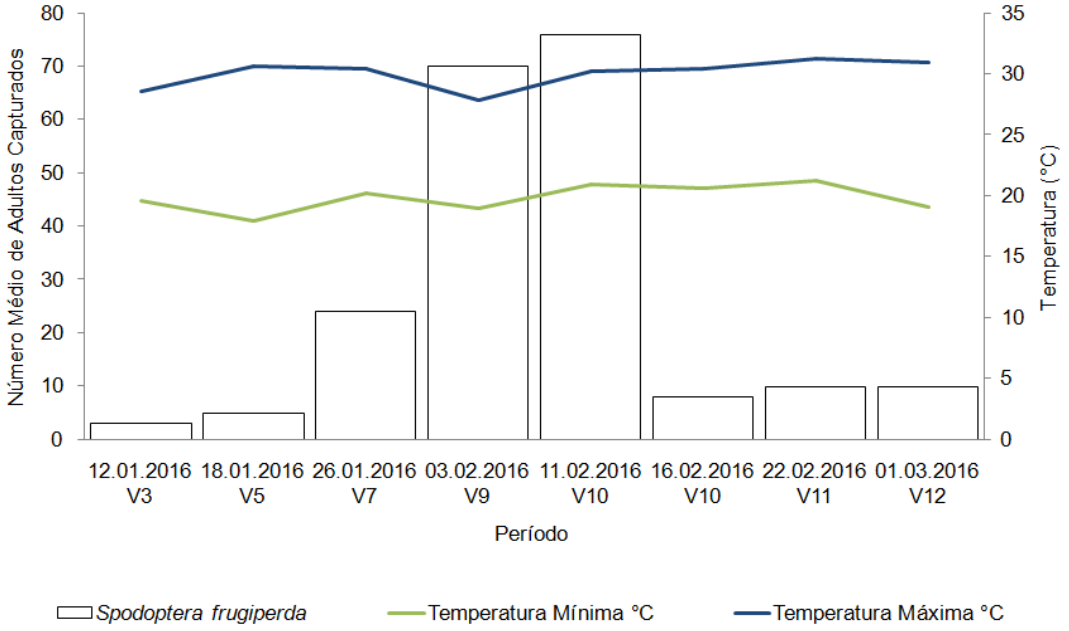

Figura 14 - Número de adultos capturados de *Spodoptera frugiperda* com armadilhas de feromônio sexual e relação com as temperaturas máxima e mínima (C°) na safra de 2015/2016.

O número de adultos capturados não foi influenciado pela umidade relativa, que se manteve em torno de 75% durante o período em que a armadilha permaneceu no campo (Figura 15).

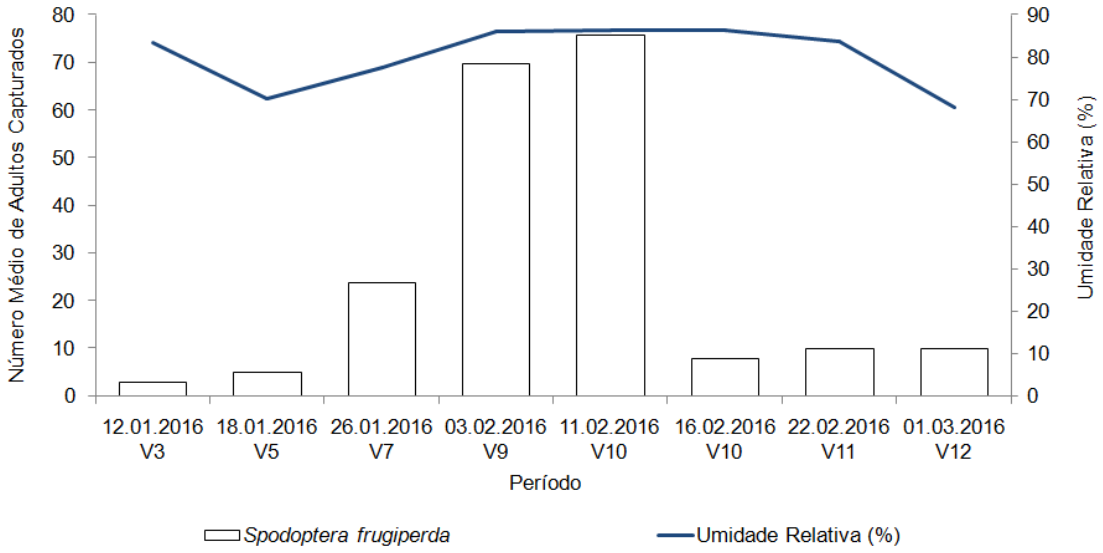

Figura 15 - Número de adultos capturados de *Spodoptera frugiperda* com armadilhas de feromônio sexual e relação com a umidade relativa (%) na safra de 2015/2016.

Nos períodos em que a ocorrência de precipitação pluviométrica foi menor, como observado na safra 2015/2016 (Figura 16), há considerável

aumento no número de adultos capturados na armadilha, diferentemente do ocorrido na safra anterior (Figura 13).

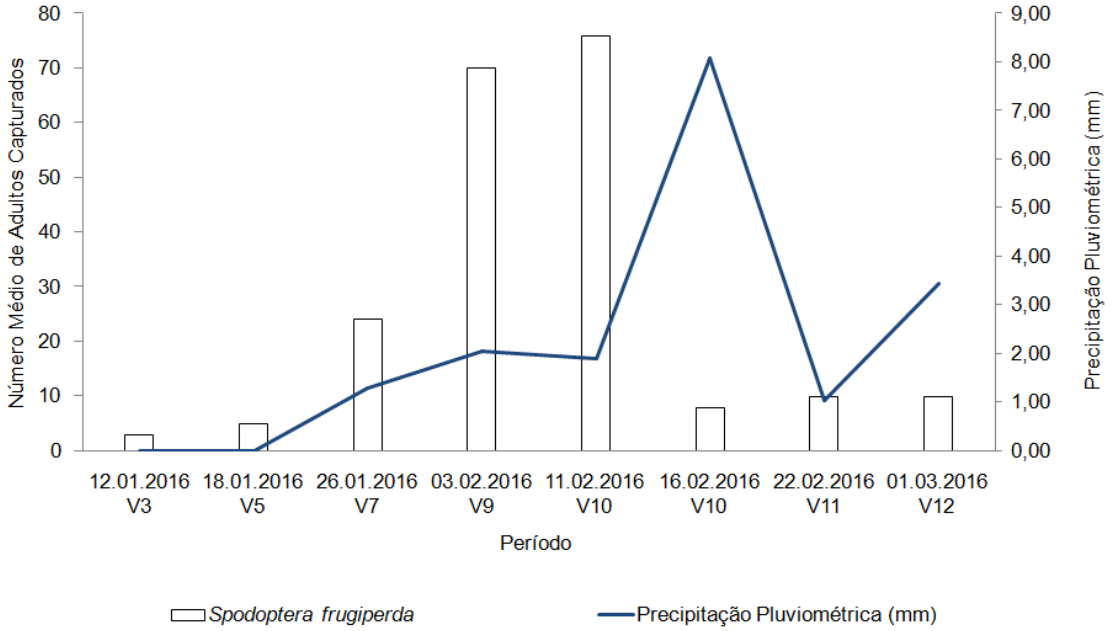

Figura 16 - Número de adultos capturados de *Spodoptera frugiperda* com armadilhas de feromônio sexual e relação com a precipitação pluviométrica (mm) na safra de 2015/2016.

Estudos sobre dinâmica de populações de lepidópteros com o uso de armadilhas luminosas realizados por Cardoso Nunes et al. (2013) obtiveram resultados semelhantes aos observados no presente estudo. Foi apontado pelos autores que a maior ocorrência de *S. frugiperda* é a partir do mês de janeiro e fevereiro. Bizoto; Santos (2014) afirmam que este fato é de devido a disponibilidade de alimento.

O número de adultos capturados na armadilha de feromônio sexual, além de quantificar o número de adultos, indica quando um determinado inseto está presente na área amostrada, servinso como medidad de tendência populacional, ou seja, ao se diposr donúmero total de insetos capturados nas armadilhas em cada avaliação, pode ser verificado se o número está aumentando ou caindo (CRUZ et al., 2010). Partir disso é possível prever o comportamento dos insetos, pois quando na área de plantio é coletado três indivíduos adultos, podemos inferir que depois de 10 dias as plantas terão lagartas causando injúrias, sendo necessário a tomada de decisão para controle (CRUZ et al., 2012). Com isso, o monitoramento é uma das ferramentas do MIP que nos auxiliam na tomada de descisão a campo.

4.4.4 Monitoramento de adultos de *Helicoverpa armigera*

O número de adultos de *H. armigera* capturados em armadilha de feromônio foi muito baixo na área e período avaliados. Não foram observadas variações na temperatura, com médias máximas e mínimas próximas a 30 e 20°C, respectivamente (Figura 17).

Em estudos realizados na determinação da periodicidade de captura de machos de *H. zea,* Matrangolo et al. (1996) afirma que o acasalamento é modulado pela temperatura e comprimento do dia. Em dias curtos e frios, a cópula, assim como toda atividade noturna, ocorre mais cedo em relação a noites quentes e dias longos (CALLAHAN, 1958; LINGREN et al., 1982; McNEIL, 1991), sendo estesfatores que influenciam e nos auxiliam no monitoramento e até mesmo na forma de controle.

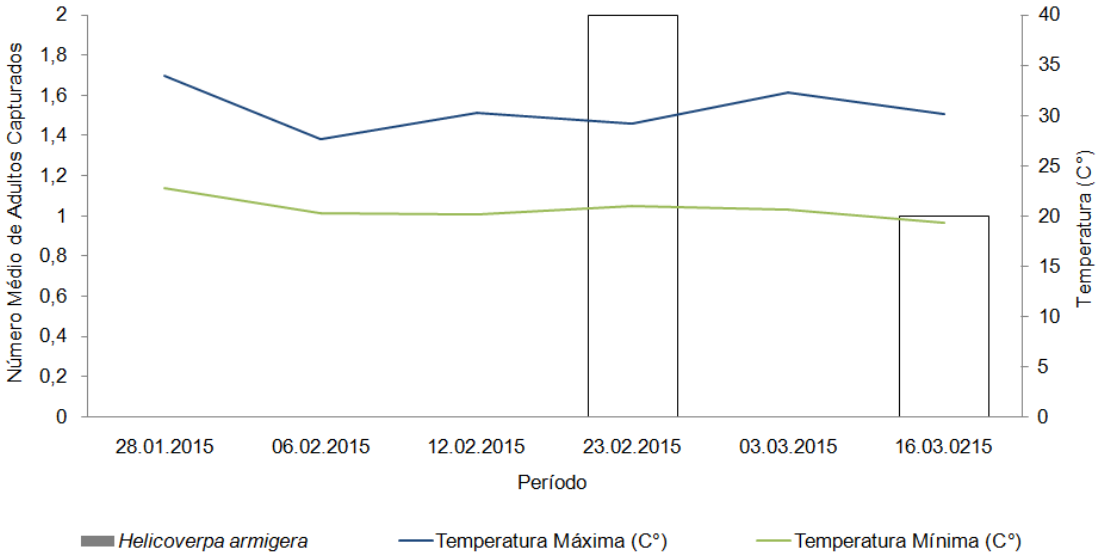

Figura 17 - Número de adultos capturados de *Helicoverpa armigera* com armadilhas de feronômio sexual em relação às temperaturas máxima e mínima (C°) na safra de 2014/2015.

A umidade relativa e precipitação pluviométrica apresentaram maiores variações ao longo do período (Figura 18), provavelmente, este fato pode ter interferido na ocorrência dos adultos, no entanto, por ser uma pragas recente no Brasil (SPECHT et al., 2013), os fatores que regulam a bioecologia deste inseto ainda não estão bem defiidos para as nossas condições.

Ávila et al. (2013) afirmam que a intensidade de captura de mariposas numa determinada área fornece previsão do potencial de ovos e lagartas, possivelmente, dos danos nos cultivos da região.

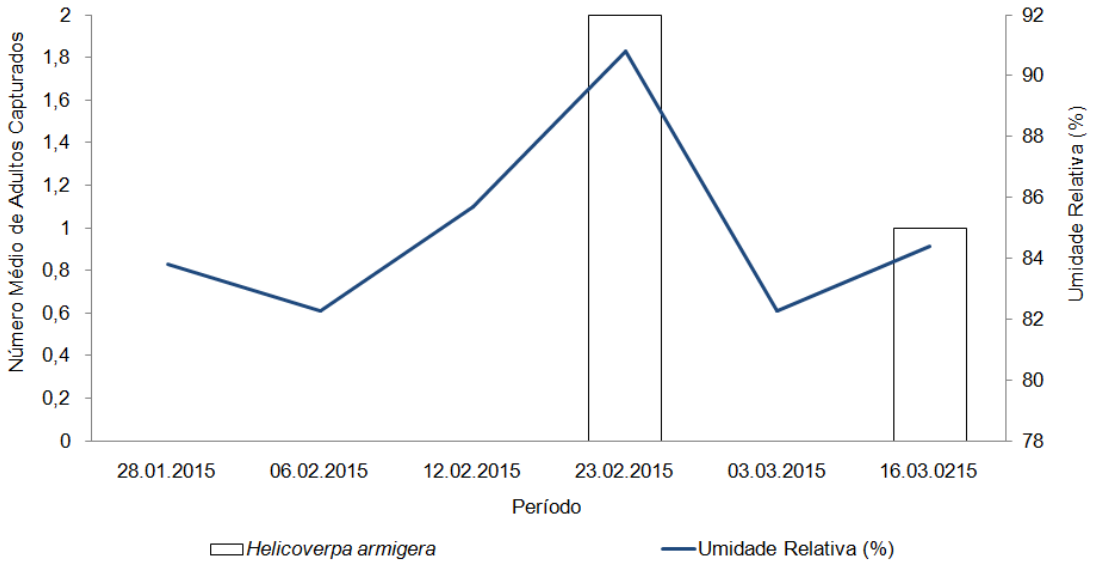

Figura 18 - Número de adultos capturados de *Helicoverpa armigera* com armadilhas de feronômio sexual em relação à umidade relativa (%) safra de 2014/2015.

Na Figura 19 observa-se que a distribuição e volume no período foi desuniforme, fator que pode ter influenciado a captura dos adultos de *H. armigera*. No período 28/01/2015 a quantidade de chuva foi elevada controlando este inseto até 23/02/2015 onde ocorreu capturas de 2 indivíduos. Após isso, foi verificado somente dia 16/03/2015 a presença de mariposas (Figura 19).

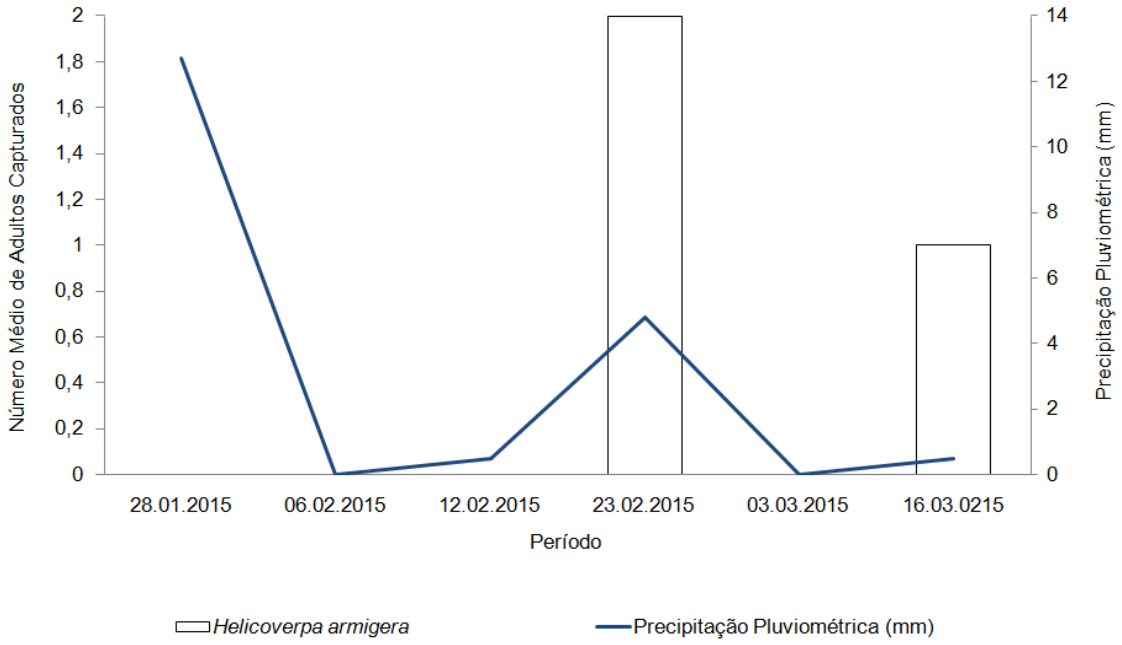

Figura 19 - Número de adultos capturados de *Helicoverpa armigera* com armadilhas de feronômio sexual em relação à precipitação pluviométrica (mm) safra de 2014/2015.

Nas safras de 2015/2016 os dados de coleta foram distintos ao anterior, com uma quantidade maior de mariposas capturadas. O primeiro pico 16/03/2016, certamente devido à cultura estar em um estágio vegetativo avançado, proporcionado condições favoráveis para as fêmeas ovopositarem, resultando em maior o número de adultos de *H. amigera* capturados (Figura 20).

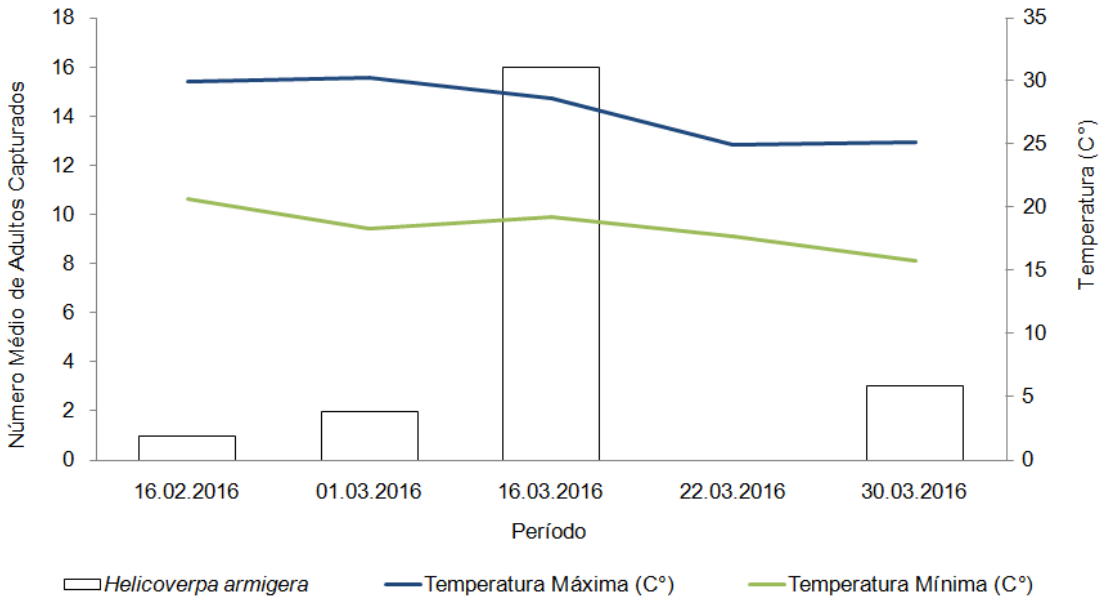

Figura 20 - Número de adultos capturados de *Helicoverpa armigera* com armadilhas de feronômio em relação às temperaturas máxima e mínima (C°) na safra de 2015/2016.

A umidade relativa apresentou poucas variações com níveis, permanecendo em torno de 80% (Figura 21), acredita-se que não houve prejuízo no monitoramento dos adultos, diferentemente da safra anterior, que mostrou resultados inferiores. A redução da umidade relativa pode interferir na quantidade da água no corpo do inseto, que é essencial para o desenvolvimento e reações metabólicas dos insetos.

Bertels (1970) afirma que as condições climáticas de Pelotas influência diretamente na umidade relativa devido a mesma ser variável e dinâmica. Em estudos realizados com *E. lignosellus, S. frugiperda, H. zea* e *D. saccharalis* com dististas umidades relativas revelou a visível diferença do efeito da umidade na biologia. Condições abaixo de 40% e acima de 80% acabam acelerando ou prolongando o desenvolvimento do inseto.

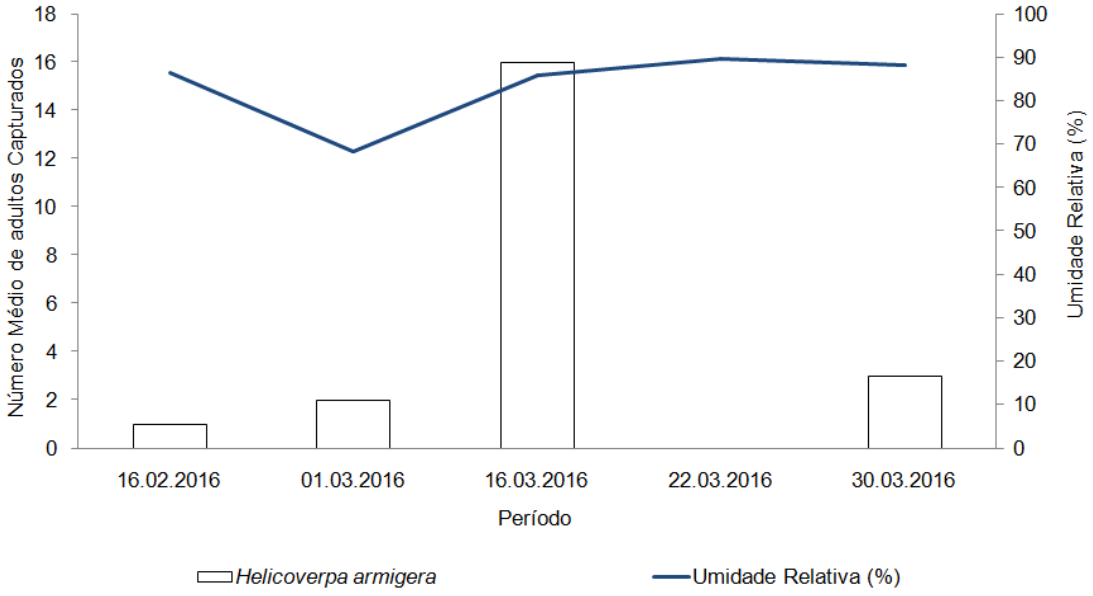

Figura 21 - Número de adultos capturados de *Helicoverpa armigera* com armadilhas de feronômio em relação à umidade relativa (%) safra de 2015/2016.

Na Figura 22 evidência que a precipitação pluviométrica é uma forma de redução da população de insetos. No período 16/03/2016 obteve-se uma captura de 16 adultos, no entanto, ao chover 7,5 mm, em 22/03/2016 não houve captura de *H. armigera* na armadilha, de forma semelhando ao observado na safra anterior.

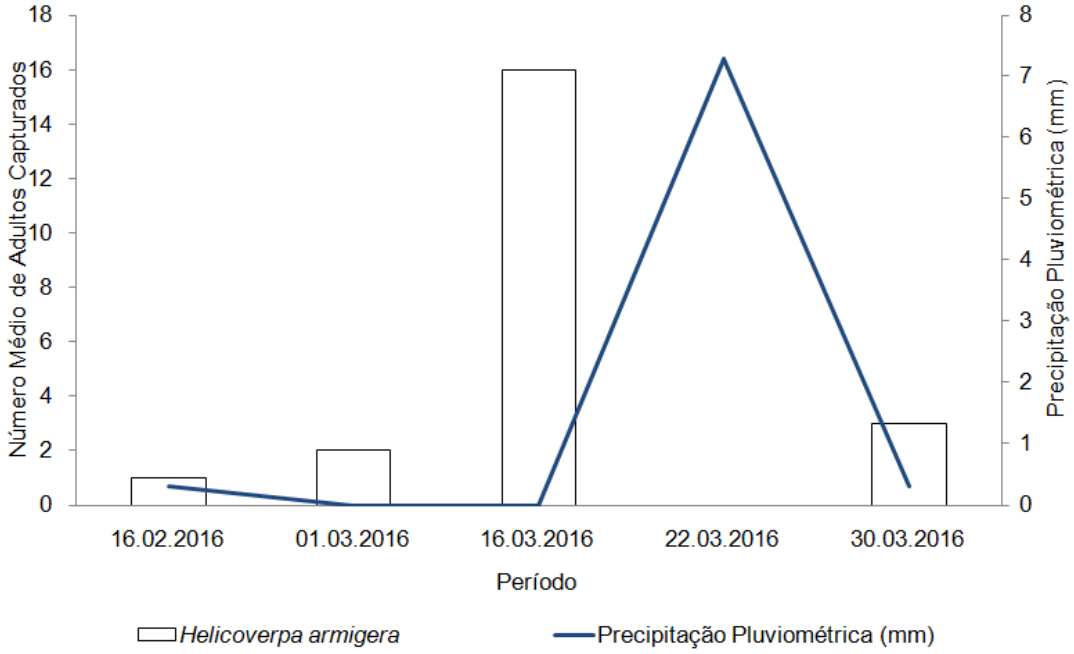

Figura 22 - Número de adultos capturados de *Helicoverpa armigera* com armadilhas de feronômio sexual em relação à precipitação pluviométrica (mm) safra de 2015/2016.

4.4.5 Análise econômica

4.4.5.1 Milho

A partir do registro dos insumos e serviços na área estudada, que compõem desde a conservação do solo até armazenagem dos grãos, elaborou-se a planilha que apresenta os custos padrão detalhado do sistema de produção utilizando-se cultivares convencional e transgênicas (Tabela 27).

Os custos de produção da utilização das duas cultivares não se equivalem; nas operações realizadas a campo houve um custo para as cultivares convencional e transgênico de R$ 421,25 ha^{-1} e R$ 366,29 ha^{-1}, respectivamente (Tabela 27).

Os insumos utilizados como inseticidas e sementes apresentaram diferenças no investimento devido à quantidade utilizada e a tecnologia adotada. Para os inseticidas, utilizando-se cultivares convencionais de milho, há necessidade maior de aplicação de agrotóxicos para o controle de lagartas de *S. frugiperda*. No entanto, cultivares transgênicas de milho, como AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* utilizada neste trabalho, aponta uma capacidade de suporte maior no campo no controle de *S. frugiperda*.

Duarte et al. (2004) relatou que a participação nos custos dos inseticidas em milho convencional é de aproximadamente de um terço a mais que no milho transgênico. Assim, o uso da tecnologia *Bt* permite maior controle da lagarta-do-cartucho, havendo uma redução de custos.

Tabela 27 - Custo padrão de insumos e serviços na implantação da cultura do milho com as cultivares AG 9045 convencional e AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* em Capão do Leão, RS.

Tecnologia		Convencional			Transgênico		
Descrição	Especificação	Valor Unitário	Quant.	Valor	Valor Unitário	Quant.	Valor
A - Operações							
A.1 Conservação do solo							
Manuntenção de terraços	HM Tp 120 cv 4x4 + terrac. Arrasto 20 x26"	84,59	0,10	8,46	84,59	0,10	8,46
A.2 Preparo do solo							
Calagem	HM Tp 90 cv 4x4 + distrib. Calcário 2,3 m3	52,29	0,30	15,69	52,29	0,30	15,69
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,59	0,20	0,92	4,59	0,20	0,92
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,10	5,78	57,76	0,10	5,78
A.3 Plantio							
Plantio	HM Tp 120cv 4x4 + plantadeira	122,99	0,50	61,50	122,99	0,50	61,50
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,59	0,50	2,30	4,59	0,50	2,30
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,15	8,66	57,76	0,15	8,66
A.4 Tratos culturais							
Adubação de cobertura	HM Tp 90 cv 4x4 + cultivador adubador	46,65	0,40	18,66	46,65	0,40	18,66
Aplicações de defensivos	HM Tp 90 cv 4x4 + pulv. Barra 18m 2000l	86,06	2,10	180,73	86,06	1,10	94,67
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,59	0,30	1,38	4,59	0,30	1,38
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,20	11,55	57,76	0,20	11,55
A.5 Colheita							
Colheita mecânica	HM Colhedora 180 cv	221,56	0,60	132,94	221,56	0,60	132,94
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,59	0,20	0,92	4,59	0,20	0,92
Tranportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,05	2,89	57,76	0,05	2,89
Subtotal A	R$/ha			421,51			366,29
B -Insumos							
B.1 Fertilizantes/Corretivos							
Calcário	R$ Tonelada^{-1}	85,00	0,25	21,25	85,00	0,25	21,25
Uréia	R$ Tonelada^{-1}	1160,00	0,20	232,00	1160,00	0,20	232,00
05-20-20	R$ Tonelada^{-1}						
08-20-20 + Micronutrientes	R$ Tonelada^{-1}	999,00	0,35	349,65	999,00	0,35	349,65
25-00-25	R$ Tonelada^{-1}						
Cloreto de pótassio	R$ Tonelada^{-1}	1105,00	0,15	165,75	1105,00	0,15	165,75
B.2 Sementes/Mat. Plantio							
Sementes	R$ 60.000^{-1}	280,00	1,00	280,00	590,00	1,00	590,00
B.3 Defensivos agrícolas							
Formicidas	R$ ha^{-1}						
Herbicidas	R$ litro^{-1}	7,30	7,50	54,75	7,30	7,50	54,75
Inseticidas	R$ litro^{-1}	43,41	2,30	99,84	43,41	1,10	47,75
Fungicidas		70,73	0,40	28,29	70,73	0,40	28,29
Subtotal B	R$ ha^{-1}			1231,54			1489,44
C - Pós Colheita							
Transporte até armazém	R$ Tonelada^{-1}	6,90	2,34	16,13	6,90	3,11	21,47
Recebimento/Limpeza/Secagem	R$ Tonelada^{-1}	21,67	2,34	50,64	21,67	3,11	67,42
Armazenagem (1 mês)	R$ Tonelada^{-1}	5,33	2,34	12,46	5,33	3,11	16,58
Taxa administrativa	R$ Tonelada^{-1}	2,70	2,34	6,31	2,70	3,11	8,40
Subtotal C	R$ Tonelada^{-1}			85,53			113,86

O fator que teve grande participação no custo final foram as sementes utilizadas, representando um custo maior para AG9045 PRO2 resistente a lepidópteros (R$ 590,00 ha^{-1}), seguido pela cultivar AG 9045 (R$ 280,00 ha^{-1}), representando um investimento de 17,31% em comparação ao convencional (Tabela 28).

Silva et al. (2015) realizando análise econômica de milho convencional 2B604 e transgênico 2B604Hx na região de Botucatu/SP teve como resultado que o tipo da cultivar de milho utilizado significou a diferença nos custos com pulverização. Afirma ainda que para o milho transgênico, o custo com esta operação foi 66,6% menor que no convencional.

Miguel et al. (2013) em estudos de custo com o controle de *S. frugiperda* em milho transgênico e convencional observou que há uma redução de 10% no custo operacional de produção do milho devido a utilização das cultivares resistentes a insetos. Resultados próximos encontrados por Silva et al. (2015) com redução na ordem de 7,2% do custo operacional com o milho transgênico.

Para o pós colheita também houve diferença no investimento para o beneficiamento dos grãos com maior participação para o AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*, representando R$ 113,86 $tonelada^{-1}$ e ao convencional R$ 85,53 $tonelada^{-1}$, uma diferença de 24,88% (Tabela 25). Esta diferença é devida o cuidado com o material, qualidade e produtividade que é maior para cultivares transgênicas (BARRETO, 2011).

Para avaliação do lucro em cada cultivar foram realizados cálculos a partir da produtividade em cada tratamento (Tabela 28). Observa-se que na safra 2015/2016 não obteve-se lucro, em nenhum dos tratamentos, devido às condições do clima que não foram favoráveis, refletindo diretamente na produtividade.

Ainda assim, as cultivares transgênicas apresentaram os melhores resultados em todos os tratamentos com destaque para clorfenapir + zeta-cipermetrina com R$ -429,81 ha^{-1}, seguido por zeta-cipermetrina (R$ -547,97 ha^{-1}). Para a cultivar convencional AG 9045 o melhor resultado foi também para clorfenapir + zeta-cipermetrina (R$ -429,81 ha^{-1}), seguido por flubendiamida + zeta-cipermetrina (R$ -613,23 ha^{-1}) .

Tabela 28 - Avaliação econômica da cultura do milho na safra de 2015/2016.

Tratamentos	Tecnologia	AG 9045	AG 9045 PRO2
Clorantraniliprole	Custo Total (R$ ha^{-1})	1683,36	1969,60
	Custo Total (R$ sc^{-1} 50 Kg)	43,21	37,99
	Receita (R$ ha^{-1})	1050,35	1397,88
	Preço médio (R$ sc^{-1} 50 kg)	26,96	26,96
	Lucro (R$ ha^{-1})	-719,07	-571,72
Clorantraniliprole + Zeta-Cipermetrina	Custo Total (R$ ha^{-1})	1663,05	1968,17
	Custo Total (R$ sc^{-1} 50 Kg)	55,99	38,43
	Receita (R$ ha^{-1})	800,74	1380,57
	Preço médio (R$ sc^{-1} 50 kg)	26,96	26,96
	Lucro (R$ ha^{-1})	-948,37	-587,60
Flubendiamida	Custo Total (R$ ha^{-1})	1677,54	1968,28
	Custo Total (R$ sc^{-1} 50 Kg)	46,19	38,41
	Receita (R$ ha^{-1})	979,07	1381,70
	Preço médio (R$ sc^{-1} 50 kg)	26,96	26,96
	Lucro (R$ ha^{-1})	-784,53	-586,57
Flubendiamida + Zeta-Cipermetrina	Custo Total (R$ ha^{-1})	1692,73	1966,01
	Custo Total (R$ sc^{-1} 50 Kg)	39,15	39,14
	Receita (R$ ha^{-1})	1165,56	1354,10
	Preço médio (R$ sc^{-1} 50 kg)	26,96	26,96
	Lucro (R$ ha^{-1})	-613,23	-611,91
Clorfenapir	Custo Total (R$ ha^{-1})	1670,73	1967,77
	Custo Total (R$ sc^{-1} 50 Kg)	50,32	38,57
	Receita (R$ ha^{-1})	895,08	1375,60
	Preço médio (R$ sc^{-1} 50 kg)	26,96	26,96
	Lucro (R$ ha^{-1})	-861,72	-592,17
Clorfenapir + Zeta-Cipermetrina	Custo Total (R$ ha^{-1})	1703,93	1982,15
	Custo Total (R$ sc^{-1} 50 Kg)	35,26	34,42
	Receita (R$ ha^{-1})	1302,95	1552,34
	Preço médio (R$ sc^{-1} 50 kg)	26,96	26,96
	Lucro (R$ ha^{-1})	-487,04	-429,81
Zeta-Cipermetrina	Custo Total (R$ ha^{-1})	1673,26	1971,68
	Custo Total (R$ sc^{-1} 50 Kg)	48,70	37,34
	Receita (R$ ha^{-1})	926,28	1423,71
	Preço médio (R$ sc^{-1} 50 kg)	26,96	26,96
	Lucro (R$ ha^{-1})	-833,04	-547,97
Testemunha	Custo Total (R$ ha^{-1})	1585,82	1928,29
	Custo Total (R$ sc^{-1} 50 Kg)	39,64	35,20
	Receita (R$ ha^{-1})	1078,58	1476,99
	Preço médio (R$ sc^{-1} 50 kg)	26,96	26,96
	Lucro (R$ ha^{-1})	-593,31	-451,30

4.4.5.2 Soja

Para a cultura da soja também elaborou-se a planilha que apresenta os custos padrão detalhados, da utilização de cultivares convencional e transgênicas (Tabela 29).

Os custos de produção dos dois sistemas na cultura da soja se equivalem somente no pós colheita, com um custo para as cultivares convencional e transgênico de R$ 96,80 tonelada^{-1}(Tabela 29).

Entretanto, as operações realizadas atingiram R$ 361,55 ha^{-1}(AG 9045 convencional) e R$ 323,68 ha^{-1} (AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*) e os insumos utilizados no campo foram R$ 653,82 ha^{-1} (AG 9045 convencional) e R$ 688,12 ha^{-1} (AG 9045 PRO2 isolinha *Bt*). Estas diferenças são devido à aplicação maior de inseticidas na cultivar convencional e o valor maior para se adquirir sementes transgênicas.

Miguel et al. (2013) afirmam que em termos de utilização das cultivares transgênicas, a principal diferença verificada é o número de aplicações de inseticidas para o controle de lepidópteros, justificando o custo para as cultivares utilizados.

Para propriedade rural, ao se conhecer o quanto se investe e retira de lucro pode ajudar os produtores a adequarem melhor seus investimentos e a identificarem, tanto os elementos encarregados pelo bom desempenho da lavoura como os pontos de estrangulamento no custo/produção (SILVA-NETO, 2000).

Tabela 29 - Custo padrão de insumos e serviços na implantação da cultura da soja com as cultivares convencional e transgênicas em Capão do Leão, RS.

Tecnologia		Convencional			Transgênico		
Descrição	Especificação	Valor Unitário	Quant.	Valor	Valor Unitário	Quant.	Valor
A - Operações							
A.1 Conservação do solo							
Manuntenção de terraços	HM Tp 120 cv 4x4 + terrac. Arrasto 20 x26"	84,59	0,10	8,46	84,59	0,10	8,46
A.2 Preparo do solo							
Calagem	HM Tp 90 cv 4x2 + distrib. Calcário	52,29	0,50	26,15	52,29	0,50	26,15
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,59	0,20	0,92	4,59	0,20	0,92
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,10	5,78	57,76	0,10	5,78
A.3 Plantio							
Plantio	HM Tp 120cv 4x4 + plantadeira	122,99	0,50	61,50	122,99	0,50	61,50
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,59	0,40	1,84	4,59	0,40	1,84
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,15	8,66	57,76	0,15	8,66
A.4 Tratos culturais							
Aplicações de defensivos	HM Tp 90 cv 4x4 + pulv. Barra 18m 2000l	86,06	1,32	113,60	86,06	0,88	75,73
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,59	0,70	3,21	4,59	0,70	3,21
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,10	5,78	57,76	0,10	5,78
A.5 Colheita							
Colheita mecânica	HM Colhedora 180 cv	221,56	0,55	121,86	221,56	0,55	121,86
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,59	0,20	0,92	4,59	0,20	0,92
Tranportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,05	2,89	57,76	0,05	2,89
Subtotal A	R$/há			361,55			323,68
B -Insumos							
B.1 Fertilizantes/Corretivos							
Calcário dolomítico	R$ Tonelada^{-1}	85,00	0,25	21,25	85,00	0,25	21,25
00-20-20 + Micronutriente	R$ Tonelada^{-1}	914,00	0,30	274,20	914,00	0,30	274,20
B.2 Sementes/Mat. Plantio							
Sementes	R$ 60.000^{-1}	1,70	65,00	110,50	4,50	65,00	292,50
B.3 Defensivos agrícolas							
Herbicidas	R$ litro^{-1}	30,41	5,70	173,34	6,46	4,00	25,84
Inseticidas*	R$ litro^{-1}	20,36	0,56		20,36	0,56	
Fungicidas		77,43	0,96	74,33	77,43	0,96	74,33
Subtotal B	R$ ha^{-1}			653,62			688,12
C - Pós Colheita							
Transporte até armazém	R$ tonelada^{-1}	5,75	2,88	16,56	5,75	2,88	16,56
Recebimento/Limpeza/Secagem	R$ tonelada^{-1}	20,00	2,88	57,60	20,00	2,88	57,60
Armazenagem (1 mês)	R$ tonelada^{-1}	5,33	2,88	15,35	5,33	2,88	15,35
Taxa administrativa	R$ tonelada^{-1}	2,53	2,88	7,29	2,53	2,88	7,29
Subtotal C	R$ tonelada^{-1}			96,80			96,80

A cultivar convencional BMX Potência foi que apresentou maior rentabilidade (R$ 3089,94 ha^{-1}), seguido por BMX Ponta (R$ 2998,18 ha^{-1}) e BMX Vanguarda (R$ 2849,31 ha^{-1}) (Tabela 30). Entretanto, isso se deve pelo fato de não ter havido necessidade de aplicação de inseticidas na área, devido a baixa incidencia de insetos durante o período de condução do experiemnto. Com isso, há necessdade de se realizar mais estudos sobre a retabilidade econômica na cultura da soja, levando-se em consideração, principalmente, o custo da aplicação de agrotóxicos. Diversos fatores podem interferir no nível e na variação da rentabilidade de um sistema de produção e, de acordo com Melo et al. (2012) existem parametros econômicos como inseticidas que influenciam de forma direta e, que, portanto, precisam ser previstos, quantificados e acompanhados. E destaca que a probabilidade de sucesso da produção de soja é maior que a do milho, ou seja, tem chance de resultados positivos superiores, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho (Tabela 30 e 28).

Tabela 30 - Avaliação econômica da cultura da soja na safra de 2015/2016.

	BMX Potência - D (RR1 6.7)	BMX Vanguarda (IPRO 6.0)	BMX Ponta - I (IPRO 6.6)
Custo Total (R$ ha^{-1})	1111,96	1108,60	1108,60
Custo Total (R$ sc^{-1} 60 Kg)	17,20	18,20	17,54
Receita (R$ ha^{-1})	4201,91	3957,91	4106,78
Preço médio (R$ sc^{-1} 60 kg)	64,99	64,99	64,99
Lucro (R$ ha^{-1})	3089,94	2849,31	2998,18

5 Considerações Finais

A cultivar de milho que atingiu os melhores resultados foi a AG 9045 PRO2 isolinha *Bt* em conjunto com o tratamento químico clofenapir + zeta-cipermetrina por serem tipos de inseticidas que possuem modos de ação distintos. Onde, clofenapir atua no desacoplamento da fosforilação oxidativa via disrupção do gradiente de próton e a zeta-cipermetrina atua diretamente nos moduladores de canais de sódio.

Para a cultura da soja os melhores resultados apontaram para a cultivar BMX Potencia convencional. Lembrando que deve levar em consideração que houve baixa incidência de insetos na área não tendo a necessidade de aplicar o controle químico.

Em relação ao tratamento químico para a cultura da soja em laboratório flubendiamida + zeta-cipermetrina foram os que atingiram os melhores resultados onde também possuem modos de ação diferentes, sendo o primeiro atinge os moduladores dos receptores da rianodina e o segundo nos moduladores dos canais de sódio, causando assim a morte no inseto-praga.

O monitoramento evidência que os fatores climáticos são determinates para a captura de insetos e indica futuras infestações na cultura. Sendo assim, por mais que se conheça a culturas do milho e soja, é sempre necessário o aprimoramento de técnicas para o uso de inseticidas e cultivares resistentes, como componentes do Manejo Integrado de Pragas.

Referências Bibliográficas

ABBOTT, W. S. A method of computing the effetiveness of the insecticide. **Journal Economic Entomology**, Oxford, v. 18, p. 265-267, 1925.

ADAMCZYK, J. J.; HOLLOWAY, J. W.; LEONARD, B. R.; GRAVES, J. B. Susceptibility of fall armyworm collected from different plant hosts to selected insecticides and transgenic *Bt* cotton. **Journal of Cotton Science**, Baton Rouge v.1, p.21-28, 1997.

ADAPAR, Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. **Portaria N.º91 de 21 de maio de 2015**. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/GABINETE/PORTARIAS/2015/91_15.pdf>. Acesso em 24 agosto de 2016.

AGRIANUAL 2012. **Anuário da Agricultura Brasileira**. 2012, 482p.

AGROCERES. **Sementes Agroceres**. 2016. Disponível em: <http://www.sementesagroceres.com.br/pages/BaixarArquivo.aspx?i=folhetoAG9025PRO3_Verao.pdf&t=pdf>. Acesso em: 01 dezembro de 2016.

AGROFIT. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit> Acesso em 13 agosto de 2016.

AGROMET. **Laboratório de Agrometeorologia**. 2017. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Disponível em: <http://agromet.cpact.embrapa.br/>. Acesso em: 23 janeiro de 2017.

ALFORD, A. R.; HAMMOND JUNIOR, A. M. Plusiinae (Lepidoptera: Noctuidae) populations in Louisiana soybeans ecosystems as determined with looplurebaited traps. **Journal of Economic Entomology**, Oxford v. 75, p. 647-650, 1982.

ALI, A.; CHOUDHURY, R. A. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Journal of Plant Protection**, Tunisian, v. 4, n. 1, p. 99-106, 2009.

ALLIPRANDINI, L. F.; TOLEDO, J. F. F.; FONSECA, J. R. N. S.; KIIHL, R. A. de S.; ALMEIDA, L. A. Ganho Genético em soja no Estado do Paraná via melhoramento no período de 1985/86 a 1989/90. Brasília: **Embrapa**, v. 28, n. 4, p. 487-49, 1993.

ALMEIDA, P. R., CAVALCANTE, R. D., SORDI, G. Ensaio com inseticidas modernos no combate à lagarta do cartucho – *Laphygma frugiperda* (Smith & Abbot, 1797) e técnica de aplicação. **O Biológico**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 111-114, 1964.

ARANDA, E.; SANCHEZ, J.; PEFEROEN, M.; GÜERECA, L.; BRAVO, *A.* Interactions of *Bacillus thuringiensis* crystal proteins with the midgut epithelial cells of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Invertebrate Pathology**, Illinois, v. 68, p.203–212, 1996.

ÁVILA, C. J.; VIVAN, L. M.; TOMQUEISKI, G. V. Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. **Londrina: Embrapa Soja**, 2013. 12p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 23).

BARRETO, F. **Safra de verão**. Cooperativa Castrolanda, Castro, Publicação Especial, n. 01, 2011, 6p. Disponível em: < https://www.castrolanda.coop.br/img/circular/61992011/especial_safra_verao.pdf >. Acesso em: 15 janeiro de 2017.

BATISTA, M. A. **Desempenho de híbridos experimentais e comerciais de milho para a produção de grãos**. 2010. 40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agronômica) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2010.

BAVARESCO, A.; GARCIA, M. S.; GRÜTZMACHER, A. D.; RINGENBERG, R.; FORESTI, J. Adequação de uma dieta artificial para a criação de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. **Neotropical Entomology**, Lodrina, v. 33, n. 2, p.155-161, 2004.

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**, Cascavel, v. 8, n.2, p. 201-214, 2015.

BELORTE, L. C.; RAMIRO, Z. A.; FARIA, A. M. Levantamento de percevejos pentatomídeos em cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, 1917) na

região de Araçatuba, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, p. 447-451, 2003.

BERCELLINI, N.; MALACALZA, L. Plagas y depredadores en soja en el noroeste de la Provincia de Buenos Aires (Arg.). **Turrialba**, San José, v. 44, p. 244-254, 1994.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. L.; BIANCH, C. A. M.; HECKLER, B. M. M.; COMIRAN, F. Solar radiation intercepted by maize crops as function of soil tillage systems and water availabilities. In: INTERNATIONAL SOIL CONSERVATION ORGANIZATION CONFERENCE, 13, 2004, Brisbane. **Proceedings…** Brisbane: International Erosion Control Association, p. 1-4, 2002.

BERNARDI, O. **Avaliação do risco de resistência de lepidópteros-praga (Lepidoptera: Noctuidae) à proteína Cry1Ac expressa em soja MON 87701 x MON 89788 no Brasil**. 2012. 144f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2012.

BERNARDI, D.; SALMERON, E.; HORIKOSHI, R. J.; BERNARDI, O.; DOURADO, P. M.; CARVALHO, R. A.; MARTINELLI, S.; HEAD, G. P. ; OMOTO, C. Cross-Resistance between Cry1 proteins in fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) may affect the durability of current pyramided *Bt* maize hybrids in Brazil. **Plos One**, San Francisco, v. 10, p. e0140130, 2015.

BERNARDI, D.; BERNARDI, O.; HORIKOSHI, R. J.; SALMERON, E.; OKUMA, D. M.; OMOTO, C. Biological activity of *Bt* proteins expressed in different structures of transgenic corn against *Spodoptera frugiperda*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, p. 1019-1024, 2016.

BERTELS, A. Estudos da influëncia da umidade sôbre a dinâmica de populações de lepidópteros, pragas do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 5, p. 67-79, 1970.

BIZOTTO, L. A.; SANTOS, R. S. S. Avaliação de armadilhas com feromônio sexual e atrativo floral para monitoramento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) *e Pseudoplusia includens* (Walter, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae) em pomar de macieira. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.18, p. 517-522, 2014.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2° ed. Viçosa: Editora UFV, 2º ed., 2005. 243p.

BOTTIMER, L. J. Notes on some Lepidoptera from eastern Texas. **Journal Agricultural Research**, Lahore ,v. 39, p. 797-819, 1926.

BOYER, W. P.; DUMAS, B. A. Plant shaking methods for soybean insect survey in Arkansas. In: Survey methods for some economic insects. USA: **Department of agriculture agricultural research service**, p.92-94, 1969.

BRONDANI, D.; GUEDES, J. V. C.; FARIAS, J. R.; BIGOLIN, M.; KARLEC, F.; LOPES, S. J. Ocorrência de insetos na parte aérea da soja em função do manejo de plantas daninhas em cultivar convencional e geneticamente modificada resistente a glyphosate. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.8, p.2132-2137, 2008.

BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. C.; PEREIRA, S**. Melhoramento genético de plantas: princípios e conceios**. Lavras: Editora UFLA, p. 213-219, 2006.

BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. DE F.; OLIVEIRA, J. R. G.; CAMILO, M. F. Sem Barreira. **Cultivar**, Pelotas, v. 34, p. 12-34, 2007.

BUENO, A. F.; BATISTELA, M. J.; MOSCARDI, F.; BUENO, R. C. O. F. NISHIKAWA M.; HIDALGO, G. SILVA, L.; GARCIA, A. CORBO, E.; SILVA, R. B.Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem a ocorrência de prejuízos à produtividade. **Londrina: Embrapa Soja**, 2010. 12p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 79).

BUENO, A. F.; JUNIOR, A. O.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MARCELINO, F. C.; NETO, J. B. F.; OLIVEIRA, M. C. N.; CUNHA, M. H. NEUMAIER, N. Cultivares de soja: Regiões Sul e Central do Brasil 2010/2011. 1° ed. **Londrina: Embrapa Soja**, (2010). Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/helicoverpa/caracteristicas.htm>. Acesso em: 15 novembro de 2016.

BUSATO, G. R.; GRÜTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GIOLO, F. P.; ZOTTI, M. J.; MAGALHÃES, T. R. Tabela de vida de fertilidade de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em folhas de milho e arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n. 4, p. 449-455, 2004.

BUSATO, G. R.; GRÜTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; ZOTTI, M. J.; NÖRNBERG, S. D.; MAGALHÃES, T. R.; MAGALHÃES, J. B. Susceptibilidade de lagartas dos biótipos milho e arroz de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) a inseticidas com diferentes modos de ação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1 p. 15-20, 2006.

BUTT, B. A.; CANTU, E. Sex determination of lepidopterous pupae. **Washington: USDA**, 1962, 7p.

CALLAHAN, P. S. Behavior of the imago of the corn earworm, *Heliothis zea*, with special reference to emergence and reproduction. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 51, p. 271-83, 1958.

CÂMARA, G. M. S. **Introdução ao agronegócio soja**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/ Universidade de São Paulo, 2011, 28p. Disponível em: <http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv584/584%20Soja%2001%20-%20Apostila%20Texto%20%20Agronegocio%20Soja%202011.pdf>. Acesso em: 16 novembro 2016.

CARDOSO NUNES, J.; SANTOS, R. S. S.; BOFF, M. I. C. Identificação e comportamento ecológico de mariposas em pomar de macieira. **Revista de la Facultad de Agronomia,** La Plata, v. 112, n. 1, p.51-61, 2013.

CARNEIRO, A. A.; GUIMARÃES, C. T.; VALICENTE, F. H.; WAQUIL, J. M.; VASCONSELOS, M. J. V.; CARNEIRO, N. P.; MENDES, S. M. Milho *Bt*: teoria e pratica da produção de plantas transgênicas resistentes a insetos-pragas. **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, 2009. 30p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 135).

CARVALHO, S. P.; MORAOES, J. C.; CARVALHO, J. G. Efeito do silício na resistência do sorgo (*Sorghum bicolor*) ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 45-52, 1999.

CESSA, R. M. A.; MELO, E. P.; LIMA JR, I. S. Mortalidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepdoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas de milho e feijoeiro imersas em soluções contendo inseticidas. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 5, n. 1, p. 85-92, 2013.

CHRISPIM, T. P.; RAMOS, J. M. Resistência de plantas a insetos. **Revista Científica de Engenharia Florestal**, Garça, n. 6, p. 10-20, 2007.

CIIAGRO, **Manejo agrometeorológico de pragas e doenças visando aplicação de agroquímicos – Uma análise preliminar**. 2017. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/pragas.html>. Acesso em: 17 janeiro de 2017.

CIVIDANES, F. J. **Determinação das exigências térmicas de *Nezara viridula* (L., 1758), *Piezodorus guildinii* (West., 1837) e *Euschistus heros* (Fabr., 1798) (Heteroptera: Pentatomidae) visando ao seu zoneamento ecológico**. 1992. 100f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1992.

CIVIDANES, F. J.; PARRA, J. R. P. Zoneamento ecológico de *Nezara viridula* (L.), *Piezodorus guildinii* (West.) e *Euschistus heros* (Fabr.) (Heteroptera: Pentatomidae) em quatro estados produtores de soja do Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 23, p. 219-226, 1994.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Observatório agrícola: Acompanhamento da safra brasileira 2016/2017 (Grão)**. Brasília, v. 4, n. 2, 2016, 156p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_11_11_14_54_21_boletim_graos_novembro_2016.pdf>. Acesso em 02 janeiro de 2017.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Soja Orgânica: Alternativas para o Manejo dos Insetos-Pragas. **Londrina: Embrapa Soja**, 2003. 83p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 42).

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. Percevejos pragas da soja no norte do Paraná: Abundância em relação à fenologia da planta e hospedeiros intermediários. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DA SOJA, 1981, Brasília. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, v. 2, p. 140-151, 1982.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. Percevejos da soja e seu manejo. **Londrina: Embrapa Soja**, 1999. 45p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 24).

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ALEXANDRE, T. M.; PELLIZZARO, E. C.; MOSCARDI, F.; BUENO, A. F. Práticas de manejo de pragas utilizadas na soja e seu impacto sobre a cultura. **Londrina: Embrapa Soja**, 2010b. 16p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 78).

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MACHADO, E. M.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. Sobrevivência e desempenho reprodutivo do percevejo marrom *Euschistus heros* (F.) na entressafra da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 31., 2010, Brasília, DF. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, p. 81-83, 2010a.

COSTA, L. L.; MARTINS, B. C.; FUNICHELLO, M.; BUSOLI, A. C. Dinâmica populacional de ovos e lagartas e parasitismo de ovos de curuquerê-do-algodoeiro por *Trichogramma pretiosum* em cultivares convencionais e transgênica de algodoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 939-947, 2011.

CRUZ, I. Determinação dos instares de *Spodoptera frugiperda* em lagarats alimentadas com diferentes dietas. **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, p. 76-77, 1994. (Embrapa Milho e Sorgo. Relatório técnico anual, 1992-1993).

CRUZ, I. A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, 1995. 45 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 21).

CRUZ, I. Manejo de resistência de insetos pragas a ineticidas com enfase em *Spodoptera frugiperda* (Smith). **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, 2002. 15p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnico, 21).

CRUZ, I. Manejo de Lepidópteros. **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**. cap. 29, p. 320-328, 2016. Disponível em: < http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/106298/1/Manejo-lepidopteros.pdf>. Acesso em: 06 dezembro de 2016.

CRUZ, I.; SANTOS, J. P.; WAQUIL, J. M. Controle químico da lagarta-do-cartucho em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 5, p. 677-681, 1982.

CRUZ, I. VENDRAMIM, J. D. Tolerância como mecanismo de resistência de sorgo ao pulgão verde, *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 43-47, 1998.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; SILVA, R. B. Monitoramento de adultos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em algumas regiões produtoras de milho (*Zea mays* L.) no Brasil. In: XXVIII CONGRESSO

NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, Goiânia. **Anais...** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 538-542, 2010.

CRUZ, I.; MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MOREIRA, J. A. A. Milho. **Embrapa Informação Tecnológica Brasília**, Brasília, 2011, 16p.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; SILVA, R. B.; SILVA, I. F.; PAULA, C.; FOSTER, J. Using sex pheromone traps in the decision-making process for chemical application against *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in maize. **International Journal of Pest Management**, London, p. 83-90, 2012.

CRUZ, J. C.; FILHO, I. A. P.; QUEIROZ, L. R. Quatrocentas e sessenta e sete cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2013/14. **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, 2014. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/>. Acesso em: 15 novembro de 2016.

CUNHA, U. S.; MARTINS, PORTO, M. P.; GARCIA, M. S.; BERNARDI, O.; TRECHA, C. O.; BERNARDI, D.; JARDIM, E. O.; BACK, E. C. U. Resistência de genótipos de milho para cultivo em várzea subtropical à lagartas-do cartucho *Spodoptera frugiperda*. Ciência Rural, Santa Maria, v. 38, n.4, p. 1125-1128, 2009

CTNBio. **Liberações comerciais**. 2017. Disponível em: http://ctnbio.mcti.gov.br/liberacao-comercial#/liberacao-comercial/consultar-processo. Acesso em: 25 janeiro de 2017.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS,T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013a.

CZEPAK, C.; VIVAN, L. M.; ALBERNAZ, K. C. Praga da vez. **Cultivar**, Pelotas, v. 15, n. 167, p. 20-27, 2013b.

DAVIS, F.M.; NG, S.S.; WILLIAMS, W.P. Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm. **Mississippi: Agricultual and**

Forest Experiment Station, 1992. 9p. (Agricultual and Forest Experiment Station. Technical bulletin, 186).

DEGRANDE, P. E. OLIVEIRA, M. A.; SHIMOHIRO, A.; BARROS, R. Controle químico do percevejo *Euschistus heros* (Fabr. 1794) (Heteroptera: Pentatomidae) na cultura da soja em aplicação aérea. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.6, n°2, p. 144-148, 2000.

DEGRANDE, P. E.; VIVAN, L. M. Pragas da soja. **Rondonópolis: Fundação MT**, 2005, 3p. (Fundação MT. Boletim de Pesquisa de Soja, 8).

DIAS, A. S.; MARUCCI, R. C.; MENDES, S. M.; MOREIRA, S. G.; ARAÚJO, O. G.; SANTOS, C. A.; BARBOSA, T. A. Bioecology of *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1757) in different cover crops. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 32, n. 2, p. 337-345, 2016.

DIDONET, J.; FRAGOSO, D. B.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, G. R. Flutuação populacional de pragas e seus inimigos naturais em soja no projeto Rio Formoso - Formoso do Araguaia, TO, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, n. 28, v. 1, p. 67-74, 1998.

DIDONET, J.; SARMENTO, R. A.; AGUIAR, R. W. S.; SANTOS, G. R.; ERASMO, E. A. L. Abundância de pragas e inimigos naturais em soja na região de Gurupi, Brasil. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Costa Rica, n. 69, p. 50-57, 2003.

DODDS, K. A.; CLANCY, K. M.; LEYVA, K. J.; GREENBERG, D.; PRICE, P. W. Effects of Douglas-fir foliage age class on western spruce budworm oviposition choice and larval performance. **Great Basin National Provo**, Baker, v. 56, p. 135–141, 1996.

DUARTE, A. P. Milho safrinha: características e sistemas de produção. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (Eds.). Tecnologias de produção do milho. Viçosa: **Editora UFV**, p. 109-138, 2004.

DUTTON , A.; ROMEIS, J.; BIGLER, F. Effects of Bt maize expressing Cry1Ab and Bt spray on *Spodoptera littoralis.* **Entomologia Experimentalis Applicata**, Hoboken, v.114, p.161-169, 2005.

DYAR, H. G. The number of molts of lepidopterous larvae. **Psyche**, Cambridge, v.5 p. 420-422, 1890.

EBBINGHAUS-KINTSCHER, U.; LUEMMEN, P.; LOBITZ, N. Phthalic acid diamides activate ryanodine sensitive Ca2+ release channels in insects. **Cell Calcium**, USA, v. 39, n. 1, p. 21-33, 2006.

EHLERINGER, J. R.; CERLING, E.T.; HELLIKER, B. R. C4 photosynthesis, atmospheric CO2, and climate. **Oecologia**, Berlin, v. 12, n. 112, p. 285-299, 1997.

EMBRAPA. Fisiologia do Milho. **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, 2002. 12p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica Online, 22). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2002/circular/Circ_22.pdf >. Acesso: em 01 novembro de 2016.

EMBRAPA, Tecnologias de produção de soja: Região central do Brasil 2003. **Londrina: Embrapa Soja**. (Embrapa Soja. Versão eletrônica, 12). Disponível em: < https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/SojaCentralBrasil2003/manejoi.htm>. Acesso em: 03 novembro 2016.

EMBRAPA. **Perguntas aos produtores**. 2016. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/perguntas/colheita2.php>. Acesso em: 21 nov. 2016.

EMBRAPA. ***Helicoverpa armigera*: Ações de prevenção e manejo**. 2016. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/helicoverpa/caracteristicas.htm>. Acesso em: 16 novembro de 2016.

ESTRUCH, J. J., CAROZZI, N. B.; DESAI, N.; DUCK, N. B.; WARREN, G. W.; KOZIEL, M. G. Transgenic plants: an emerging approachto pest control. **Nature Biotechnology**, New York, v.15, p.137-141, 1997.

ETCHEVERRY, M. *Laphygma frugiperda* (Abbot & Smith) in Chile (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Chilena de Entomologia**, Santiango, v. 5, p. 183-192, 1957.

FANCELLI, A. L.; NETO, D. D. Produção de milho. **Agropecuária**, Guaíba, 2003. 360 p.

FARIA, A. B. C. A review of some insecticide groups used in forest pest integrated management. **Ambiência**, Paraná, v. 5 n. 2, p. 345-357, 2009.

FARIAS, J. R.; ANDOW, D. A.; HORIKOSHI, R. J.; BERNARDI, D.; RIBEIRO, R. S.; NASCIMENTO, A. R. B.; SANTOS, A. C.; OMOTO C. Frequency of Cry1F resistance alleles in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Pest Management Science**, New Jersey, v. 72, p. 2295–2302, 2016.

FAVETTI, B. M.; BUTNARIU, A. R. Ocorrência e flutuação estacional de insetos pragas da soja em lavouras de Tangará da Serra e Nova Marilândia, MT. In: **2°** JORNADA CIENTÍFICA DA UNEMAT, 2009, Cáceres. **Anais...** Mato Grosso: Universidade do Estado do Mato Grosso, 2009, 2p.

FAZAM, J. C.; SISMEIRO, M. N. S.; ROGGIA, S.; PASINI, A.; TURA, G. M.; VISENTINI, A.; VIEIRA, A. C.; SILVA, J. E. P.; LOPES, G. H. Efeito da soja *Bt* sobre a frequência e densidade populacional de pragas e predadores. **Londrina: Embrapa Soja**. 2017. Disponível em: < http://ainfo.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/964384>. Acesso em: 17 janeiro de 2016.

FERNANDES, F. O.; ABREU, J. A.; RODRIGUES FILHO, J. A.; CHRIST, L. M.; ROSA, A. P. A. Monitoramento de *Spodoptera frugiperda* nas safras 2008/2009 a 2015/2016 em terras baixas do sul do Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2016, Bento Gonçalves. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p. 281-283, 2016.

FINKLER, C. L. L. Controle de insetos: uma breve revisão. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, v. 8, p.169-189, 2012.

FINOTO, E. L.; MIGUEL, L. Z. M.; CORDEIRO JR.; PAULA, L.; SOARES, M. B. B.; BOLANHEZI, D. Avaliação de genótipos de soja RR e intacta RR2 Pro® em semeadura direta na reforma de cana crua. **Ciência & Tecnologia**, Jaboticabal, v. 7, 2015, 5p.

FITT, G. P. The ecology of Heliothis species in relation to agroecosystems. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 34, p. 17-52, 1989.

FOLSOM, J. W. Notes on little-known insects. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 29, p. 282-285, 1936.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n.12, 2011, 12p.

GAZZONI, D. L.; MOSCARDI, F. Effect of defoliation levels on recovery of leaf area, on yield and agronomic traits of soybeans. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, p. 411-424,1998.

GIOLLO, F. P.; GRUTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; BUSATO, G. R. Parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) oriundas de diferentes localidades e hospedeiros. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, p.221-224, 2002.

GODOY, C. V.; FLAUSINO A. M. Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja em Londrina e Tamarana, PR, na safra 2007/08. **Londrina: Embrapa Soja**, 2008. 4p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 57).

GOMEZ, S. A. Controle da lagarta *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818, com dois inseticidas do grupo dos piretróides. In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, 21, 1999, Dourados. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 1999, 61p.

GOULD, F. Sustainability of transgenic inseticidal cultivars: integrating pest genetics and ecology. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 43, p. 701-726, 1998.

GOUSSAIN, M.M., MORAES; J.C.; CARVALHO, J.G.; NOGUEIRA, N.L.; ROSSI, M.L. Efeito de aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagartado-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 305-310, 2002.

GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal Econonic Entomology**, Oxford, v. 69, p. 487-497, 1976.

GRUTZMACHER, A. D.; IDALGO, T. N. D.; MARTINS, J. F. S.; FRIEDRICH, F.; ARMAS, F. S. Efeito de inseticidas piretróides utilizados para o controle de pragas desfolhadoras na cultura do arroz irrigado a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ, 8., 2013, Santa Maria. **Anais...** Pelotas: Embrapa Cliam Temerado, 2013, 4p.

GUERREIRO, J. C.; BUSOLI, P. H. C.; BUSOLI, A. C. Eficiência de inseticidas associados a enxofre no controle de *Spodoptera frugiperda* em milho convencional. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 12, n. 4, p.275-285, 2013.

GUO, Y. Y. Progress in the researches on migration regularity of *Helicoverpa armigera* and relationships between the pest and its host plants. **Acta Entomologica Sinica**, Beijing, v. 40, n. 1, p. 1-6, 1997.

GUOQING, L.; ZHAOJUN, H.; LILI, M.; XIAORAN, Q.; CHANGKUN, C.; YINCHANG, W. Natural oviposition-deterrent chemicals in female cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner). **Journal of Insect Pathology**, New York, v. 47, n. 9, p. 951-956, 2001.

HADDAD, M. L.; MORAES, R. C. B.; PARRA, J. R. P. Programa MOBAE: Modelos bioestatísticos aplicados à entomologia (software). Piracicaba: **ESALQ/USP**, Piracicaba, 44p. + 1 disquete, 1995.

HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P.; MORAES, R. C. Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos. Piracicaba: **Fealq**, 1999. 29p.

HARDKE, J. T.; LEONARD, B. R.; HUANG, F.; JACKSONC, R. E. Damage and survivorship of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on transgenic field corn expressing *Bacillus thuringiensis* Cry proteins. **Crop Protection**, London, v.30, p.168-172, 2011.

HARTWIG, E. E.; KIIHL. R. A. S. Identification and utilization of a delayed flowering character in soybean for short-day conditions. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 2, p. 145-151, 1979.

HATTERSLEY, P. W. Characterization of C4 type leaf anatomy in grasses (Poaceae). Mesophyll: bundles sheath area ratios. **Annual of Botany**, Londres, v. 53, n.2, p.163-179, 1984.

HEDIN, P. A.; WILLIAMS, W. P.; DAVIS, F. M.; BUCKLEY, E. P. M. Roles of amino acids, protein, and fiber in leaf-feeding resistance of corn to the fall armyworm. **Journal of Chemical Ecology**, London, v. 16, p. 1977-1995, 1990.

HELLWIG, L. **Reavaliação do nível de dano de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1997) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho convencional em casa de vegetação e avaliação do refúgio no saco para milho transgênico em terras baixas**. 2015. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universiadade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, C. S.; HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, P.; VAN RIE, J.; ESCRICHE, B.; FERRÉ, J. Shared midgut binding sites for Cry1A.105, Cry1Aa, Cry1Ab, Cry1Ac and Cry1Fa proteins from *Bacillus thuringiensis* in two important corn pests, Ostrinia nubilalis and *Spodoptera frugiperda*. **PLoS ONE**, San Francisco, v.8, n.7, 2013.

HERZOG, D. C.; TODD, J. W. Sampling velvetbean caterpillar on soybean. In: KOGAN, M.; HERZOG, D. C., ed. Sampling methods in soybean entomology. **Springer-Verlag**, New York, p. 107-140, 1980

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, L. J.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. **Londrina: Embrapa Soja**, 2000. 70p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 30).

IBGE. **Estados. Rio Grande do Sul**. 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=rs&tema+lavouratemporaria2008> Acesso em: 13 agosto de 2016.

INDICAÇÕES, Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2014/2015 e 2015/2016. **Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2014. 124p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 382).

IRAC-BR. Comitê de Ação a Resistência a Inseticidas. **Programas de manejo da resistência de pragas a pesticidas no Brasil**. 2016. Disponível em: < http://www.irac-br.org/#!modo-de-ao-de-inseticidas-e-acaricidas/c10s0> Acesso em 21 novembro de 2016.

JOHNSON, J. W.; TEETES, G. L. Breeding for arthropod resistance insorghum. In: HARRIS, M. K. **Biology and breeding for resistance to arthropods and pathogens in agricultural plants**. Texas, Miscellaneous publication, p.168-180, 1979.

KELLER, M.; SNEH, B.; STRIZHOV, N.; PRUDOVSKY, E.; REGEV, A.; KONCZ, C.; SCHELL, J.; ZILBERSTEIN, A. Digestion of delta-endotoxin by gut proteases may explain reduced sensitivity of advanced instar larvae of *Spodoptera littoralis* to Cry1C. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, České Budějovice, v. 26, p.365‑373, 1996.

KIIHL, R. A. S.; GARCIA, A. The use of the long-juvenile trai in breeding soybean cultivars. In: WORLD SOYBEAN RESERACH CONFERENCE, 4., 1989, London. **Proceeding…** London, p. 994-1000, 1989.

KOGAN, M. Dynamics of insect adaptations to soybean: Impact of integrated pest management. **Environmental Entomology**, College Park, v. 10, p. 363-371, 1981.

KUBO, I., HANKE, F.G. Chemical methods for isolation and identifying phytochemicals biologically active in insects. In: Miller, J.R., Miller, T.A. (eds.). Insect-plant interactions. **Spring-Verlag**, New York, p.22-249, 1986.

KUSS, C. C.; ROGGIA, R. C. R. K.; BASSO, C. J.; OLIVEIRA, M. C. N.; PIAS, O. H. C.; ROGGIA, S. Controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja com inseticidas químicos e biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.5, p.527-536, 2016.

LABRADOR, S. J. R. Estudio de biologia y combate del gusano cogollero Del maíz *Laphygma frugiperda*. **Rewiew Applied Entomology**, London, v. 57, n. 45, p. 12-23, 1967.

LAI, T.; LI, J.; SU, J. Monitoring of beet armyworm *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) resistance to chlorantraniliprole in China. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, Lanham, v. 101, p. 198-205, 2011.

LEITÃO, F. O.; MEDEIROS, J. X.; THOMÉ, K. M.; CARVALHO, J. M.; BRISOLA, M. V. Cultivo de soja transgênica no estado de mato grosso: Fatores propulsores e limitativos. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 57, n. 1, p. 61-74, 2010.

LEITE, N. A.; MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; PEREIRA, E. J. G. Milho *Bt* no Brasil: a situação e a evolução da resistência de insetos. **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, 2011. 47p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documento, 133).

LIMA, J. F. M.; GRÜTZMACHER, A. D.; CUNHA, U. S.; PORTO, M. P.; MARTINS, J. F. S.; DALMAZO, G. O. Ação de inseticidas no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho cultivado em agroecossitema de várzea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n.3, p. 607-613, 2008.

LINGREN, P.D., SPARKS, A.N.; RAULSTON, J.R. The potential contribution of moth behavior research to *Heliothis* management. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON Heliothis MANAGEMENT, 1982. **Proceedings…** p.39-47, 1982.

LINK, D. Percevejos do gênero *Euschistus* sobre soja no Rio Grande do Sul (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 16, p. 361-364, 1979.

LINK, D.; GRAZIA, J. Pentatomídeos da região central do Rio Grande do Sul (Heteroptera). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 16, p. 115-129, 1987.

LOPES, G. S.; LEMOS, R. N. S.; MACHADO, K. K. G.; MACIEL, A. A. S.; OTTATI, A. L. T. Biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em folhas de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p.134-140, 2008.

LOURENÇÃO, A. L.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; MIRANDA, M. A. C.; AMBROSANO, G. M. B. Avaliação de anos causados por percevejos e por lagartas em genótipos de soja de ciclos precoce e semiprecoce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 879-886, 2000.

LOURENÇÃO, A. L.; BRAGA, N. R.; MIRANDA, M. A. C.; VALLE, G. E.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; RECO, P. C. Avaliação de danos de percevejos e de desfolhadores em genótipos de soja de ciclos precoce, semiprecoce e médio. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n.4, p.623-630, 2002.

LOURENÇÃO, A. L.; BRAGA, N. R.; MIRANDA, M. A. C.; RECO, P. C.; FUGI, C. G. Q.; PEREIRA, J. C. V. N. A. Avaliação de danos de insetos e de severidade de oídio em genótipos de soja. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.3, p. 423-433, 2005.

LOURENÇÃO, A. L.; RECO, P. C.; BRAGA, N. R.; VALLE, G. E.; PINHEIRO, J. B. Produtividade de genótipos de soja sob infestação da lagarta-da-soja e de percevejos. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, p. 275-281, 2010.

LUCAS, P. W.; TURNER, I. M.; DOMINY, N. J.; YAMASHITA, E. N. Mechanical defences to herbivory. **Annals of Botany**, Oxford, v. 86, p. 913-920, 2000.

LUCCHINI, F. **Biologia de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbot, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) níveis de prejuízos e avaliação toxicológica de inseticidas para o seu combate no milho**. 1977. 114f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1977.

LUGINBILL, P. A. The fall armyworm. **Washington: USDA**, 1928. 91p. (Technical Bulletin, 34).

LÜMMEN, P.; EBBINGHAUS-KINTISCHER, U.; FUNKE, C.; FISCHER, R.; MASAKI, T.; YASOKAMA, N.; TOHNISHI, M. Phthalic acid diamides activate insect ryanodine receptors. In: LYGA, J. W.; THEODIRIDIS, G. (Ed.). Synthesis and chemistry of agrochemicals VII. **American Chemical Society**, USA, p. 235-248, 2007.

MAAGD, R. A.; BOSCH, D.; STIEKEMA, W. *Bacillus thurigienses* toxin-mediated insect resistencie in plants. **Trend in Plant Science**, London, v. 4, p. 9-13, 1999.

MAIA, A. H. N. Definindo estratégias de manejo da resistência de pragas a toxinas *Bt* expressas em culturas transgênicas: o papel dos modelos de simulação. **Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente**, 2005, 5p. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Maia_definindoID-gLUEDBF8lh.pdf> . Acesso em: 17 janeiro de 2017.

MAIA, M. S.; PRIMO, A. T. **Cadeia forrageira para a região sul**. Porto Alegre: Federacite, p. 106-132, 1995.

MALAGUIDO, A. B.; PANIZZI, A. R. Danos de *Euschistus heros* (Fabr.) (Hemipetera: Pentatomidae) em aquênios de girassol. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, p. 535-542, 1998.

MARSARO JR, A. L.; PEREIRA, P. R. V. S.; SILVA, W. R.; GRIFFEL, S. C. P. Flutuação populacional de insetos-praga na cultura da soja no Estado de Roraima. **Ciência Agrária Ambiental**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 71-76, 2010.

MARTHA, G. B. JR.; FILHO, K. E.; GAZZONI, D. L.; PENA, M. A. G. JR.; CAMPOS, F.; BELTRÃO, S. L. L.; TORRES, L. A.; VALENTIM, J. F.; MIRANDA, E.; PEREIRA, R. M.; DANTAS, J. O.; ARRUDA, R. G.; SILVA, A. R.; BERTIN, P. R. B.; BALSADI, O. V.; ARAÚJO, S. C. B.; FILHO, E. G.; PEREIRA, V. F. Visão 2014–2034: **O Futuro do Desenvolvimento Tecnológico da Agricultura Brasileira**. Brasília: Embrapa, 2014, 53 p.

MARTINS, J. F. S; BOTTON, M. Controle de insetos da cultura do arroz, p. 273-300. In: PESKE, S. T.; NEDEL, J. L.; BARROS, A. C. S. A. **Produção de arroz irrigado**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, p. 665, 1998.

MARUCCI, R. C. Levantamento de adultos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) utilizando armadilha de feromônio em área comercial de milho *Bt.* In: XXVII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 4., 2010, **Anais...** Goiânia: Embrapa Algodão, p. 490-494, 2010. CD-Rom.

MASAKI, T.; YASOKAWA, N.; TOHNISHI, M.; NISHIMATSU, T.; TSUBATA, K.; INOUE, K.; MOTOBA, K.; HIROOKA, T. Flubendiamide, a Novel Ca2 + Channel Modulator, Reveals Evidence for Functional Cooperation between Ca2+ Pumps and Ca2 + Release. **Molecular Pharmacology**, USA, v. 69, n. 5, p. 1733-1739, 2006.

MATRANGOLO, W. J. R.; DELLA LUCIA, T. M. C.; CRUZ, I; VILELA, E. F. Determinação do número de fêmeas virgens por armadilha e periodicidade de captura de machos de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 1, 1996.

MATTSON, W. J. Herbivory in relation to plant nitrogen content. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Palo Alto, v. 11, p. 119–161, 1980.

MAZIERO, H. **Estudo de tecnologias de aplicação e inseticidas para o controle de percevejos fitófagos na cultura da soja**. 2006. 34f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

McNEIL, J. N. Behavioral ecology of pheromone-mediated communication in moths and its importance in the use of pheromone traps. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 36, p. 407-430. 1991.

MEDINA, L.; HELLING, L.; LONDERO, E.; EMYGDIO, B. M.; ROSA, A. P. S. A. Determinação do número de instares de *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em sorgo sacarino BRS 506. In: V ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA E PÓS GRADUAÇÃO DA EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 4., 2015. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015, 69p.

MELHORANÇA FILHO, A. L.; MARTINS, D.; PEREIRA, M. R. R.; ESPINOSA, W. R. Efeito de glyphosate sobre características produtivas em cultivares de soja transgênica e convencional. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 322-333, 2010.

MELLO, E. P. **Desempenho de armadilhas à base de feromônio sexual para o monitoramento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho**. 2004. 51f. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Dourados, 2004.

MELO, C. O.; SILVA, G. H.; ESPERANCICNI, M. S. T. Análise econômica da produção de soja e de milho na safra de verão, no Estado do Paraná. **Revista Politica Agrícola**, Brasília, n. 1, p. 121-132, 2012.

MELO, E. P.; DEGRANDE, P. E.; LIMA JR, I. S.; SUEKANE, R. KODAMA, C. FERNANDES, M. G. Disposição espacial e injúrias da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n.3, p. 343-349, 2014.

MELO, M.; SILVA, R. F. P. Influência de três cultivares de milho no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v.16, n.1, p.37-49, 1987.

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). **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, 2008. 8p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 157).

MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M. Uso do milho *Bt* no manejo integrado de lepidópteros-pragas: recomendações de uso. **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, 2009. 8p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 170).

MENSAH, R. K. Supresssion of *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition by use of the natural enemy food supplement envirofeast. **Australian Journal of Entomology**, Canberra, v. 35, n. 4, p. 323-329, 1996.

MEREGE, W. H. **Milho (*Zea mays* L.)**. 2016. Disponível em: < http://www.agrobyte.com.br/milho.htm>. Acesso em: 25 nov. 2016.

METCALF, C.; FLINT, W. P. J.; METCALF, R. L. Destructive and used insects: their habitats and control. New York: **Mc Graw – Hill**, 4 ed., 1962. 1078p.

MIGUEL, F. B.; ESPERANCINI, M. S. T.; FURLANETO, F. P. B.; BÁRBARO, I. M.; TICELI, M. Adoção de milho transgênico no estado de São Paulo: resultados econômicos e riscos. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.43, n.6, p. 12-20, 2013.

MIRANDA, R.; ZAMUDIO, F. Z.; BRAVO, A. Processing of Cry1Ab δ-endotoxin from *Bacillus thuringiensis* by *Manduca sexta* and *Spodoptera frugiperda* midgut proteases: role in protoxin activation and toxin inactivation. **Insect Biochemistry Molecular Biology**, Czech Republic, v. 31, p.1155–1163, 2001.

MIYASAKA, S.; MEDINA, C. J. **A soja no Brasil**. Brasília: Cargill, 1981, 1062p.

MOHRDIECK, K. H. **Formações campestres do Rio Grande do Sul. In: Campo nativo - melhoramento e manejo**. Porto Alegre: Federacite**,** p. 11-23, 1993.

MOORE, R. G.; HANKS, L. M. Aerial dispersal and host plant selection by neonate *Thyridopteryx ephemeraeformis* (Lepidoptera: Psychidae). **Ecological Entomology**, St Albans, v.29, p. 327-335, 2004.

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). **Bragantia**, Campinas, v.74, n. 1, p.50-57, 2015.

MORAES, R. R.; LOECK, A. E.; BELARMINO, L. C. Flutuação populacional de Plusiinae e *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n.1, p. 51-56, 1991.

MOREIRA, I. **O Espaço Rio-Grandense**. Rio de Janeiro: Editora Ática, 2007, 8p.

NAKAVO, O.; SANTOS, F. G.;TRINDADE, L. M. Ensaio de campo visando a eficiência do talstar 100 CE (Bifentrhin) no controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do algodão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 3, n. 4, p. 456-462, 2015.

NUNES, M. C.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Danos causados à soja por adultos de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), sadios e parasitados por *Hexacladia smithii* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 109- 113, 2002.

OLIVEIRA, L. J.; PARRA, J. R.; CRUZ, I. Biologia da lagarta-do-cartucho em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio. **Pesquisa Agropecuaria brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 157-166, 1990.

OMOTO, C. Mecanismo de ação dos principais grupos de inseticidas e acaricidas. São Paulo: **Esalq**, 2008, 7p.

OMOTO, C. Functional dominance of different aged larvae of Bt-resistant *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) on transgenic maize expressing Vip3Aa20 protein. **Crop Protection**, London, v. 88, p. 65-71, 2016.

OMOTO, C.; BERNARDI, O.; SALMERON, E.; SORGATTO, R. J.; DOURADO, P. M.; CRIVELLARI, A.; CARVALHO, R. A.; WILLSE, A.; MARTINELLI, S.; HEAD, G. P. Field-evolved resistance to Cry1Ab maize by *Spodoptera frugiperda* in Brazil. **Pest Management Science**, New Jersey, v. 72, p. 1727-1736, 2016.

PACHECO, D. J. P.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, M. C. N. Flutuação Populacional dos Percevejos-Praga da Soja e seus Parasitóides de Ovos em Relação à Fenologia da Soja. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 66, n. 1, p. 1-8, 1999.

PANIZZI, A. R. Suboptimal nutrition and feeding behavior of hemipterans on less preferred plant food sources. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, p. 1-12, 2000.

PANIZZI, A. R. Stink bugs on soybean in northeastern Brazil and a new record on the southern green stink bug, *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, p. 331-332, 2002.

PANIZZI, A. R. Neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae). In: CAPINERA, J.L. (Ed.). Dordrecht: **Encyclopedia of Entomology**, Florida, 2004, 45 p.

PANIZZI, A. R.; SMITH, J. G. Ocorrência de Pentatomidae em soja no Paraná durante 1973/74. **O Biológico**, São Paulo, v. 42, p. 173-176, 1976.

PANIZZI, A. R.; SMITH, J. G. Biology of *Piezodorus guildinii*: Oviposition, development time, adult sex ratio and longevity. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 70, p. 35‑39, 1977.

PANIZZI, A. R.; OLIVEIRA, E. D. M. Performance and seasonal abundance of the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* nymphs and adults on a novel food plant (pigeonpea) and soybean. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Netherland**,** v. 88, p. 169-175, 1998.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. Bioecologia e nutrição de insetos: Base para o manejo integrado de pragas. **Brasília: Embrapa Informação Tecnológica**, 2009, 12p.

PANIZZI, A. R.; SLANSKY JUNIOR, F. Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. **The Florida Entomologist**, Florida, v. 68, p. 184-214, 1985.

PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F.; SILVA, F. A. C. Inseto que atacam vagens e grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F. **Soja: Manejo integrado de inetos e outros artópodes-praga**. Brasília: Embrapa, cap. 5, p.336-420, 2012.

PAPA, G.; CELOTO, F.J. **Lagartas na soja**. Ilha Soltera, 2007. Disponível em < http://www.ilhasolteira.com.br/colunas/index.php?acao=verartigo&idartigo=1189090532>. Acesso em: 20 junho de 2012.

PARRA, J. R. P. Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico. Piracicaba: **Editora Esalq/Fealq**, 2001, 134p.

PARRA, J. R. P. Índices nutricionais para medir consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, p. 37-90, 2009.

PASHLEY, D. P., PAWAR, C. S.; BHATNAGAR, V. S. Impact of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) host strains on the evaluation of bermuda grass resistance. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v.80, n.6, p.1127-1130, 1987.

PAWAR, C. S.; BHATNAGAR, V. S.; JADHAV, D. R. Heliothis species and their natural enemies, with their potential for biological control. **Proceedings Indian Academy of Sciences**, Bangalore, v. 95, p. 695-703, 1986.

PEDGLEY, D. E. Windborne migration of *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) to the British Isles. **Entomologist's Gazette**, Wallingford, v. 36, n. 1, p. 15-20, 1985.

PENCOE, N. L.; MARTIN, P. B. Development and reproduction of fall armyworms on several wild grasses. **Environmental Entomology**, College Park, v. 10, n. 6, p. 999-1002, 1981.

PEREIRA, A. C. Pespectivas da urilização do gene *Bt* para o controle de insetos-praga do arroz no Brasil. **Santo Antônio de Goiáis: Embrapa Arroz e Feijão**, 2008. 43p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 232).

PEREIRA, C. P. Aspectos toxicologicos e de segurança no manuseio de agroquímicos. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 4, p. 132-149, 1987.

PETTER, F. A.; PROCÓPIO, S. O.; VARGNELUTTI FILHO, A.; BORROSO, A. L. L. Associação entre o herbicida glyphosate e inseticidas na cultura da soja Roundup Ready®. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 389-398, 2007.

POGUE, M. G. A new synonym of *Helicoverpa zea* (Boddie) and differentiation of adult males of *H. zea* and *H. armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliothinae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 97, n. 6, p. 1222-1226, 2004.

POLANCZYK, R. A.; ALVES, S. B. Biological parameters of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) assayed with *Bacillus thurigiensis* Berliner. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 464-468, 2005.

RAGSDALE, D. W.; LARSON, A. D.; NEWSOM, L. D. Microorganism associated with feeding and from various organs of *Nezara viridula*. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 72, p. 725-727, 1979.

RAMIRO, Z. A; BATISTA FILHO, A.; CINTRA, E. R. R. Eficiência do inseticida Actara Mix 110 + 220 CE (thiamethoxam + cipermetrina) no controle de percevejos-pragas da soja. **Arquivo do instituto Biológico**, São Paulo, v.72, n.2, p.239-247, 2005.

REICHERT, J. L.; COSTA, E. C. Desfolhamentos contínuos e sequênciais simulando danos de pragas sobre a cultivar de soja BRS 137. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, p.1-6, 2003.

REILLY, C. C.; TEDDERS; W. L. Bacterial involvement in late season drop and kernel discolor of pecan. **Annual Southeastern Pecan Growers Association**, Georgia v. 82, p. 195-199, 1989.

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 58ª; REUNIÃO TÉCNICA DO SORGO, 41ª, 2013, Pelotas, RS. Indicações técnicas para o cultivo de Milho e de Sorgo no Rio Grande do Sul, Safras: 2013/2014, 2014/2015. **Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2013, 125p.

RIBEIRO, R. S. **Monitoramento da suscetibilidade de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a inseticidas diamidas no Brasil**. 2014. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2014.

RIZZO, H. F. E. Aspectos morfologicos y biologicos de *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera, Pentatomidae). **Agronomia Tropical**, Venezuela, v. 18, p. 249-274, 1968.

RIZZO, H. F. E. Hemípteros de interés agrícola. Buenos Aires: **Hemisferio Sur**, 1979, 69 p.

RODRIGUES, W. C. Fatores que influenciam no desenvolvimeto dos insetos. **Info Insetos**, Brasília, n. 4, p. 1-4, 2004.

ROLSTON, L. H. Revision of the genus *Euschistus* in middle America (Hemiptera, Pentatomidae, Pentatomini). **Entomologica Americana**, New York, v, 48, p. 1-102, 1983.

ROSA, A. P. A.; TRECHA, C. O.; ALVES, A. C.; GARCIA, L.; GONÇALVES, V. P. Biologia e tabela de vida de fertilidade de S*podoptera frugiperda* (J.E. Smith) em linhagens de milho. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v.79, n.1, p.39-45, 2012.

ROSSETI, L. A. Agricultural zoning: asseming the risks of agriculture and providing trustworthy pointers for sustainable regional developement. In: Workshop Making Sustainable Regional Development Visible. 4., 2000, Austria. **Proceedings...** Austria, p. 13-15, 2000.

ROUSH, R. T. Managing pests and their resistance to *Bacillus thuringiensis*: can transgenic crops be better than sprays? **Biocontrol Science Technology**, United Kingdom, v.4, p.501–516, 1994.

ROUSH, R, T.; MCKENZIE, J. A. Ecologcal genetics of insecticide and acaricide resistence. **Annual Rewiew of Entomology**, Stanford, v. 32, p. 361-380, 1987.

RUGERI, A. P.; MACHADO, D. P. **Milho**. 2011. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/area-tecnica/sistema-de-producao-vegetal/milho.php#.WCtFALIrLIU> Acesso em 15 de novembro de 2016.

SÁ, V. G. M.; FONSECA, B. V. C.; BOREGAS, K. G. B.; WAQUIL, J. M. Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, p. 108-115, 2009.

SALAS, J. Captura de *Spodoptera frugiperda* en trampa con feromona. **Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología,**
Turrialba, v. 59, p. 48-51, 2001.

SALVADORI, J. R.; RUMIATTO, M. Observações sobre a biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em trigo. **Dourados: Embrapa Agropecuaria Oeste**, 1982. 6p. (Embrapa Agropecuaria Oeste. Comunicado Técnico, 8).

SANTOS, A. O. **Características agronômicas e degradação de grãos e da planta de milho em diferentes épocas de semeaduras e de maturidade**. 2012. 61f. Dissertação (Mestrado em Fitotécnia) - Universidade de Lavras, Lavras, 2012.

SANTOS, L. M.; REDAELLI, L. R.; DIEFENBACH, L. M. G.; EFROM, C. F. S. Fertility and longevity of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in corn genotypes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, 2004.

SANTOS, R. S. R. Levantamento populacional de percevejos e da incidência de parasitóides de ovos em cultivos orgânicos de soja. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.14, n.1, p.41-46, 2008.

SATELLE, D. B.; CORDOVA, D.; CHEEK, T. R. Insect ryanodine receptors: molecular targets for novel pest control chemical. **Invertebrate Neuroscience**, USA, v. 8, n. 3, p. 107-119, 2008.

SCHNEPF, E.; WHITELEY, H. R. Cloning and expression of the *Bacillus thuringiensis* crystal protein gene in *Escherichia coli*. **Proccedings of the te National Academy of Sciences of the USA**, Washington, v. 78, p. 2893-2897, 1981.

SCHUSTER, A. E.; SCHWANTZ, M. A.; GUTH R. B.; CARAFFA, M. **Comparação de híbridos de milho considerando densidades populacionais diferentes no município de Doutor Maurício Cardoso-RS**. 2014. 4p. Disponível em: <http://milhoesorgo.setrem.com.br/assets/uploads/trabalhos/e66cc-Artigo-Experimento-Milho-Densidade-2014_3.pdf>. Acesso em: 01 dezembro de 2016.

SCRIBER, J. M.; SLANSKY JUNIOR, F. The nutritional ecology of immature insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 26, p. 183-211, 1981.

SHIOGA, P. S.; GERAGE, A. C.; ARAÚJO, P. M.; SERA, G, H.; BIANCO, R. Avaliação estadual de cultivares de milho safra 2011/2012. **Londrina: Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR)**, 2012. 117p. (Instituto Agronômico do Paraná. Boletim Técnico, 77).

SHIOGA, P. S.; GERAGE, A. C.; ARAÚJO, P. M.; BIANCO, R.; CUSTÓDIO, A. A. P. Avaliação estadual de cultvares de milho safra 2014/2014. **Londrina: Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR)**, 2015a. 103p. (Instituto Agronômico do Paraná. Boletim Técnico, 85).

SHIOGA, P. S.; GERAGE, A. C.; ARAÚJO, P. M.; SERA, G, H.; BIANCO, R. Avaliação estadual de cultivares de milho segunda safra 2015. **Londrina: Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR)**, 2015b. 103p. (Instituto Agronômico do Paraná. Boletim Técnico, 86).

SHIOGA, P. S.; GERAGE, A. C.; ARAÚJO, P. M.; BIANCO, R.; CUSTÓDIO, A. A. P.; BARROS, A. S. R. Avaliação estadual de cultivares de milho safra 2015/2016 por Pedro Sentaro Shioga e outros. **Londrina: Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR)**, 2016. 68p. (Instituto Agronômico do Paraná. Boletim técnico, 87).

SIEGFRIED, B. D. Tem years of *Bt* resistence monitoring in the European corn borer: What we know, what we don't know, and what we can do better. **American Entomologist**, Baltimore, v. 53, p. 208-214, 2007.

SILOTO, R. C. **Danos e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho**. 2002. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba. 2002.

SILVA NETO, L. A. **Derivativos: Definições, Emprego e Risco**. São Paulo: Editora Atlas, ed. 3, 2000, 456p.

SILVA, F.B.; OLIVEIRA, M. G. A.; BATISTA, R. B.; PIRES, C. V.; XAVIER, L. P.; PIOVESAN, N. D.; OLIVEIRA, J. A.; JOSÉ, I. C.; MOREIRA, M. A. Função fisiológica de lipoxigenases de folhas de soja submetidas ao ataque de lagarta (*Anticarsia gemmatalis* HÜBNER). **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, p. 67-74, 2002.

SILVA, G. V. **Efeito de plantas *Bt* de soja e milho sobre pragas não-alvo e seus inimigos naturais**. 2013. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

SILVA, J. F. S.; FERREIRA, E.; PINHEIRO, B. S. Simulação do dano causado por lagarta do cartucho do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 8, p. 1113-1119, 1982.

SILVA, M. T. B. Associação de *Baculovirus anticarsia* com subdosagens de inseticidas no controle de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Hubner, 1818). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 353-358, 1995.

SILVA, M. T. B. Factors limiting the efficiency of insecticides to control *Spodoptera frugiperda* (Smith) in maize. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 383-387, 1999.

SILVA, M. T. B.; FERREIRA, B. S. C.; SOSA-GÓMEZ, D. R. Controle de percevejos em soja. In: BORGES, L.D. (Ed.). Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. **Passo Fundo: Embrapa Trigo**, 2006. 13p. (Embrapa Trigo. Documentos, 5).

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Africa Journal Agriculture Reseach**, Africa, v. 11, n. 39, p. 3733-3740. 2016.

SILVA, M. T.; COSTA, B. E. C.; BOSS, A. Controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) com reguladores de crescimento de insetos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, p. 601-605, 2003.

SILVA, P. R. A.; CORREIA, T. P. S.; SOUSA, S. F. G.; MILLANI, T. M. Análise econômica de milho convencional e transgênico em dois sistemas de preparos de solo. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.35, n.6, p.1032-1041, 2015.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, A.; BARBIN, D. N. A. V. Manual de ecologia dos insetos. **Agronômica Ceres**, São Paulo, 419p, 1976.

SILVEIRA, L. C. P.; VENDRAMIM, L. D.; ROSSETTO, C. J. Efeito de genótipos de milho no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 291-298, 1997.

SOARES, J. J.; SILVA, M. V.; NASCIMENTO, A. R. B.; ALMEIDA, M. G. M. Percevejo Verde (*Nezara viridula* (Linnaeus 1758) (Hemiptera: Pentatomidae)) como praga potencial para ricinocultura e metodologia de criação deste inseto para experimentos com mamona. **Campina Grande: Embrapa Algodão**, 2007. 24p. (Embrapa Algodão. Documentos, 172).

SOBERÓN, M.; GILL, S. S.; BRAVO, A. SIGNALING VERSUS PUNCHING HOLE: How do *Bacillus thuringiensis* toxins kill insect miggut cells? **Cellular and Molecular Life Sciences**, Basel, v. 66, n. 8, p. 1337-1349, 2009.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; DELPIN, K. E.; MOSCARDI, F.; NOZAKI, M. H. The impact of fungicides on Nomuraea rileyi (Farlow) Samson epizootics and on populations of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), on soybean. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 34, p. 287-291, 2003.

SOUZA, B. H. S. Ocorrencia de pragas e inimigos naturais ao longo do ciclo da cultura da soja transgênica. **Revistar Cultivar**, Pelotas, 2017, 4p.

SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PAULA-MORAES, S. V.; YANO S. A. C. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 6, p. 689-692, 2013.

SPERS, E. E.; ZYLBERSZTAJN, D.; MACHADO FILHO. C. A. P.; NOGUEIRA, A.C.L. Incentives of genetic modified technology adoption by farmers in Rio Grande do Sul State/Brazil. In: V INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRI-FOOD CHAINS/NETWORKS ECONOMICS AND MANAGEMENT, 6., 2005. **Anais...** Ribeirão Preto: Congresso de Tecnologia, p.12-15, 2005. CD-ROM.

SUJII, E. R.; PIRES, C. S. S.; SCHMIDT, F. G. V.; ARMANDO, M. S.; BORGES, M. M.; CARNEIRO, R. G.; VALLE, J. C. V. Controle biológico de insetos-praga na soja orgânica do Distrito Federal. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.19, n. 2, p.299-312, 2002.

SYNGENTA. **Biotecnologia: a Syngenta sempre fez primeiro**. 2010. Disponivel em : <http://www.syngenta.com/country/br/pt/sobreasyngenta/biotecnologia/pages/biotecnologianobrasil.aspx>. Acesso em: 18 janeiro de 2017.

TAMAI, M. A., BALDO, R.; PACHECO, D. Controle de *Spodoptera frugiperda* com uso de Flubendiamida e Tiodicarbe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 4., 2009, Foz do Iguaçu. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, v. 7, p. 677-682, 2009.

THOMAZINI, M. J. Insetos Associados à Cultura da Soja no Estado do Acre. **Rio Branco: Embrapa Acre**, 1999. 12p. (Embrapa Acre. Circular Técnica, 12).

TODD, J. W.; HERZOG, D. C. Sampling phytophagous Pentatomidae on soybean. In: KOGAN, M.; HERZOG, D.C. (Eds.). Sampling methods in soybean entomology. **Springer**, New York, p. 438-478, 1980.

TORRES, J. B.; SILVA-TORRES, C. S. A. Interação entre inseticidas e umidade do solo no controle do pulgão e da mosca-branca em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 949-956, 2008.

TOSCANO, L. C.; CALADO FILHO, G. C.; MARUYAMA, W. I.; TOMQUELSKI, 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. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v.79, n.2, p.223-231, 2012.

TURNIPSEED, S. G.; KOGAN, M. Soybean entomology. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 21, p. 247-282, 1976.

VELOSO, S. E. **Resistência de cultivares de soja a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2010. 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010.

VENDRAMIM. J. D.; NISHIKAWA, M. A. M. Melhoramento para a resistência a insetos. In: NASS, l. l. (Ed). Recursos genéticos e melhoramento – plantas. **Rondonópolis: Fundação MT**, p. 737-781, 2001.

VERSCHOYLE, R. D.; ALDRIDGE, W. N. Structureactivity relationshiops of some pyrethroids in rats. **Archives Toxicology**, USA, v.45, p.325-329, 1980.

VIANA, G.; FARIA, G.; BAIRROS, T. Irregularidade de chuva prejudica produção de milho em Mato Grosso. **Brasília: Embrapa**, 2016. Disponível em: < https://www.embrapa.br/web/mobile/noticias/-/noticia/12586254/irregularidade-de-chuva-prejudica-producao-de-milho-em-mato-grosso>. Acesso em 03 janeiro de 2017.

VIANA, P. A.; COSTA, Ê, F. Controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho com inseticidas aplicados via irrigação por aspersão. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 451-458, 1998.

VIANA, P. A.; POTENZA, M. R. Avaliação de antibiose e não-preferência em cultivares de milho selecionados com resistência à lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.1, p.27-33, 2000.

WANGEN, D. R. B.; PEREIRA JUNIOR, P. H. S.; SANTANA, W. S. Controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) na cultura do milho com inseticidas de diferentes grupos químicos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.11 n.22, p. 801-808, 2015.

WAQUIL, J. M.; VILELA, F. M. F.; FOSTER, J. E. Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgênico (*Bt*) à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, p.1-11, 2002.

WAQUIL, J. M. Manejo de resistência em insetos-praga. In: PIRES, C. S. S.; FONTES, E. M. G.; SUJII, E. R. (Ed). **Impacto ecológico de plantas ggeneticamente modificadas: o algodão resistente a insetos como estudo de caso**. Brasília: Embrapa Recursos Geneticos e Biotecnologia, p. 135-161, 2003.

WAQUIL, J. M.; BOREGAS, K. G. B.; MENDES, S. M. Viabilidade do uso de hospedeiros alternativos como área de refugio para o manejo da resistência da lagarata-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) no cultivo do milho-*Bt*. **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, 2008. 10p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comuicado Técnico, 160).

WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A.; CRUZ, I. Cultivo do Milho: Pragas. **Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo**, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Versão Eletrônica, 1). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_1_ed/prmonitoramento.htm >. Acesso em: 15 novembro 2016.

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**, Brasília, v. 48, n.12, p.1529–1537, 2013.

WOLCOTT, G. N. Insectae Borinquenses. **Journal Agricultural University**, Cambridge, v. 20, p. 1-627, 1936.

ZALUCKI, M. P., DAGLISH, G., FIREMPONG, S.; TWINE, P. H. The biology and ecology of *Heliothis armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? **Australian Journal of Zoology**, Victoria, v. 34, n. 6, p. 779–814, 1986.

ZALUCKI, M. P.; CLARKE, A. R.; MALCOLM, S. B. Ecology and behavior of fi rst instar larval Lepidoptera. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, v. 47, p. 361-393, 2002.