

LAÍS CRISTINA DA SILVA

***Trichogramma pretiosum* (Riley) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) E
Telenomus remus Nixon (Hymenoptera: Platygasteridae) COMO
COMPONENTES DO MANEJO INTEGRADO DE *Spodoptera frugiperda* (J. E.
Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) NA CULTURA DO MILHO**

Botucatu

2017

LAÍS CRISTINA DA SILVA

***Trichogramma pretiosum* (Riley) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) E
Telenomus remus Nixon (Hymenoptera: Platygasteridae) COMO
COMPONENTES DO MANEJO INTEGRADO DE *Spodoptera frugiperda* (J. E.
Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) NA CULTURA DO MILHO**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Proteção de Plantas.

Orientadora: Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno

Botucatu

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Silva, Laís Cristina da, 1989-
S586t *Trichogramma pretiosum* (Riley) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Platygasteridae) como componentes do manejo integrado de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho / Silva, Laís Cristina da. - Botucatu: [s.n.], 2017
86 p.: grafs., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2017
Orientador: Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno
Inclui bibliografia

1. Milho - Doenças e pragas - Controle integrado. 2. Insetos como agentes de controle biológico de pragas. 3. Parasitóides. I. Bueno, Regiane Cristina Oliveira de Freitas. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

Elaborada Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: *Trichogramma pretiosum* (Riley) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) E *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Platygasteridae) COMO COMPONENTES DO MANEJO INTEGRADO DE *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) NA CULTURA DO MILHO

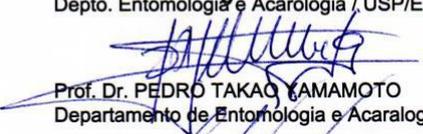
AUTORA: LAÍS CRISTINA DA SILVA

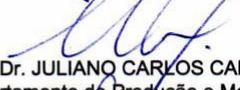
ORIENTADORA: REGIANE CRISTINA OLIVEIRA DE FREITAS BUENO

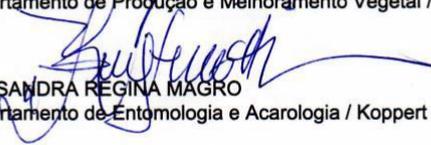
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (PROTEÇÃO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. REGIANE CRISTINA OLIVEIRA DE FREITAS BUENO
Dep de Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu


Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA
Depto. Entomologia e Acarologia / USP/ESALQ


Prof. Dr. PEDRO TAKAO YAMAMOTO
Departamento de Entomologia e Acarologia / ESALQ - USP


Prof. Dr. JULIANO CARLOS CALONEGO
Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu


Dra. SANDRA REGINA MAGRO
Departamento de Entomologia e Acarologia / Koppert do Brasil Holding Ltda

Botucatu, 14 de novembro de 2017

Á memória de

Cleir Gomes da Silva – Por tudo aquilo que não pôde ver

João Crispim Gomes da Silva – Por tudo aquilo que representou

Carmelita Pereira da Silva - Por tudo aquilo que me ensinou

Em minhas memórias vocês continuarão vivendo, e em minha saudade estarão eternamente presentes!

Dedico

Aos meus pais Felismina Pereira da Silva e Carlindo Gomes da Silva.

Ao meu irmão Jean Carlos da Silva...

Pelo amor incondicional, exemplo e apoio. Por serem o motivo maior de todo o meu esforço e trabalho. E finalmente, por compreenderem a minha ausência.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agronômicas FCA-Unesp Botucatu, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia- Proteção de Plantas, pela oportunidade de realização do curso de doutorado.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos.

À Prof.^a Dr.^a Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno, pela oportunidade, orientação, exemplo, pelos momentos de reflexão e incentivo. Agradeço ainda por me ensinar a valorizar o aprendizado e realizações que conquistei durante a jornada da pós-graduação.

A todos os funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa-FEPE da Faculdade de Ciências Agronômicas FCA, em especial ao Mário Munhoz, Carlos, Mauro, Dirceu, José, Antônio Rodrigues, Manoel, Rubia e Flávio Galhardo, pelo compromisso e ajuda na implantação dos experimentos.

À Koppert do Brasil Holding Ltda, por fornecer os parasitoides e possibilitar a realização dos experimentos.

Aos irmãos Rogério e Reginaldo Poiatti, por concederem a área para a implantação do experimento em Mato Grosso do Sul, pela parceria, confiança e profissionalismo. Agradeço também aos funcionários da Fazenda São José, Sr. “Nenê” e o Sr. Fernando pelo auxílio na implantação do experimento.

Aos estagiários que sempre com muito entusiasmo ajudaram nos monitoramentos durante as 2 safras conduzidas em Botucatu-SP: Thais, Hugo, Mirela, Mayumi, Wellington, Melissa, Felipe, Humberto, Hermano, Daniel, Leticia, Fabiano, Willian, Amanda, Camila, Marcio, Neto, Lucas, Pedro, Nicholas, Leonardo, Diogo, Gustavo e Vitor; e em Sidrolândia-MS: Bruna Lara, Carlindo Gomes (meu Pai) e João Vitor. Sem o auxílio dessas pessoas certamente esse trabalho não se realizaria.

Aos colegas do AGRIMIP, João Paulo, Carlos Alexandre, Bruna Favetti, Joanina Gladenucci, José Carlos, Bruna Catoia, Joaz Dorneles, João Pedro, Thais Cirino, Daniel Alvarez e Carolane Silva por todos os momentos compartilhados, pelo café de todos os dias. Aos colegas mais antigos, agradeço ainda por viabilizarem em minha ausência, as criações necessárias para a realização do experimento em Mato Grosso do Sul.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia- Proteção de Plantas pelos ensinamentos e contribuição profissional, em especial ao Prof^o Luiz Carlos Forti, que foi meu orientador durante o mestrado.

Ao Professor Sergio Augusto Rodrigues pela valiosa contribuição na realização das análises estatísticas.

Aos amigos, Dr^a Fabricia Z. Vilela Torres, Dr. José Raul Valério e Marlene Monteiro, Pesquisadores e Técnica, respectivamente, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), a quem tenho enorme respeito, admiração e gratidão, pelo incentivo em persistir na pós-graduação e por serem os responsáveis em meu interesse pela Entomologia. Agradeço também pelas oportunidades que me ofereceram e pelas coisas que me ensinaram.

Ao meu amor João Vitor de Queiroz, pelo companheirismo, paciência, dedicação.

À minha amiga Thais Grassi, pela amizade sempre sincera, pela confiança em mim, pelo exemplo de perseverança e fé, e por demonstrar que os amigos nem sempre precisam estar juntos para cuidar uns dos outros.

À minha madrinha Cleuza, por todo amor e encorajamento, por me considerar como uma filha e dessa forma me apoiar incondicionalmente.

À minha amada Avó, Dona Maria, por todo o cuidado com a família, por ser um exemplo de força, fé e perseverança em todos os aspectos imagináveis, por me acolher quando necessário me lembrando sempre que amor e comida de Vó nunca são demais! Palavras não bastam para mostrar o quanto a amo!!! Obrigada Vó!

Aos meus companheiros de apartamento, Marylia Gabriella Silva Costa, Erika Cristina, Ivana Fernandes, Sthefany Viana, Nathalia Ferreira, Kaelly Souza e Rudieli Machado, pelo convívio, amizade e por compartilharem os anos de pós-graduação comigo, me mostrando que nessa caminhada nunca estamos sozinhos!!

À todos os funcionários da biblioteca ‘Paulo de Carvalho Mattos’ e da seção técnica de Pós-Graduação pela gentileza e dedicação de sempre, e por tornarem a biblioteca em um dos meus locais preferidos em Botucatu.

Aos funcionários do Departamento de Proteção Vegetal, em especial ao Nivaldo Diez, Adriana Mariano, Luciana e Rose, pela boa convivência durante todos os anos em que convivemos.

E finalmente, agradeço a Deus por me manter perseverante diante das adversidades e confiante em meus objetivos.

RESUMO

A exemplo de praticamente todos os cultivos agrícolas no Brasil, a cultura do milho é hospedeira de insetos fitófagos de diferentes espécies, que invariavelmente ocasionam prejuízos econômicos à produção do país. Para diminuir os prejuízos causados pelos insetos-praga, o uso de inseticidas se tornou uma prática cada vez mais comum nos plantios. No entanto, as pulverizações excessivas, e muitas vezes realizadas sem necessidade tornaram essa tática de controle pouco eficiente no manejo das principais pragas da cultura do milho. Dentro desse contexto, torna-se cada vez mais importante a adoção das práticas do MIP, ainda muito pouco utilizadas no Brasil, em que as táticas de controle são utilizadas de forma isolada ou integrada a fim de regular a população da praga e preservar os inimigos naturais. Para tanto, o monitoramento das pragas e o reconhecimento do papel regulador dos insetos benéficos são primordiais. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a eficiência de *T. pretiosum* e *T. remus* no manejo de *S. frugiperda* na cultura do milho. Os experimentos foram conduzidos nas áreas pertencentes a Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da FCA/UNESP, Campus Botucatu – SP, durante as safras 2015/16 e 2016/17. Durante a segunda safra (safrinha) 2016 o experimento foi conduzido na Fazenda São José, localizada no município de Sidrolândia-MS. Os quatro tratamentos adotados em Botucatu-SP foram alocados em uma área contendo três hectares, dividida em parcelas de 1 hectare cada e dimensionadas com auxílio de GPS, as áreas ficaram distantes entre si para que um tratamento não influenciasse no outro. Em Sidrolândia-MS, apenas três tratamentos foram testados e instalados cada um em uma área de três hectares, dividida em parcelas de 1 hectare cada, entre os tratamentos foi deixado 150 metros de área plantada para evitar a influência de um tratamento no outro. Para dar início às pulverizações nos tratamentos com controle químico (MIP+CQ) e às liberações nos tratamentos de controle biológico (MIP+CB), foram instaladas armadilhas com feromônio sexual para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) nas áreas avaliadas. As amostragens foram iniciadas a partir dos primeiros estádios vegetativos e seguiram até que a maturidade fisiológica das plantas fosse identificada. As plantas foram avaliadas semanalmente quanto a presença de *S. frugiperda* e inimigos naturais, além de receberem uma nota de dano associada a injúria provocada por *S. frugiperda*. De maneira geral, é possível afirmar que o controle biológico com parasitoides de ovos é tão eficiente quanto o controle

químico ao ser utilizado como tática de manejo de lepidópteros-praga na cultura do milho e que ambas as táticas ao serem utilizadas dentro das premissas do MIP (adoção do nível de controle, monitoramento e pulverização de produtos seletivos), permitem o reestabelecimento e conservação dos inimigos naturais.

Palavras-chave: *Zea mays*, Parasitoides de ovos, Manejo Integrado de Pragas *Spodoptera frugiperda*, Controle Biológico.

ABSTRACT

As practically all agricultural crops in Brazil, maize crop is a host of phytophagous insects of different species, that invariably cause economic losses to the country's production. To reduce the damage caused by insect pests, the use of insecticides has become an increasingly common practice in planting. However, excessive spraying, and often carried out without necessity, has rendered this tactic control inefficient in the management of main maize crop pests. In this context, it becomes increasingly important to adopt Integrated Pest Management (IPM) practices, still underused in Brazil, where control tactics are used in isolation or integrated to regulate the population of the pest and preserve natural enemies. To this end, pest monitoring and recognition of the regulatory role of agents beneficial are paramount. Therefore, the objective of this study was to evaluate the management of lepidopteran pests with the release of the parasitoids of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Platygastridae) eggs in maize. The experiments were conducted in the areas belonging to FCA / UNESP in the Farm of Education, Research and Extension (FEPE), Campus Botucatu - SP, during the 2015/16 and 2016/17 seasons. In the second harvest 2016 the experiment was conducted at São José Farm, located in the Municipality of Sidrolândia-MS. The four treatments adopted in Botucatu-SP were allocated in an area containing three hectares, divided in plots of 1 hectare each and sized with GPS assistance, the areas were far apart so that one treatment did not influence the other. In Sidrolândia-MS, only three treatments were tested and installed each in an area of three hectares, divided into plots of 1 hectare each, between treatments was left 150 meters of planted area to avoid the influence of one treatment on the other. *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) traps with sex pheromone were installed in the evaluated areas to initiate spraying in the chemical control treatments (MIP + CQ) and in the biological control treatments (MIP + CB). The samplings were started from the first vegetative stages and followed until the physiological maturity of the plants was identified. The plants were evaluated weekly for the presence of *S. frugiperda* and natural enemies, besides receiving a note of damage associated with injury caused by *S. frugiperda*. In general, it's possible to affirm that the biological control with egg parasitoids is as efficient as the chemical control when being used as a management tactic of lepidopteran-plague in the maize crop and that both tactics

when being used within the premises of the MIP (adoption of the level of control, monitoring and spraying of selective products), allow the reestablishment and conservation of natural enemies.

Key words: *Zea mays*, Eggs Parasitoids, Integrated Pest Management, *Spodoptera frugiperda*, Biological Control.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Inseticidas sintéticos pulverizados na cultura do milho durante a safra 2015/2016. Botucatu-SP.....	41
Tabela 2 -	Inseticidas sintéticos pulverizados na cultura do milho durante a segunda safra 2016. Sidrolândia-MS.....	41
Tabela 3 -	Inseticidas sintéticos pulverizados na cultura do milho durante a safra 2016/2017. Botucatu-SP.....	41
Tabela 4 -	Ocorrência (%) e grupos de inimigos naturais na cultura do milho submetido a diferentes táticas de manejo. Botucatu-SP, 2015/2016.....	47
Tabela 5 -	Valores médios de peso de mil grãos (g), mediana, máximo e mínimo da Produtividade (Kg ha ⁻¹) e sacas ha ⁻¹ de milho em função da tática de manejo adotada. Botucatu-SP, 2015/2016..	50
Tabela 6 -	Número de aplicações e liberações realizadas, custo dos produtos utilizados (R\$) e rendimento bruto e líquido (Kg ha ⁻¹) de áreas de milho submetidos a diferentes táticas de manejo de lepidópteros-praga. Botucatu-SP, 2015/2016.....	50
Tabela 7 -	Ocorrência (%) e grupos de inimigos naturais na cultura do milho submetido a diferentes táticas de manejo. Sidrolândia-MS, 2016.....	56
Tabela 8 -	Valores médios de peso de mil grãos (g), produtividade (Kg ha ⁻¹) e sacas ha ⁻¹ de milho em função da tática de manejo adotada. Sidrolândia-MS, 2016.....	58
Tabela 9 -	Número de aplicações e liberações realizadas, custo dos produtos utilizados (R\$) e rendimento bruto e líquido (Kg ha ⁻¹) de áreas de milho submetidos a diferentes táticas de manejo de lepidópteros-praga. Sidrolândia-MS, 2016.....	59
Tabela 10 -	Ocorrência (%) e grupos de inimigos naturais na cultura do milho submetido a diferentes táticas de manejo. Botucatu-SP, 2016/17.....	63
Tabela 11 -	Valores médios de peso de mil grãos (g), Produtividade (Kg ha ⁻¹) e sacas ha ⁻¹ de milho em função da tática de manejo adotada. Botucatu-SP, 2016/17.....	66

Tabela 12 -	Número de aplicações e liberações realizadas, custo dos produtos utilizados (R\$) e rendimento bruto e líquido (Kg ha ⁻¹) de áreas de milho submetidos a diferentes táticas de manejo de lepidópteros-praga. Botucatu-SP, 2016/17.....	66
-------------	--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Flutuação populacional (média±EP) de <i>S. frugiperda</i> durante a fase vegetativa (A) e reprodutiva (B) da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de manejo em Botucatu-SP 2015/2016.....	44
Figura 2 -	Nota de dano (média±EP) de <i>S. frugiperda</i> em plantas de milho durante a fase vegetativa (A) e reprodutiva (B) da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de manejo em Botucatu-SP 2015/2016.....	46
Figura 3 -	Flutuação populacional de inimigos naturais (média±EP) durante o ciclo da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de manejo. Botucatu-SP 2015/2016.....	48
Figura 4 -	Temperaturas mínima, máxima e média (°C), precipitação pluviométrica (Chuva em mm), e umidade relativa média (%), em cada estágio fenológico da cultura do milho no período em que foram conduzidos os experimentos. Botucatu-SP 2015/2016.....	49
Figura 5 -	Flutuação populacional (média±EP) de <i>S. frugiperda</i> durante a fase vegetativa (A) e reprodutiva (B) da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de manejo em Sidrolândia-MS 2016.....	53
Figura 6 -	Nota de dano (média±EP) de <i>S. frugiperda</i> em plantas de milho durante a fase vegetativa (A) e reprodutiva (B) da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de manejo em Sidrolândia-MS 2016.....	55
Figura 7 -	Flutuação populacional de inimigos naturais (média±EP) durante o ciclo da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de manejo. Sidrolândia-MS 2016.....	57
Figura 8 -	Temperaturas mínima, máxima e média (°C), precipitação pluviométrica (Chuva em mm), e umidade relativa média (%), em cada estágio fenológico da cultura do milho no período em que foram conduzidos os experimentos. Sidrolândia-MS 2016.	58

Figura 9 -	Flutuação populacional (média±EP) de <i>S. frugiperda</i> durante o desenvolvimento da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de manejo em Botucatu-SP 2016/2017.....	60
Figura 10 -	Nota de dano (média±EP) de <i>S. frugiperda</i> em plantas de milho durante a fase vegetativa (A) e reprodutiva (B) da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de manejo em Botucatu-SP 2016/2017.....	62
Figura 11 -	Flutuação populacional de inimigos naturais (média±EP) durante o ciclo da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de manejo. Botucatu-SP 2016/2017.....	64
Figura 12 -	Temperaturas mínima, máxima e média (°C), precipitação pluviométrica (Chuva em mm), e umidade relativa média (%), em cada estágio fenológico da cultura do milho no período em que foram conduzidos os experimentos. Botucatu-SP 2015/2016.....	65

SÚMARIO

1	INTRODUÇÃO.....	21
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	23
2.1	A cultura do milho e os lepidópteros-praga associados.....	23
2.1.1	Aspectos bioecológicos de <i>Spodoptera frugiperda</i>	23
2.1.2	Aspectos bioecológicos de <i>Helicoverpa zea</i> e <i>Helicoverpa armigera</i>	25
2.2	Táticas utilizadas no controle de lepidópteros-praga na cultura do milho.....	27
2.2.1	Controle biológico com parasitoides de ovos.....	27
2.2.1.1	<i>Trichogramma pretiosum</i>	27
2.2.1.2	<i>Telenomus remus</i>	29
2.2.2	Plantas geneticamente modificadas.....	30
2.2.3	Controle químico.....	32
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1	Área experimental.....	35
3.2	Tratamentos estudados.....	37
3.2.1	Criação e manutenção dos parasitoides de ovos.....	37
3.2.1.1	<i>Trichogramma pretiosum</i>	37
3.2.1.2	<i>Telenomus remus</i>	37
3.2.2	Aplicação dos tratamentos.....	38
3.3	Amostragem.....	38
3.3.1	Flutuação populacional de <i>Spodoptera frugiperda</i> e agentes de controle biológico de ocorrência natural.....	38
3.3.2	Produtividade.....	39
3.4	Dados climáticos.....	39
4	RESULTADOS.....	42
4.1	Safra 2015/2016 – Botucatu-SP.....	42
4.1.1	Flutuação populacional e nota de dano de <i>Spodoptera frugiperda</i>	42
4.1.2	Flutuação Populacional de Inimigos Naturais.....	47
4.1.3	Dados climáticos durante a safra 2015/2016 – Botucatu-SP.....	48
4.1.4	Produtividade.....	49

4.1.5	Rendimento líquido e custos dos produtos utilizados no manejo.	50
4.2	Segunda Safra 2016 – Sidrolândia-MS.....	51
4.2.1	Flutuação populacional e nota de dano de <i>Spodoptera frugiperda</i>	51
4.2.2	Flutuação Populacional de Inimigos Naturais.....	56
4.2.3	Dados climáticos durante a safra 2015/2016 – Botucatu-SP.....	57
4.2.4	Produtividade.....	58
4.2.5	Rendimento líquido e custos dos produtos utilizados no manejo.	59
4.3	Safra 2016/2017 – Botucatu-SP.....	59
4.3.1	Flutuação populacional e nota de dano de <i>Spodoptera frugiperda</i>	59
4.3.2	Flutuação Populacional de Inimigos Naturais.....	63
4.3.3	Dados climáticos durante a safra 2015/2016 – Botucatu-SP.....	64
4.3.4	Produtividade.....	65
4.3.5	Rendimento líquido e custos dos produtos utilizados no manejo.	66
5	DISCUSSÃO.....	67
5.1	Safra 2015/2016 – Botucatu-SP.....	67
5.2	Segunda Safra 2016 – Sidrolândia-MS.....	69
5.3	Safra 2016/2017 – Botucatu-SP.....	72
6	CONCLUSÃO.....	74
	REFERÊNCIAS.....	75
	ANEXO	86

1 INTRODUÇÃO

A produção de milho é uma das mais importantes atividades agrícolas no mundo por apresentar papel fundamental na alimentação animal e humana. Os maiores países produtores desta cultura são os Estados Unidos, China e Brasil. A estimativa de produção mundial para 2017/18 é de mais de 1 bilhão de toneladas (USDA, 2017). Para atingir o patamar de uma atividade de relevância comercial para o agronegócio, muitas mudanças na condução da cultura foram primordiais e embora grandes avanços tenham sido alcançados nas últimas décadas, alguns fatores como a ocorrência de insetos-praga ainda são limitantes para o aumento da produção.

Entre os insetos-praga, as lagartas são os principais causadores de prejuízo na cultura do milho. Ainda que *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) seja a principal praga da cultura, outros lepidópteros-praga, como as espécies de heliothinae, *Helicoverpa zea* (Boddie), e *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) também ocorrem de forma expressiva nos cultivos (CRUZ, 2008; CZEPAK et al., 2013). A constante presença desses insetos nos sistemas produtivos, os notáveis prejuízos que causam a produção e, principalmente a dificuldade de manter as populações abaixo do nível dano econômico, as tornam pragas-chaves da cultura.

Spodoptera frugiperda ou lagarta-do-cartucho como popularmente é conhecida, ocorre nos principais países produtores de milho nas Américas (CRUZ; TURPIN, 1982). As perdas devido ao ataque variam, principalmente, de acordo com estágio fenológico da planta, variedade cultivada e a área onde a cultura foi instalada, oscilando entre 17,7 a 55% (CRUZ et al., 1999; FIGUEIREDO; DIAS-MARTINS; CRUZ 2006). Durante todo o ciclo as plantas estão sujeitas ao ataque das lagartas, que podem se alimentar das plântulas, das folhas do cartucho e podem ainda infestar as estruturas reprodutivas (SIEBERT et al., 2012; PANNUTI et al., 2016). A espécie é polífaga e está associada a outros cultivos de importância econômica como por exemplo arroz, soja, cana-de-açúcar, feijoeiro e algodoeiro (PROWELL; MCMICHAEL; SILVAIN, 2004, CLARK et al., 2007, POGUE, 2002; NAGOSHI, 2009; BUENO et al., 2011a).

O controle de pragas na cultura do milho, à semelhança de outros cultivos, há muitos anos é baseado no uso de agroquímicos (BUENO et al., 2011a). Embora tenham contribuído para o avanço do agronegócio, o uso de inseticidas sintéticos

sofre restrições devido a problemas como contaminação por resíduos e diminuição da eficiência no controle. Outro ponto importante a considerar no uso de agroquímicos é o efeito negativo sobre inimigos naturais quando estes produtos não são seletivos (DIEZ-RODRIGUEZ; OMOTO, 2001). Apesar disso, é importante ressaltar que ao serem utilizados respeitando os conceitos básicos do Manejo Integrado de Pragas (MIP), os inseticidas sintéticos são eficientes e compatíveis com outras estratégias de manejo.

Em função desses fatores, existe uma concentração de esforços e investimentos no desenvolvimento e viabilização de outras estratégias que compõem o MIP. Nesse sentido, o controle biológico tem despertado cada vez mais o interesse de produtores rurais e demais segmentos do agronegócio. Além de ser compatível com as demais táticas de manejo, o controle não possui influência negativa na população de inimigos naturais existentes nas áreas, desta forma, atua na reestruturação do equilíbrio biológico da cultura e não contamina o ambiente, atendendo de forma fiel os conceitos preconizados pelo MIP (PARRA et al., 2002).

Entre as opções possíveis de controle biológico para os lepidópteros-praga no milho, os parasitoides de ovos *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Platygasteridae), mostram-se eficientes, pois controlam a praga na primeira fase de desenvolvimento (CAVE, 2000; PARRA et al., 2002; FERNANDES; CARNEIRO, 2006; POMARI et al., 2012).

Ainda que as duas espécies possuam características desejáveis à agentes de controle biológico, e até mesmo existam produtos comerciais a base de *T. pretiosum* com doses registradas para a cultura do milho, estudos em condições reais de campo ainda são incipientes, embora sejam necessários para subsidiar a implementação desta tática como forma de regular as populações de pragas em cultivos de milho. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar a eficiência de *T. pretiosum* e *T. remus* no manejo de *S. frugiperda* na cultura do milho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do milho e os lepidópteros-praga associados

O milho, *Zea mays* (L.) é um dos produtos agrícolas mais importantes cultivados no mundo, além da alimentação humana e animal este produto também é utilizado como fonte para a bioenergia (WOHLENBERG, 2006). Estima-se que na safra 2017/2018 sejam produzidos aproximadamente 1 bilhão de toneladas do cereal (USDA, 2017). Nesse cenário o Brasil ocupa a 3ª colocação entre os maiores produtores, ficando atrás apenas de Estados Unidos e China.

Em um panorama nacional, a produção de milho é tipicamente dividida em duas safras, sendo o Brasil o único produtor que pode colher duas vezes ao ano. Somando-se a primeira e segunda safra (safrinha), estima-se que no ano agrícola 2016/2017 o País produza 92,83 milhões de toneladas em uma área total plantada de 17 milhões de hectares (CONAB, 2017).

Para se tornar uma atividade de relevância comercial para o agronegócio, muitas mudanças na condução da cultura foram primordiais. A adoção do sistema de plantio direto (SPD), o aumento das áreas cultivadas com soja na primeira safra e milho na segunda safra, mudanças relacionadas aos tratos culturais, introdução das plantas geneticamente modificadas, foram as principais delas (CHOCOROSQUI; PANIZZI, 2004). Embora grandes avanços tenham sido alcançados, alguns fatores como a ocorrência de insetos-praga ainda são limitantes para a produção e constituem um dos principais desafios para aumento da produtividade.

A entomofauna associada a cultura é muito diversificada, no entanto, nem todas as espécies são consideradas pragas. Entre os artrópodes que ocorrem na cultura do milho, os lepidópteros pertencentes a família Noctuidae são os mais importantes, devido, principalmente, aos danos que causam, alto índice de ocorrência e dificuldade de manejo. Inclusas nesse grupo, estão as espécies *S. frugiperda* bem como as espécies de Heliiothinae, *H. zea* e *H. armigera* que ocorrem de forma expressiva nos cultivos de milho no Brasil (CRUZ et al., 1999; BUSATO et al., 2005).

2.1.1 Aspectos bioecológicos de *Spodoptera frugiperda*

As espécies do gênero *Spodoptera* possuem grande importância econômica e são amplamente distribuídas no mundo; dentre as 30 espécies descritas, *S. frugiperda* é uma das mais importantes, pois possui uma amplitude de hospedeiros, com quase

100 espécies de plantas, incluindo plantas de interesse agrônômico, como milho, soja e algodão. Apesar da polifagia, *S. frugiperda* apresenta preferência por gramíneas (POGUE, 2002; BUSATO et al, 2002; CAPINERA, 2008).

Spodoptera frugiperda está distribuída por toda a América, desde a Argentina até o Canadá e mais recentemente foi verificada a ocorrência pela primeira vez nas regiões oeste e central do continente Africano (LABRADOR, 1967; FORBES, 1983; CLARK et al., 2007; GOERGEN et al., 2016). Na Europa, o aumento nas intercepções da espécie nos pontos de entrada resultou na reavaliação de *S. frugiperda*, que é praga quarentenária A1 na lista da Organização Europeia e Mediterrânea de Proteção Vegetal (EPPO, 2016).

No Brasil, a espécie está distribuída em todos os estados produtores de milho, sendo considerada praga principal tanto nos cultivos de verão, quanto na segunda safra (NAGOSHI et al., 2007; FIGUEIREDO; DIAS-MARTINS; CRUZ., 2006). Um dos aspectos que podem estar contribuindo para esse fato é a grande oferta de hospedeiros ao longo do ano, seja pela proximidade dos cultivos comerciais estabelecida pelo sistema agrícola, ou ainda, pela germinação espontânea de hospedeiros não comerciais, tais como braquiária, capim-arroz, aveia-preta, entre outras (BOTTON et al., 1998; BARROS; TORRES; BUENO, 2010; DIAS et al., 2016).

O desenvolvimento biológico de *S. frugiperda* pode variar em função das condições climáticas e do hospedeiro. No milho, o ciclo de vida pode durar de 25 a 30 dias (SPARKS, 1979; BARROS; TORRES; BUENO, 2010). Após a cópula, as mariposas fêmeas depositam os ovos em massas contendo até 4 camadas sobrepostas na superfície das folhas. Cada massa pode conter até centenas de ovos que ficam protegidos por escamas que as fêmeas deixam afim de protegê-los de inimigos naturais. Após 3 a 4 dias da oviposição as lagartas eclodem e passam a se alimentar das folhas (CRUZ, 1995; PINTO; PARRA; OLIVEIRA, 2004; ROSA et al., 2012).

A duração do período larval também é variável, em linhagens de milho oscila entre 14,5 a 21,7 dias (ROSA et al., 2012), neste período as lagartas podem passar por 6 a 7 ínstaes e atingir até 50 mm de comprimento. O maior consumo proporcional das lagartas se concentra nos últimos ínstaes, quando até 77,2% do consumo foliar de toda a fase larval pode ser observado (SPARKS, 1979; PINTO; PARRA; OLIVEIRA, 2004).

Os danos causados pelas lagartas da espécie *S. frugiperda* podem ser observados em todas as estruturas da planta e variam de acordo com a fase de desenvolvimento das mesmas (CRUZ; TURPIN, 1983). Após a emergência das plântulas, as lagartas podem seccionar o caule, prejudicando o estabelecimento da cultura. Ao longo do desenvolvimento vegetativo, as lagartas podem se alimentar tanto das folhas expandidas, quanto daquelas que ainda integram o cartucho. Ao se alimentarem, as lagartas neonatas raspam as folhas, dando as mesmas um aspecto rendilhado. A partir do 3º ínstar as lagartas penetram no cartucho e passam a consumir as folhas novas provocando um sintoma conhecido como coração morto. Na fase reprodutiva, as lagartas podem se alimentar do pendão, estilo-estigmas e ao entrar nas espigas podem causar danos aos grãos (FENTON, 1952; BUNTIN, 1986; ADAMCZYK; LEONARD; GRAVES, 1999; CAPINERA, 2000; GIOLO et al., 2002; VILARINHO et al., 2011; PANNUTI et al., 2016).

2.1.2 Aspectos bioecológicos de *Helicoverpa zea* e *Helicoverpa armigera*

As lagartas da subfamília Heliiothinae vem se destacando cada vez mais nos sistemas produtivos. Nesse complexo estão inclusas as espécies *H. zea*, também conhecida como lagarta-da-espiga e *H. armigera*. Ambas podem prejudicar a cultura do milho ao atacar as estruturas vegetativas, entretanto, os maiores danos são verificados na fase reprodutiva da cultura (CZEPAK et al., 2013; CUNNINGHAM; ZALUCKI, 2014). O comportamento alimentar polifágico é uma das principais características dessas espécies, que estão presentes em diversas culturas de interesse agrônômico, como algodão, tomate, soja, feijão, entre outras (TAY et al., 2013; CUNNINGHAM; ZALUCKI, 2014).

As duas espécies possuem grande semelhança morfológica e são geneticamente e fisiologicamente próximas, isto, inicialmente, fez com que *H. armigera* fosse confundida com *H. zea*, embora a agressividade e o alto grau de resistência sejam traços marcantes de *H. armigera* (TAY et al., 2013).

Helicoverpa armigera está presente em todo o mundo, entretanto, nas Américas esta espécie foi identificada morfológica e molecularmente em 2013, quando foi detectada em várias regiões agrícolas do Brasil (SPECHT et al., 2013). *Helicoverpa zea* se restringe as Américas e no Brasil pode ser encontrada nos principais Estados produtores de milho, como Mato Grosso, Paraná e Mato Grosso do Sul (PINTO; PARRA; OLIVEIRA, 2004; CZEPAK et al., 2013; SPECHT et al., 2013; EPPO, 2016).

Durante a fase larval *H. zea* pode passar por até 5 ínstaes em um período de aproximadamente 18 dias a 25 °C (GIOLO et al., 2014). Nos primeiros ínstaes as lagartas apresentam coloração esbranquiçada e cápsula cefálica marrom, quando mais desenvolvidas adquirem coloração variável, em tons de verde claro, rosa, marrom ou quase preta. Ao final do período larval podem atingir até 40 a 50 mm de comprimento (PINTO; PARRA; OLIVEIRA, 2004).

Helicoverpa armigera passa por até 6 ínstaes e a ocorrência do 6º instar depende de características genéticas, sexo, temperatura, forma de criação, qualidade do alimento (ARAÚJO, 1990). As lagartas neonatas possuem coloração branco-amarelada a marrom-avermelhada, com a cápsula cefálica entre marrom-escuro a preto. À medida que se desenvolvem apresentam coloração que pode variar do amarelo-palha ao verde e possuem listras de coloração marrom nas laterais no tórax, abdômen e na cabeça (ALI et al., 2009). A textura levemente coriácea do tegumento de *H. armigera* é uma característica que a difere das demais espécies de Heliiothinae de ocorrência no Brasil, outra característica marcante em *H. armigera* é que no 4º instar as lagartas apresentam tubérculos abdominais escuros dispostos em forma de semicírculo na região dorsal do primeiro segmento abdominal (MATTHEWS et al., 1999; CZEPAK et al., 2013)

Os danos causados por essas espécies na cultura do milho são referentes ao ataque às estruturas reprodutivas das plantas. De forma geral, as fêmeas ovipositam nos estilo-estigmas e após a eclosão, as lagartas iniciam a alimentação nestes tecidos; ao se desenvolver movem-se para a espiga onde passam a se alimentar dos grãos em formação (FORNASIERI FILHO, 2007; ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013). Além das perdas diretas causadas pelo consumo dos grãos, outros danos podem ser observados, como falhas na fertilização, má formação dos grãos e a falta da formação da 2ª espiga (CRUZ et al., 2008). Danos indiretos também são observados, uma vez que os orifícios criados pelas lagartas podem ser portas de entrada de microrganismos que causam podridões e produção de micotoxinas, acarretando em perdas qualitativas, devido à desvalorização do produto (LUIZ; MAGRO, 2007).

2.2 Táticas utilizadas no controle de lepidópteros-praga na cultura do milho

A incidência e o crescimento das populações das três espécies mencionadas, em muitas situações podem estar relacionadas ao processo cumulativo de práticas de cultivo inadequadas, caracterizadas pelo uso incorreto e excessivo de defensivos agrícolas e o plantio de espécies vegetais hospedeiras em sucessão, tornando o agroecossistema progressivamente suscetível, devido a farta disponibilidade de alimentos, nichos de reprodução e abrigo durante todo o ano (EMBRAPA, 2013). Aliado a isso, características inerentes aos insetos-praga, como alta capacidade de reprodução, dispersão e polifagia, tornam o manejo dos lepidópteros-praga um dos grandes desafios no cultivo do milho.

Diante desse cenário, existe uma concentração de esforços e investimentos em outras táticas que compõe o Manejo Integrado de Pragas (MIP). O MIP é definido como o uso de estratégias de controle, utilizadas de forma isoladas ou em conjunto, de forma racional e considerando aspectos econômicos, ambientais e sociais (KOGAN, 1998). A filosofia do MIP baseia-se no argumento de que nem todos os insetos necessitam de controle e que alguns níveis de infestação são toleráveis sem redução econômica de produção, e essa premissa deve ser sustentada através de monitoramento (PEDIGO; HIGLEY, 1996; PETERSON; HIGLEY, 2000).

2.2.1 Controle biológico com parasitoides de ovos

O controle biológico tem despertado cada vez mais o interesse de produtores rurais e demais segmentos do agronegócio. Nessa tática, visando ao controle principalmente da Ordem Lepidoptera, umas das estratégias disponíveis é a utilização de parasitoides de ovos como agentes de controle biológico (PARRA; ZUCCHI; SILVEIRA NETO, 1987; PARRA, 2014). Dessa forma, por meio de liberações inundativas de inimigos naturais, é possível reduzir a população da praga a um nível inferior ao de dano econômico. Uma das vantagens nessa estratégia é que o controle ocorre na fase de ovo, assim o inseto-praga é controlado antes mesmo de causar danos às plantas (HASSAN, 1997).

2.2.1.1 *Trichogramma pretiosum*

Entre os insetos disponíveis para programas de controle biológico, os parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

merecem destaque, devido à facilidade com que a criação pode ser estabelecida e agressividade no parasitismo de ovos (BOTELHO; PARRA; ZUCCHI, 1997).

Várias espécies do gênero *Trichogramma* são conhecidas, sendo que das 229 identificadas, 28 ocorrem no Brasil (PARRA et al., 2015; NOYES 2016; QUERINO et al., 2017) e de forma geral, possuem preferência em parasitar ovos de insetos da ordem Lepidoptera, grupo no qual estão inseridas algumas pragas-chaves de diversas culturas como milho, arroz, soja, cana-de-açúcar, sorgo, algodão e tomate (NIKONOV; LEBEDEV; STARTCHEVSKY 1991; HASSAN, 1993; PINTO, 2006; CÔNSOLI; PARRA; ZUCCHI, 2010). Além disso, a ampla distribuição geográfica, eficiência, alta especialidade, bem como a plasticidade hospedeira desses insetos, são características que os destacam e fazem desse grupo de inimigos naturais um dos mais estudados e amplamente utilizados em programas de controle biológico (PARRA; ZUCCHI, 2004; BUENO et al., 2011b).

Pesquisas relacionadas à biologia e aprimoramento do uso de *Trichogramma* vêm sendo conduzidas em mais de 50 países apresentando bons resultados de controle em pragas-chaves de 34 culturas (PRATISSOLI et al., 2003), justificando as liberações comerciais realizadas em aproximadamente 32 milhões de hectares por ano. O controle biológico utilizando espécies de *Trichogramma* se intensificou após a confirmação da possibilidade da multiplicação dos parasitoides em hospedeiros alternativos, como *Sitotroga cerealella* (Oliver, 1789) (Lepidoptera: Gelechiidae), o que facilitou a criação em grande escala, no entanto a utilização é realizada há mais de 100 anos (SMITH, 1996).

Dentre as espécies pertencentes ao gênero *Trichogramma*, *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) é a mais estudada e utilizada no mundo. Essa espécie se destaca devido à facilidade da criação em hospedeiros alternativos e agressividade no parasitismo de ovos de lepidópteros-praga, uma vez que é uma espécie generalista (PARRA; ZUCCHI, 1997; 2004). *T. pretiosum* ocorre em diversas partes do mundo, sendo a espécie mais amplamente distribuída na América Latina e foi associada a mais de 26 hospedeiros em diversos cultivos diferentes (ZUCCHI; MONTEIRO, 1997).

Nos cultivos de milho a ocorrência natural de *T. pretiosum* parasitando ovos de *S. frugiperda* é insuficiente para impedir que as lagartas atinjam o nível de dano, ainda sim, características biológicas, como a capacidade de parasitismo e alta porcentagem de emergência dos parasitoides, os tornaram um dos principais agentes de controle

biológico e comprovam seu potencial para serem empregados na cultura do milho (BESERRA; DIAS; PARRA, 2002; SOARES et al., 2012; DEQUECH et al., 2013).

Em laboratório, ao serem criados em ovos de *S. frugiperda*, a taxa de emergência de *T. pretiosum* foi maior que 80%, mesmo com temperaturas variando entre 18 °C e 30 °C (BUENO et al., 2010a). Em *H. armigera*, o parasitismo total é de 63,85% a 25°C (PEREIRA, 2016). Em cultivo de milho orgânico ao utilizar 3 liberações de *T. pretiosum* como estratégia de controle para *S. frugiperda*, Figueiredo et al (2015) obtiveram em um acréscimo de 19,4% na produção afirmando que o controle biológico com parasitoides de ovos é uma alternativa promissora para esse segmento.

Apesar dos resultados promissores que exemplificam o potencial deste agente de controle biológico, a espécie *T. pretiosum*, bem como as demais espécies do gênero *Trichogramma*, apresenta dificuldade em penetrar nas camadas internas de posturas sobrepostas (massa de ovos), como é o caso de *S. frugiperda*, e outras espécies do mesmo gênero, parasitando apenas os ovos depositados nas camadas expostas (BESERRA; PARRA, 2003; 2005).

2.2.1.2 *Telenomus remus*

O parasitoide de ovos *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Platygasteridae) por não sofrer essa limitação tem apresentado um grande potencial de controle nas espécies do gênero *Spodoptera*, justamente por conseguir parasitar as camadas internas das posturas destas espécies (CAVE, 2000; BUENO et al., 2008; POMARI et al., 2012).

A eficiência de controle de *T. remus* foi comprovada em países como a Venezuela, onde liberações inoculativas, em áreas de milho obtiveram índices de parasitismo de até 90% (FERRER, 2001).

No Brasil, ao estudar a capacidade de parasitismo da espécie Bueno et al (2010b), expuseram massas de ovos de *S. frugiperda* com aproximadamente 150 ovos ao parasitismo às temperaturas de 25 °C e 28 °C, verificando que aproximadamente 121,05 e 117,55 dos ovos foram parasitados, respectivamente. Além disso, *T. remus* possui alta capacidade de dispersão e busca do hospedeiro, o que reforça a capacidade de integrar programas de controle biológico (POMARI et al., 2013; POMARI-FERNANDES et al., 2015).

A possibilidade do uso combinado de *T. remus* em liberações juntamente com *T. pretiosum*, tem demonstrado bons resultados em condições de laboratório, onde os

resultados indicam que *T. pretiosum* é menos eficiente em parasitar ovos de *S. frugiperda* quando liberado sozinho, do que quando liberado em associação com *T. remus*. Em proporções de 10% a 20% sobre a população de *T. pretiosum*, a associação destes parasitoides é suficiente para melhorar significativamente o parasitismo em espécies do gênero *Spodoptera*. (GOULART et al., 2011b), e apesar de pertencer a famílias diferentes, *T. remus* e *T. pretiosum* são capazes de reconhecer os ovos dos hospedeiros que estiverem previamente parasitados pela outra espécie (CARNEIRO; FERNANDES, 2012).

A utilização de *T. remus* até pouco tempo era limitada a liberações em escalas experimentais, justificadas pela falta de uma metodologia de criação viável no hospedeiro alternativo *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae) no qual o parasitoide pudesse ser multiplicado, viabilizando assim a criação massal. No entanto, estudos relacionados a metodologia bem como ao controle de qualidade dos parasitoides provenientes do hospedeiro alternativo, comprovam que *C. cephalonica* é um hospedeiro adequado para a multiplicação de *T. remus*, e tem potencial para promover a disponibilidade dos parasitoides a ponto de os mesmos serem inseridos em programas de controle biológico (KUMAR; PAWAR; DIVAKAR, 1986; POMARI-FERNANDES, 2015; QUEIROZ et al., 2017a; 2017b).

2.2.2 Plantas geneticamente modificadas

Outra importante ferramenta de controle de pragas na cultura do milho é a utilização de plantas geneticamente modificadas (PGM's). Essas plantas contam com a expressão de proteínas inseticidas que são sintetizadas a partir da inserção de um gene da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner (*Bt*). Essa tática tem sido largamente utilizada no Brasil, para o controle de lepidópteros-pragas, principalmente *S. frugiperda* (KRONER, 1987; ISAAA, 2016). Para essa finalidade as proteínas disponíveis para comercialização são Cry1Ab, Cry1F, VIP3Aa20, Cry1A.105, Cry2Ab2, Cry3Bb1, Cry34Ab1, Cry35Ab1, cry3A, eCry3.1Ab, Cry2Ab2 (CTNBIO, 2017).

A rápida adoção do milho *Bt* pelos produtores pode ser justificada pela real eficácia no controle, em consequência, desde a liberação do uso de plantas geneticamente modificadas, a cada safra, a área plantada com milho transgênico no Brasil aumenta (CÉLERES, 2017). Na safra 2016/17 a taxa de adoção da biotecnologia foi de 88,4%. Deste total, 63,9% foram cultivados com eventos que

conferem às plantas resistência a insetos e tolerância a herbicidas, 20,7% com milho resistente a insetos e 3,8% com a tecnologia tolerante a herbicida (CÉLERES, 2017).

A maior preocupação técnica sobre as PGM's é a possibilidade de haver quebra da funcionalidade em função da exposição contínua da praga alvo às toxinas. Caso típico de *S. frugiperda*, em que as lagartas estão presentes na lavoura durante o ano todo. Quanto maior for a área plantada com determinado híbrido de milho *Bt*, maior será a pressão de seleção sobre as populações da praga alvo e, conseqüentemente maior a probabilidade de seleção de populações de insetos resistentes (ANDOW, 2008).

Falhas no controle foram evidenciadas, durante a safra 2013/2014 e foi necessário realizar em média duas aplicações de inseticida, devido às elevadas infestações de *S. frugiperda*, em plantios de milho *Bt*, em diversas regiões do país (FARIAS et al., 2014). Em 2015 em campos experimentais de Mato Grosso do Sul, foi verificado que as tecnologias Herculex® (Cry1F), Yield Gard® (Cry1Ab) e Total Liberty® (Cry1Ab) tiveram mais de 40% de plantas atacadas pela lagarta-do-cartucho e houve a necessidade de até 4 pulverizações complementares para controlar a praga e em Mato Grosso populações de *S. frugiperda* oriundas de Sinop apresentaram resistência à proteína Cry1F (FUNDAÇÃO MS, 2015; WAQUIL et al., 2016).

Casos de resistência foram reportados para a espécie em *H. zea* nos EUA para a proteína Cry1Ac expressa em algodão e em *S. frugiperda* à proteína Cry1F em Porto Rico, Brasil e EUA. Para as proteínas Vip, a resistência só foi documentada em laboratório para as espécies *H. armigera* e *Helicoverpa punctigera* (Wallengren) (Lepidoptera: Noctuidae) (VAN RENSBURG, 2007; DOWNES; PARKER, MAHON, 2009; 2010; STORER et al., 2010; FARIAS et al., 2014; HUANG et al., 2014).

A explicação para os casos de resistência pode estar relacionada à não adoção das áreas conhecidas como refúgio, que é caracterizada pela semeadura de áreas com híbrido de milho não *Bt* – de porte e ciclo vegetativo similares aos do híbrido transgênico - próximas das áreas semeadas com milho *Bt*. No refúgio, a praga-alvo terá condições de sobrevivência e reprodução, sem ser exposta à proteína inseticida *Bt*, propiciando o cruzamento de possíveis adultos sobreviventes à proteína inseticida com insetos ainda suscetíveis provenientes da área de refúgio, com o objetivo de manter a funcionalidade da tecnologia *Bt* preservando os benefícios das plantas transgênicas (BOURGUET; DESQUILBET; LEMARIE, 2005; MARTINELLI; OMOTO, 2005).

Apesar dos problemas relatados a adoção das áreas de refúgio ainda é baixa por parte dos produtores de milho (RESENDE et al., 2014), mas em um cenário ideal, respeitando os conceitos do MIP, a utilização correta da tecnologia *Bt* é uma importante tática de controle, pois em teoria, dispensa o uso de inseticidas sintéticos promovendo assim a manutenção dos insetos benéficos. Além disso, ao adotar as áreas de refúgio é possível que quando os níveis de ação foram atingidos nestes plantios, sejam implementadas as demais táticas de manejo, como por exemplo a pulverização de inseticidas seletivos ou ainda o controle biológico.

2.2.3 Controle químico

A exemplo de muitos cultivos, a estratégia mais utilizada no manejo dos lepidópteros-praga na cultura milho é a pulverização de inseticidas químicos (BUENO et al, 2011a). Ao longo dos anos, tais produtos foram rotulados como eficazes, tendo como principal vantagem a capacidade de eliminar diferentes espécies de insetos-praga em diferentes cultivos, e o custo relativamente compensador foi outro fator que ajudou a impulsionar o uso de produtos químicos na agricultura (BUENO et al, 2011a).

Embora tenham contribuído para o avanço do agronegócio, o uso de inseticidas químicos causa problemas, como contaminação por resíduos no ambiente, diminuição da eficiência no controle, em casos mais graves é possível verificar a presença de populações resistentes (DIEZ-RODRIGUEZ; OMOTO, 2001).

No Brasil, entre os piretroides registrados para a cultura do milho formulados a base de lambda-cialotrina, deltametrina e beta-ciflutrina foram identificados casos de resistência de lagartas de *S. frugiperda* (APRD, 2015). Além do grupo dos piretroides, o uso indiscriminado de organofosforados, carbamatos, e benzoilureias contribuiu para a seleção de populações resistentes (YU, 1991; YU, 1992; DIEZ-RODRIGUEZ; OMOTO, 2001; YU et al., 2003). Até 2017, dos 169 inseticidas registrados no Ministério da Agricultura para o controle de *S. frugiperda*, 122 estão distribuídos entre os grupos mencionados (AGROFIT, 2017).

No caso de *H. zea* e *H. armigera*, pela localização das lagartas nas plantas de milho, o controle convencional por meio da pulverização de inseticidas tem baixa eficiência, logo as perdas são inevitáveis (RUMMEL et al. 1986). No caso de *H. zea*, para a cultura do milho, nenhum inseticida químico possui registro no Ministério da Agricultura (AGROFIT, 2017).

Para o controle químico de *H. armigera* recomenda-se que sejam utilizados produtos seletivos à entomofauna benéfica, com o objetivo de manter os inimigos naturais nas áreas agrícolas. No entanto, essa espécie possui relativamente maior resistência aos inseticidas utilizados para o controle de pragas similares, desta forma a dose necessária para que o controle seja efetivo é aumentada, o que consequentemente onera o custo da produção (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013; FROZA, 2013).

Diante da dificuldade de controle durante o surto de 2012/2013, o Ministério da Agricultura por meio da Portaria 1059/2013/MAPA liberou em caráter emergencial a importação de produtos que contenham como ingrediente ativo o benzoato de emamectina no intuito de combater *H. armigera*. Da mesma forma, o inseticida biológico a base de baculovírus (HzSNPV) também obteve registro emergencial e foi um dos produtos mais utilizados nos surtos de *H. armigera*.

Ainda assim, inseticidas do grupo dos piretroides, organofosforados e carbamatos também podem ser utilizados para o controle da espécie em algumas culturas. No entanto de forma semelhante ao que ocorre com *S. frugiperda*, o uso indiscriminado desses produtos vem ocasionando falhas no controle decorrentes da seleção de populações resistentes (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013; FATHIPOUR; SEDARATIAN, 2013).

Apesar dos problemas relacionados ao uso dos inseticidas sintéticos mencionados, deve-se enfatizar que todos são decorrentes do uso indiscriminado e errôneo desta tática, que durante décadas foi empregada sem considerar o nível de ação das pragas-alvo e que o emprego desses produtos de maneira adequada, pode ser uma importante ferramenta dentro do MIP.

Um exemplo do uso harmônico dessa tática dentro de programas de manejo integrado de pragas é o MIP-soja no Brasil. No início dos anos 70, uma média de até seis pulverizações de inseticidas de amplo espectro eram realizadas nesta cultura, a partir da adoção do monitoramento, avaliação da ocorrência e flutuação populacional de pragas e a adoção de níveis de controle, houve uma redução no número de pulverizações, que em média passaram a ser realizadas duas vezes por safra (BUENO; CORRÊA-FERREIRA; BUENO, 2010). Além de reduzir os custos de produção e ser ambientalmente viável, a introdução do MIP permitiu que produtos mais seletivos aos inimigos naturais fossem utilizados, mantendo os insetos benéficos

que também atuam no controle das pragas, promovendo integração de táticas de manejo e a sustentabilidade do agroecossistema (BUENO et al., 2017).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Três experimentos foram instalados entre 2015 e 2017 em dois estados produtores de milho no Brasil. Dois experimentos (safras de verão 2015/2016 e 2016/2017) foram instalados em Botucatu no estado de São Paulo e um no município de Sidrolândia no estado de Mato Grosso do Sul (Segunda safra 2016).

3.1 Área experimental

Em Botucatu os experimentos foram conduzidos na área pertencente às Fazendas de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Ciências Agrônômicas, da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus de Botucatu (22°48'21.60”S 48°25'36.41”O). A segunda safra foi conduzida na Fazenda São José localizada no município de Sidrolândia-MS (20°50'59.0”S 54°48'51.2”W)

No experimento realizado no ano agrícola 2015/2016 no município de Botucatu-SP, a semeadura ocorreu em novembro de 2015 com o híbrido 2B587 RR com 6,5 sementes por metro linear e 0,85 metros entre as linhas de plantio. O mesmo híbrido e espaçamento de plantio foram adotados no experimento realizado no ano agrícola 2016/2017, cuja semeadura ocorreu no mês de outubro com 5,6 sementes por metro linear. No experimento realizado na segunda safra em 2016, a semeadura ocorreu em abril com o híbrido LG 6310 no espaçamento de 50 cm entre linhas e 3,1 sementes por metro linear.

Em todas as safras as semeaduras foram realizadas em sistema de plantio direto e os tratos culturais seguiram o recomendado para a cultura. Em Botucatu-SP, na primeira safra (2015/2016) utilizou-se adubação de 250 Kg ha⁻¹ de NPK na formulação 8-28-16 e a adubação nitrogenada foi realizada em cobertura com 150 Kg ha⁻¹ de ureia quando as plantas estavam em V4-V5. O manejo de plantas invasoras foi realizado por meio da pulverização de 2,5 Kg ha⁻¹ do herbicida Glifosato (Roundup WP) quando a cultura estava entre os estádios vegetativos V4-V5. Na safra 2016/2017 utilizou-se adubação de 250 Kg ha⁻¹ de NPK na formulação 8-28-16 e a adubação nitrogenada foi realizada em cobertura com 150 Kg ha⁻¹ de ureia quando as plantas estavam em V5. O manejo de plantas invasoras foi realizado por meio da pulverização de 2,0 Kg ha⁻¹ do herbicida Glifosato (Roundup WP) quando a cultura estava entre os estádios vegetativos V5-6.

Em Sidrolândia (segunda safra 2016) utilizou-se adubação de 200 Kg ha⁻¹ de NPK na formulação 10-15-15 e a adubação nitrogenada foi realizada em cobertura com 200 Kg ha⁻¹ de ureia quando as plantas estavam em V5. As condições climáticas inviabilizaram a realização do manejo de plantas invasoras.

Cada tratamento foi alocado em uma área contendo três hectares, dividida em parcelas de 1 hectare dimensionadas com auxílio de GPS. Nas safras realizadas em Botucatu-SP as áreas ficaram distantes entre si para que um tratamento não sofresse influência de outro. Em Sidrolândia-MS o experimento foi instalado em uma área contínua, sendo que uma distância de 150 metros de área plantada foi deixada entre os tratamentos com controle biológico e o tratamento com controle químico, evitando assim que os tratamentos exercessem influencia uns nos outros.

3.2 Tratamentos estudados

Os tratamentos, bem como o estágio fenológico em que foram aplicados estão demonstrados no quadro 1. Nos experimentos realizados em Botucatu-SP quatro tratamentos foram estudados, em Sidrolândia-MS, devido a baixa disponibilidade de mão-de-obra para as avaliações apenas três tratamentos foram estudados.

Nos tratamentos com controle biológico, foram liberadas pupas de *T. pretiosum* em cápsulas. *T. remus* foi liberado também na forma de pupa, entretanto as posturas parasitadas estavam coladas em papel couchê.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com esquema fatorial (tempo x tratamento) de parcela subdividida no tempo, nos estudos de flutuação populacional de lagartas, flutuação populacional de inimigos naturais e nota de danos. Para os dados de flutuação populacional de lagartas e inimigos naturais foi utilizada a transformação $\sqrt{(x + 0,5)}$. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homocedasticidade de variâncias (Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente) e quando satisfeitas as suposições dos testes, aplicou-se a análise de variância paramétrica e as médias foram submetidas a comparação múltipla de Tukey (0,5%). Os dados relativos à predominância dos grupos de inimigos naturais que ocorreram em cada tratamento foram apresentados de forma descritiva a partir de porcentagem.

3.2.1 Criação e manutenção dos parasitoides de ovos

3.2.1.1 *Trichogramma pretiosum*

Os parasitoides foram multiplicados em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) (PARRA, 1994). Os ovos do hospedeiro alternativo foram submetidos ao processo de esterilização pela exposição à luz germicida ultravioleta por um período de 45 minutos, inviabilizando os embriões.

Em seguida, os ovos do hospedeiro alternativo foram colados em cartelas de papel couchê (20 x 10 cm) com goma arábica diluída em água (50%). As cartelas contendo os ovos foram acondicionadas nos potes plásticos (capacidade de 4 L) que tinha a extremidade fechada com plástico filme de PVC e elástico, no qual foram oferecidos aos adultos de *T. pretiosum*, para o parasitismo por 24 horas, em sala climatizada (temperatura de 25 ± 1 °C, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h). Após esse período, as cartelas com os ovos parasitados foram retiradas e mantidas em outros potes plásticos para a emergência dos adultos. Após a emergência dos parasitoides, os mesmos foram alimentados com gotículas de mel puro oferecidas na parte inferior dos potes.

Os dados relativos ao rendimento foram submetidos aos testes de normalidade e homocedasticidade de variâncias (Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente). Os parâmetros que não atenderam os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram submetidos a teste não paramétrico, quando atendidos foram submetidos a análise de variância paramétrica. E as médias foram submetidas ao teste kruskal Wallis e Tukey, respectivamente.

3.2.1.2 *Telenomus remus*

Os parasitoides foram multiplicados em ovos de *S. frugiperda*. As posturas do hospedeiro foram recortadas e coladas em cartelas de papel couchê (20 x 10 cm). Posteriormente, as cartelas foram acondicionadas em potes plásticos (4 L) que eram então vedados com plástico filme de PVC e elástico, no qual foram oferecidos aos adultos de *T. remus* para o parasitismo durante 24 horas e ambiente controlado (25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$, fotofase 14h). Após esse período, as cartelas com os ovos parasitados foram retiradas e mantidas em outros potes plásticos para a emergência dos adultos. Após a emergência dos parasitoides, os mesmos foram alimentados com gotículas de mel.

3.2.2 Aplicação dos tratamentos

Para subsidiar a tomada de decisão de controle foram instaladas armadilhas tipo delta com feromônio sexual para *S. frugiperda*. As armadilhas foram fixadas em estacas de madeira com aproximadamente 1,60 m de altura do solo e ficaram instaladas na parte central das parcelas desde a emergência das plântulas até a maturidade fisiológica. A vistoria nas armadilhas foi realizada semanalmente e quando três adultos eram capturados (Nível de controle - NC) as táticas de controle eram adotadas.

A primeira liberação nos tratamentos com uso de agentes de controle biológico, no estágio vegetativo foi realizada quando o NC foi atingido, as demais foram feitas sequencialmente em intervalos de 5 a 7 dias. No estágio reprodutivo, foi realizada a liberação quando aproximadamente 20% das plantas haviam emitido estilos-estigmas os parasitoides foram liberados

A partir da observação de emergência dos primeiros espécimes, as liberações ocorriam em até 8 horas, sempre no período do dia com temperatura mais amena e as cápsulas/cartelas foram distribuídas de forma equidistante entre aproximadamente 25-35 pontos por hectare. As cápsulas foram fixadas nas plantas, proporcionando assim sombreamento para as mesmas e com o mesmo objetivo, as cartelas de *T. remus* foram grampeadas na face abaxial das folhas.

Nos tratamentos com controle químico os inseticidas sintéticos foram adotados de acordo com a disponibilidade do produtor rural e das FEPE. Para todos os produtos utilizados, as recomendações técnicas dos fabricantes e de segurança na aplicação foram respeitadas. Assim como nos tratamentos com controle biológico, os produtos fitossanitários foram pulverizados, de acordo com o que preconiza o MIP, ou seja, quando o nível de ação foi atingido, caso o NC não fosse atingido, nenhuma medida de controle era realizada. Os produtos utilizados bem como suas especificações encontram-se relacionados, de acordo com a safra, nas Tabelas 1, 2 e 3.

3.3 Amostragem

3.3.1 Flutuação populacional de *Spodoptera frugiperda* e agentes de controle biológico de ocorrência natural

As amostragens foram iniciadas a partir dos primeiros estádios vegetativos e seguiram até que a maturidade fisiológica das plantas fosse identificada. Foram realizadas amostragens semanais em todos os experimentos e 20 plantas aleatórias

por hectare (60 plantas por tratamento por avaliação) foram amostradas nos experimentos realizados em Botucatu-SP e 10 plantas em Sidrolândia-MS

Primeiramente, uma nota associada a injúria provocada por *S. frugiperda* de acordo com a escala de Davis e Williams (1992) (Anexo A) foi atribuída a cada planta. Vale ressaltar que mesmo existindo um NC relacionado à essa escala, essa nota não foi utilizada como parâmetro para a tomada de decisão.

Posteriormente, as plantas foram arrancadas do solo, tiveram o cartucho (fase vegetativa) e espigas (fase reprodutiva) abertas e caso fossem encontradas, as lagartas eram contabilizadas e agrupadas de acordo com a espécie. Da mesma forma, os inimigos naturais quando encontrados foram contabilizados e agrupados de acordo com a ordem.

3.3.2 Produtividade

A colheita foi realizada manualmente e para as avaliações dos parâmetros de produtividade foram colhidas e contadas as espigas de 3 linhas de 20 metros em cada parcela. Para obtenção da produtividade (Kg ha^{-1} e sacas ha^{-1}) as espigas colhidas foram trilhadas mecânica e manualmente, posteriormente os grãos foram pesados e a umidade foi corrigida para 13%. Amostras de 100 unidades de cada repetição foram retiradas, pesadas em balança analítica para obtenção do peso de mil grãos. O rendimento líquido de cada safra foi calculado considerando apenas número de aplicações e os custos relativos aos produtos comerciais decorrentes de cada tratamento, transformados em quilos de milho por hectare.

3.4 Dados Climáticos

Os dados climáticos das safras realizadas em Botucatu-SP foram coletados pela estação meteorológica da FCA/UNESP-Botucatu instalada a aproximadamente 3 km de distância das áreas experimentais. Os dados referentes a segunda safra 2016 foram coletados através da Estação meteorológica pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na unidade da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) em Sidrolândia-MS à aproximadamente 19 Km de distância da área experimental, os dados foram disponibilizados pelo Centro de monitoramento de tempo, do clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul (CEMTEC/MS).

Quadro 1. Tratamentos e respectivas fases de desenvolvimento em que foram adotados em três safras de milho. Botucatu-SP 2015/2016 2016/2017 e Sidrolândia-MS 2016.

Tratamentos	Botucatu, SP - 2015/2016		Sidrolândia, MS - 2016		Botucatu, SP - 2016/2017	
	V ^a	R ^b	V	R	V	R
MIP+CB1	Duas liberações de <i>T. pretiosum</i> (60.000 pupas/ha)	Uma liberação de <i>T. pretiosum</i> (60.000 pupas/ha + 20% <i>T. remus</i>)	Três liberações de <i>T. pretiosum</i> (60.000 pupas/ha)	Uma liberação de <i>T. pretiosum</i> (120.000 pupas/ha)	Três liberações de <i>T. pretiosum</i> (120.000 pupas/ha + 10% <i>T. remus</i>)	Uma liberação de <i>T. pretiosum</i> (120.000 pupas/ha + 10% <i>T. remus</i>)
MIP+CB2	Duas liberações de <i>T. pretiosum</i> (120.000 pupas/ha)	Uma liberação de <i>T. pretiosum</i> (120.000 pupas/ha)	Três liberações de <i>T. pretiosum</i> (60.000 pupas/ha + 20% <i>T. remus</i>)	Uma liberação de <i>T. pretiosum</i> (60.000 pupas/ha + 20% <i>T. remus</i>)	Três liberações de <i>T. pretiosum</i> (120.000 pupas/ha)	Uma liberação de <i>T. pretiosum</i> (120.000 pupas/ha)
MIP+CB3	Duas liberações de <i>T. pretiosum</i> (180.000 pupas/ha)	Uma liberação de <i>T. pretiosum</i> (180.000 pupas/ha)	-----	-----	Uma pulverização de inseticida químico + duas liberações de <i>T. pretiosum</i> (120.000 pupas/ha)	Uma liberação de <i>T. pretiosum</i> (120.000 pupas/ha)
MIP+CQ	Pulverização de inseticidas a partir do Nível de ação	Pulverização de inseticidas a partir do Nível de ação	Pulverização de inseticidas a partir do Nível de ação	Pulverização de inseticidas a partir do Nível de ação	Pulverização de inseticidas a partir do Nível de ação	Pulverização de inseticidas a partir do Nível de ação

^a Fase vegetativa de desenvolvimento

^b Fase reprodutiva de desenvolvimento

Tabela 1. Inseticidas sintéticos pulverizados na cultura do milho durante a safra 2015/2016. Botucatu-SP.

Botucatu, SP - 2015/2016			
Grupo Químico	Nome comercial	Dose utilizada	Nº aplicações
Diamida Antranílica	Prêmio	125 mL/ha	1
Organofosforado	Lorsban	0,6 L/ha	1

Tabela 2. Inseticidas sintéticos pulverizados na cultura do milho durante a segunda safra 2016. Sidrolândia-MS.

Sidrolândia, MS - 2016			
Grupo químico	Nome comercial	Dose utilizada	Nº aplicações
Piretróide e Antranilamida	Ampligo	150 mL/ha	2
Diamida Antranílica	Prêmio	125 mL/ha	2
Oxidiazina	Avatar	400 mL/ha	1

Tabela 3. Inseticidas sintéticos pulverizados na cultura do milho durante a safra 2016/2017. Botucatu-SP.

Botucatu, SP – 2016/2017			
Grupo químico	Nome comercial	Dose utilizada	Nº aplicações
Espinosinas	Tracer	100 mL/ha	1
Metilcarbamato de oxima	Upmyl	0,6 L/ha	5
Metilcarbamato de oxima	Lannate	0,6 L/ha	1
Organofosforado	Capataz	0,6 L/ha	1

4 RESULTADOS

4.1 Safra 2015/2016 – Botucatu-SP

4.1.1 Flutuação populacional e nota de dano de *Spodoptera frugiperda*

Na safra 2015/2016, as avaliações foram iniciadas em V1 onde diferenças entre os tratamentos não foram observadas neste parâmetro. O nível de ação (NC) foi atingido em V3 em todos os tratamentos, dando início às pulverizações em MIP+CQ e às liberações sequenciais nos tratamentos MIP+CB1, MIP+CB2 e MIP+CB3, mas devido as condições climáticas, apenas 1 pulverização pôde ser realizada na fase vegetativa da cultura (V3). Entre os estádios V8-9 e V9-VT o NC foi atingido, mas as táticas de controle não foram adotadas em nenhum dos tratamentos pela mesma razão.

No período reprodutivo, as liberações foram realizadas a partir de R1 e sequencialmente em R2 e R2-3. Nos estádios fenológicos V8-9, R1 e R2 o nível de ação foi atingido no tratamento MIP+CQ, no entanto, apenas em R2 foi possível realizar a pulverização, nos demais estádios mencionados não foi possível a entrada do maquinário na área por conta do encharcamento do solo.

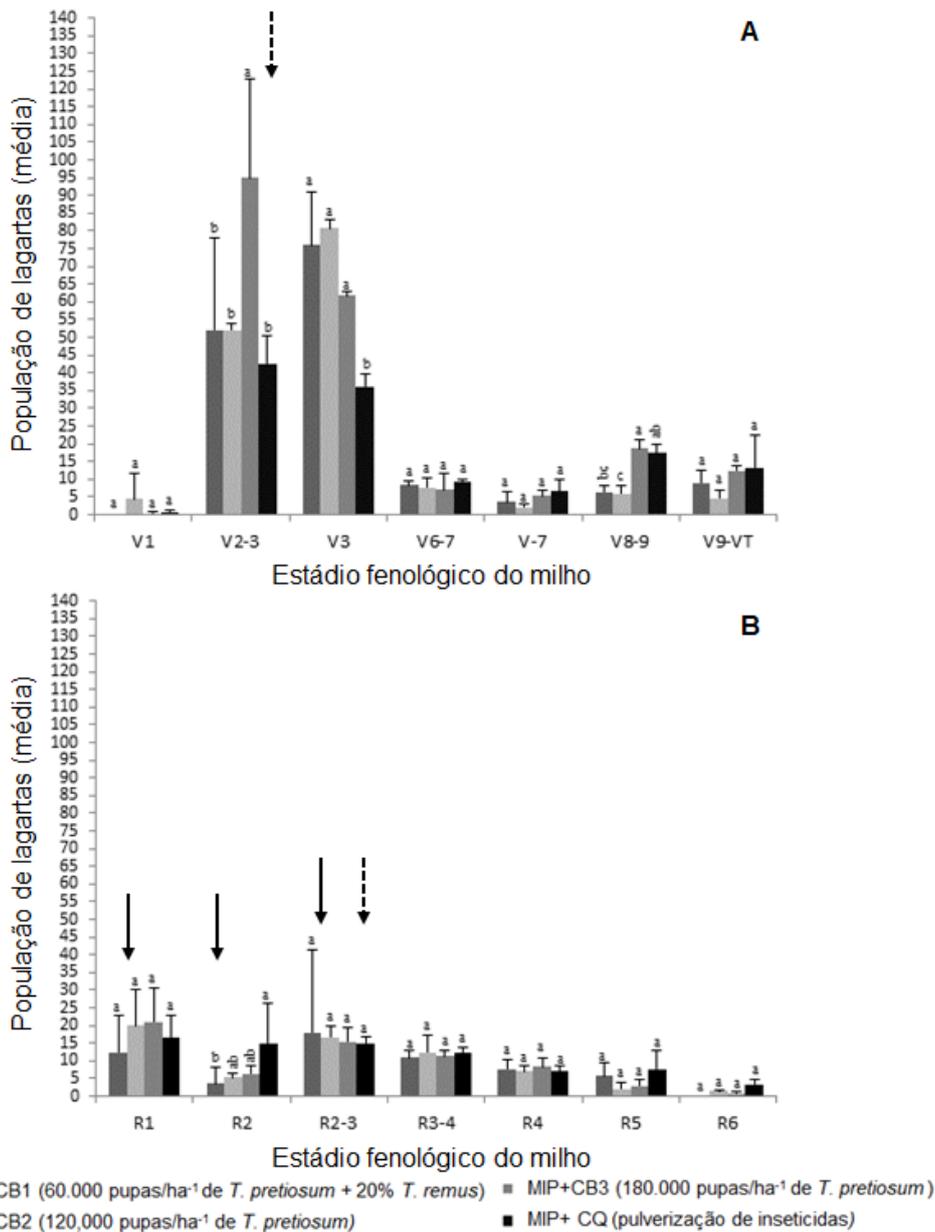
Nesta safra infestação de lagartas de *S. frugiperda* foi verificada desde o início dos monitoramentos. As maiores quantidades de lagartas ocorreram durante o período vegetativo da cultura e picos populacionais foram observados em V2-3 e V3 em todos os tratamentos, nestes picos as menores populações foram observadas no tratamento MIP+CQ que diferiu estatisticamente dos demais. Em V3 o nível de ação no tratamento MIP+CQ foi atingido e uma pulverização de inseticida (Prêmio® 125 mL/ha⁻¹) foi realizada.

Após a pulverização houve diminuição na população de lagartas no tratamento MIP+CQ que diferiu dos demais tratamentos. Nos estádios de desenvolvimento V6-7 e V7 não houve diferenças entre os tratamentos. Em V8-9 o tratamento MIP+CB3 apresentou população de lagartas estatisticamente superior, no entanto não diferiu do tratamento MIP+CQ (Figura 1A).

No período reprodutivo entre os estádios VT e R1 o nível de ação foi atingido nas áreas correspondentes aos tratamentos biológicos e as liberações de parasitoides foram iniciadas. Após a primeira liberação houve diminuição de lagartas encontradas nos tratamentos MIP+CB1, MIP+CB2 e MIP+CB3, sendo que MIP+CB1 apresentou a menor população entre todos os tratamentos. Em R2-3, após a segunda liberação,

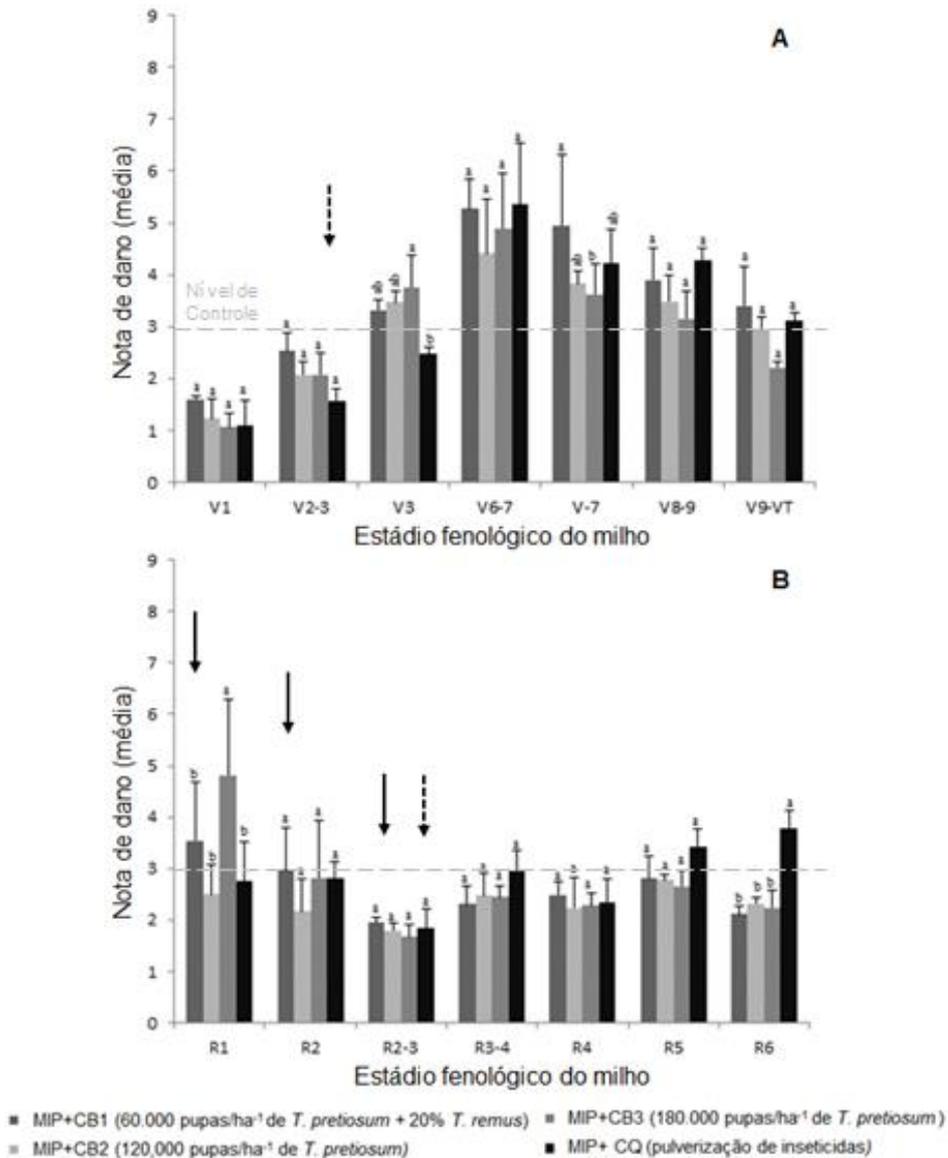
houve um aumento de lagartas em todos os tratamentos que não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Ainda nesse estágio na área referente ao tratamento MIP+CQ foi realizada uma pulverização (Lorsban® 0,6 L/ha⁻¹). Em R3-4 após a última liberação e da pulverização, todos os tratamentos apresentam decréscimo gradativo e não diferiram estatisticamente entre si até atingirem a maturidade fisiológica (Figura 1B)

Figura 1. Flutuação populacional (média±EP) de *S. frugiperda* durante a fase vegetativa (A) e reprodutiva (B) da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de manejo em Botucatu-SP 2015/2016. Médias seguidas pela mesma letra, nas barras, não diferiram estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5%. Setas pretas contínuas indicam as liberações de *T. pretiosum* e *T. remus*, e setas pretas pontilhadas indicam pulverizações de inseticidas.



Em relação a nota de dano atribuída as plantas avaliadas, no período vegetativo foram observadas as notas mais altas, sendo que diferenças entre os tratamentos só foram observadas em V3, onde MIP+CQ obteve notas superiores aos demais. Em V7 os tratamentos MIP+CB3, MIP+CB2 e MIP+CQ, apresentam as menores notas. No Período reprodutivo, de forma geral houve uma diminuição neste parâmetro, no entanto, apenas em R1 e R6 os tratamentos diferiram estatisticamente entre si, nestes estádios de desenvolvimento as plantas dos tratamentos MIP+CB3 e MIP+CQ apresentaram notas de dano superiores, respectivamente (Figura 2A e B).

Figura 2. Nota de dano (média±EP) de *S. frugiperda* em plantas de milho durante a fase vegetativa (A) e reprodutiva (B) da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de manejo em Botucatu-SP 2015/2016. Médias seguidas pela mesma letra, nas barras, não diferiram estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5%. Setas pretas contínuas indicam as liberações de *T. pretiosum* e *T. remus*, e setas pretas pontilhadas indicam pulverizações de inseticidas.



4.1.2 Flutuação Populacional de Inimigos Naturais

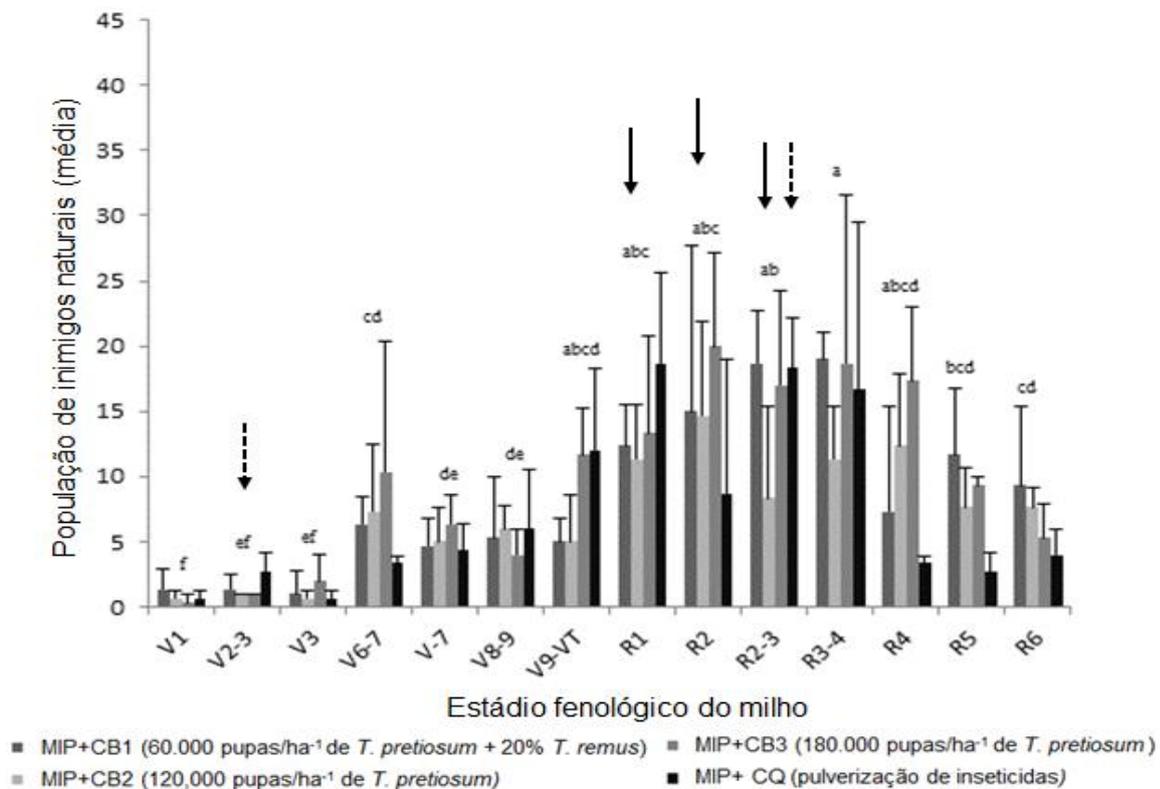
Os agentes de controle biológico de ocorrência natural encontrados na safra 2015/2016 foram as tesourinhas (Dermaptera: Forficulidae), aranhas (Araneae), Joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae), moscas (Diptera: Tachinidae), percevejos predadores (Hemiptera: Anthocoridae e Reduviidae) e bicho-lixeiro (Neuroptera: Chrysopidae). De maneira geral, os tratamentos foram semelhantes no que diz respeito à frequência e diversidade de grupos ocorrentes, sendo que o grupo predominante em todos os tratamentos nessa safra foi o das tesourinhas (Tabela 4).

Tabela 4. Ocorrência (%) e grupos de inimigos naturais na cultura do milho submetido a diferentes táticas de manejo. Botucatu-SP, 2015/2016

Tratamentos	Grupos (%)					
	Dermaptera	Coleoptera	Neuroptera	Hemiptera	Diptera	Araneae
MIP+CB1	75,49	7,89	0,85	1,13	2,25	12,39
MIP+CB2	67,34	18,52	1,01	0,00	0,67	12,46
MIP+CB3	76,34	10,98	0,00	0,24	2,68	9,76
MIP+CQ	74,51	16,01	0,33	0,65	1,96	6,54

Em relação a flutuação populacional dos inimigos naturais houve um aumento progressivo do número de insetos benéficos encontrados em todos os tratamentos conforme a cultura se desenvolvia, culminando em picos no período reprodutivo, e conforme a cultura se aproximava da fase de maturidade fisiológica houve uma diminuição. Os tratamentos não diferiram estatisticamente neste parâmetro em nenhuma das avaliações ($p= 0,25556$) (Figura 3).

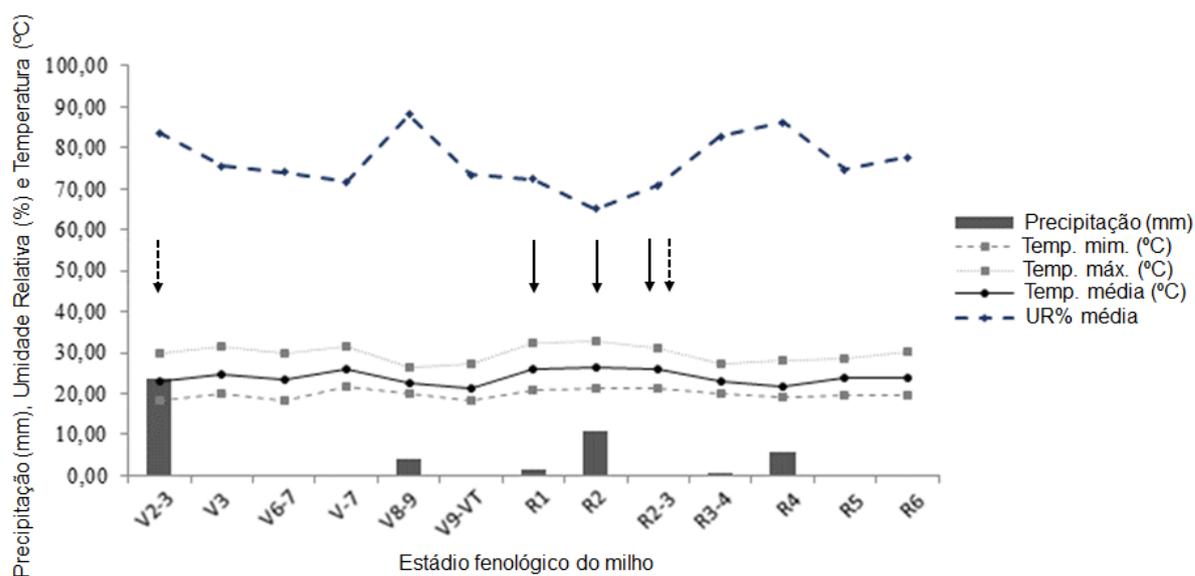
Figura 3. Flutuação populacional de inimigos naturais (média±EP) durante o ciclo da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de manejo. Botucatu-SP 2015/2016. Setas pretas contínuas indicam as liberações de *T. pretiosum* e *T. remus*, e setas pretas pontilhadas indicam pulverizações de inseticidas. Os tratamentos não diferem estatisticamente entre si nos estádios fenológicos e letras minúsculas indicam diferença estatística entre as avaliações.



4.1.3 Dados climáticos durante a safra 2015/2016 – Botucatu-SP

Durante os períodos de avaliação a umidade relativa média se manteve na maior parte do tempo acima de 65%. Os valores de temperatura mínima e máxima atingiram 32,66 °C e 18,10 °C, respectivamente. A precipitação pluviométrica foi frequente durante toda a safra, e nos períodos avaliados, os maiores valores diários registrados foram em V2-3 com 23,62 mm e R2 com 10,92 mm (Figura 4). É importante salientar que no período que compreende a fase vegetativa da cultura o acumulado de chuva atingiu 649,41mm de acordo com os dados registrados pela estação meteorológica da FCA/UNESP-Botucatu.

Figura 4. Temperaturas mínima, máxima e média (°C), precipitação pluviométrica (Chuva em mm), e umidade relativa média (%), em cada estágio fenológico da cultura do milho no período em que foram conduzidos os experimentos. Botucatu-SP 2015/2016. Setas pretas contínuas indicam as liberações de *T. pretiosum* e *T. remus*, e setas pretas pontilhadas indicam pulverizações de inseticidas.



4.1.4 Produtividade

Foram identificadas diferenças nos parâmetros avaliados. O tratamento MIP+CB3 apresentou valores de produtividade (Kg ha^{-1}) e sacas ha^{-1} inferiores aos demais tratamentos. Os tratamentos MIP+CB1, MIP+CB2 e MIP+CQ não diferiram estatisticamente entre si nenhum dos parâmetros referidos (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios de peso de mil grãos (g), mediana, máximo e mínimo da produtividade (Kg ha⁻¹) e sacas ha⁻¹ de milho em função da tática de manejo adotada. Botucatu-SP, 2015/2016.

Tratamentos	Peso mil Grãos ¹ (g)	Produtividade (Kg ha ⁻¹)			Sacas ha ⁻¹		
		Mediana ²	Mín.	Máx.	Mediana ²	Mín.	Máx.
MIP+CB1	34,48± 0,49 b	8074,66 a	6813,39	13387,99	134,58 a	113,56	223,13
MIP+CB2	35,21± 0,55 b	7955,39 a	3978,81	8384,26	132,59 a	66,31	139,73
MIP+CB3	35,26± 0,43 b	6550,66 b	5296,94	8649,03	109,18 b	88,28	144,15
MIP+CQ	37,50± 0,65 a	7820,43 a	6649,35	9050,04	130,34 a	110,82	150,83
CV (%)	4,54		17,12			17,12	

¹Média (±EP) seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

²Medianas seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste kruskal-Wallis (P<0,05).

4.1.5 Rendimento líquido e custos dos produtos utilizados no manejo

Em relação ao rendimento líquido, constatou-se valores estatisticamente inferiores no tratamento MIP+CB3. O rendimento líquido dos demais tratamentos não diferiu estatisticamente, no entanto, o custo dos produtos utilizados nos tratamentos MIP+CB1 e MIP+CB2 foi menor em relação ao custo do tratamento com produtos químicos (MIP+CQ) (Tabela 6).

Tabela 6. Número de aplicações e liberações realizadas, custo dos produtos utilizados (R\$) e rendimento bruto e líquido (Kg ha⁻¹) de áreas de milho submetidos a diferentes táticas de manejo de lepidópteros-praga. Botucatu-SP, 2015/2016.

Tratamentos	Nº Aplicações/ liberações	Custo dos produtos (R\$) ¹	Rendimento (Kg ha ⁻¹)	
			Bruto ²	Líquido ²⁻³
MIP+CB1	3	166,15	8074,66 a	7871,09 a
MIP+CB2	3	332,31	7955,39 a	7548,32 a
MIP+CB3	3	498,46	6550,66 b	5940,04 b
MIP+CQ	2	363,90	7820,43 a	7374,65 a
CV (%)			17,12	18,11

¹Tratamentos biológicos (MIP+CB 1,2 e 3): Calculado a partir do número de cápsulas utilizadas em cada tratamento e considerando o valor praticado pela empresa fornecedora. Tratamento químico (MIP+CQ): Calculado a partir do volume utilizado do produto e considerando o valor pago pelas FEPE da FCA-Unesp.

²Medianas seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste kruskal-Wallis (P<0,05).

³Calculado a partir de valores da saca de milho a R\$ 48,98 (fonte: Centro de estudos Avançados em Economia Aplicada-Cepea-Esalq/USP).

4.2 Segunda SAFRA 2016 – Sidrolândia-MS

4.2.1 Flutuação populacional e nota de dano de *Spodoptera frugiperda*

Durante a segunda safra 2016, as avaliações foram iniciadas em V2 em que diferenças entre os tratamentos não foram observadas neste parâmetro. O nível de ação foi atingido entre V2 e V3-4 em todos os tratamentos, dando início às liberações sequenciais nos tratamentos MIP+CB1 e MIP+CB2 e às pulverizações em MIP+CQ. Foram realizadas 4 pulverizações com inseticidas sintéticos na fase vegetativa da cultura, a primeira em V3-4 (Ampligo® 150 mL ha⁻¹), a segunda em V4 (Ampligo® 150 mL ha⁻¹), terceira em V6 (Prêmio® 125 mL ha⁻¹) e a quarta pulverização foi realizada em V7-8 (Prêmio® 125 mL ha⁻¹), e uma pulverização na fase reprodutiva foi realizada em R2 (Avatar® 400mL ha⁻¹). A primeira liberação de parasitoides foi executada em V4, sequencialmente, em V4-5 e V6 as demais liberações da fase vegetativa foram realizadas (Figura 5A).

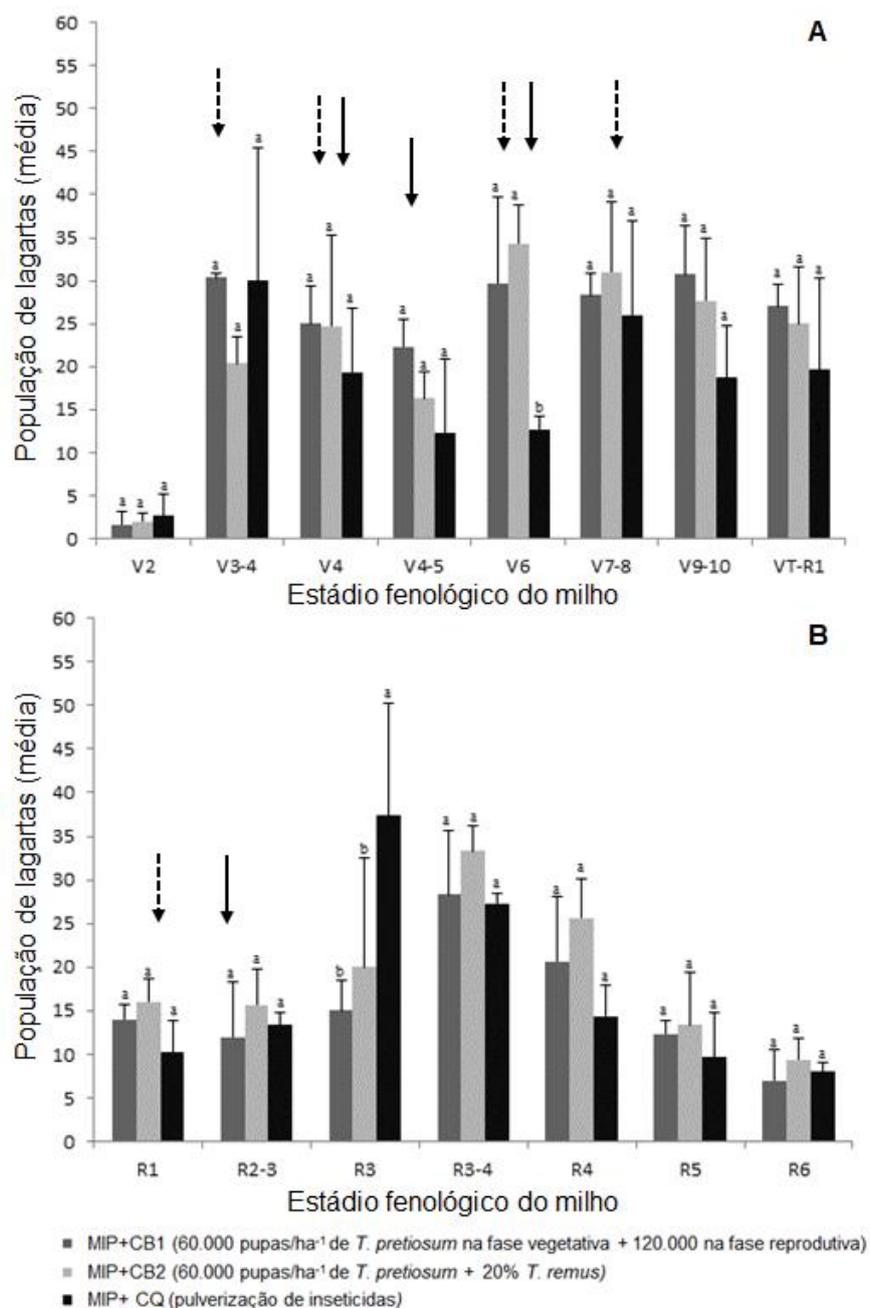
Em V3-4 houve um aumento nas médias nos três tratamentos, que não diferiram estatisticamente. Na avaliação subsequente à primeira pulverização (V4) houve uma diminuição na média de lagartas do tratamento MIP+CQ, no entanto esse tratamento não diferiu estatisticamente dos demais (Figura 5A).

Em V4 a segunda pulverização foi realizada no tratamento MIP+CQ, bem como a primeira liberação de parasitoides nos tratamentos biológicos (MIP+CB1 e MIP+CB2). Na avaliação seguinte (V4-5) menores médias foram constadas, no entanto os tratamentos não diferiram. Em V6 o tratamento MIP+CQ apresentou média de lagartas inferior diferindo estatisticamente dos demais. Nesse estágio mesmo após segunda liberação de parasitoides os tratamentos MIP+CB1 e MIP+CB2 apresentaram aumento na média e não foram estatisticamente diferentes entre si. Em V6 foram observados os picos populacionais e os tratamentos apresentam diferença, neste estágio o tratamento MIP+CQ obteve média de lagartas inferior aos demais. Nos estádios fenológicos seguintes não foi observada diferença estatística entre os tratamentos (Figura 5A).

Nos estádios reprodutivos R1 e R2-3 embora sem diferença, foi observada uma queda nas médias de todos os tratamentos. Após a liberação (R2-3) e a pulverização (R2) apenas o tratamento MIP+CQ apresentou aumento na média de lagartas estatisticamente superior aos demais tratamentos (R3). Após R3 os tratamentos não

diferiram em nenhum estágio fenológico e as médias decresceram a medida em que a maturidade fisiológica se aproximava (Figura 5B).

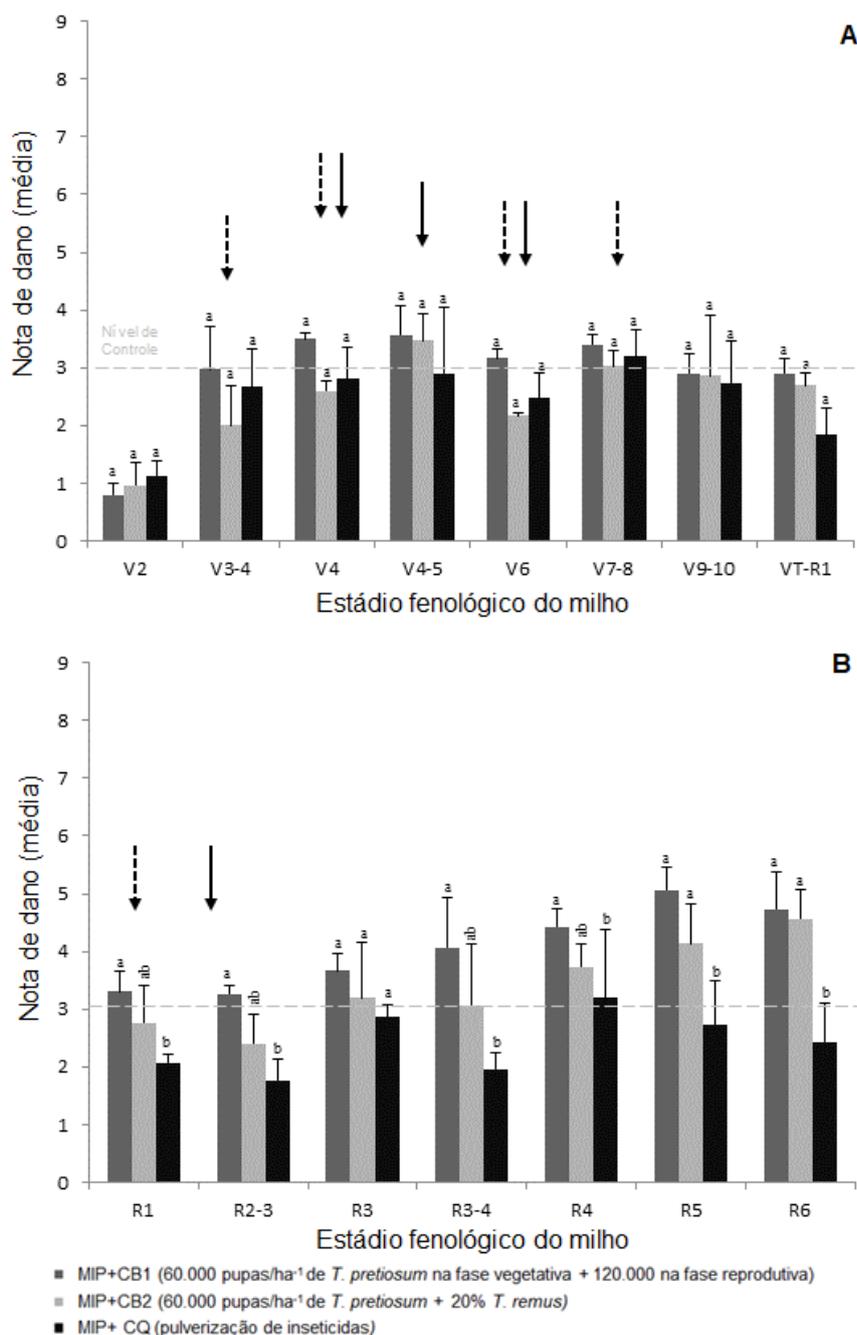
Figura 5. Flutuação populacional (média±EP) de *S. frugiperda* durante a fase vegetativa (A) e reprodutiva (B) da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de manejo em Sidrolândia-MS 2016. Médias seguidas pela mesma letra, nas barras, não diferiram estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5%. Setas pretas contínuas indicam as liberações de *T. pretiosum* e *T. remus*, e setas pretas pontilhadas indicam pulverizações de inseticidas.



Em relação a nota de dano, no período vegetativo não foram observadas diferenças entre os tratamentos em nenhum estágio fenológico. Nessa fase as maiores médias nesse parâmetro foram observadas nas avaliações referentes aos estádios V4-5 e em V7-8, em que médias acima de 3 foram observadas em todos os tratamentos (Figura 6A).

No período reprodutivo da cultura foram observadas diferenças entre os tratamentos adotados. Nos estádios fenológicos R1, R2-3, R3-4, R4, R5 e R6 o tratamento MIP+CQ apresentou nota de dano inferior a 3,2 (R4), diferindo estatisticamente dos demais. As maiores notas foram observadas no tratamento MIP+CB1, onde as médias nesse parâmetro atingiram 5,06 (R5) (Figura 6B).

Figura 6. Nota de dano (média±EP) de *S. frugiperda* em plantas de milho durante a fase vegetativa (A) e reprodutiva (B) da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de manejo em Sidrolândia-MS 2016. Médias seguidas pela mesma letra, nas barras, não diferiram estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5%. Setas pretas contínuas indicam as liberações de *T. pretiosum* e *T. remus*, e setas pretas pontilhadas indicam pulverizações de inseticidas.



4.2.2 Flutuação Populacional de Inimigos Naturais

Na segunda safra 2016 os agentes de controle biológico de ocorrência natural encontrados pertenceram a uma menor diversidade de grupos. Predominantemente o bicho-lixeiro (Neuroptera: Chrysopidae) foi o inimigo natural mais encontrado durante o ciclo da cultura, seguidos pelas Joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae), tesourinhas (Dermaptera: Forficulidae), aranhas (Araneae) e percevejos predadores (Hemiptera: Reduviidae) (Tabela 7).

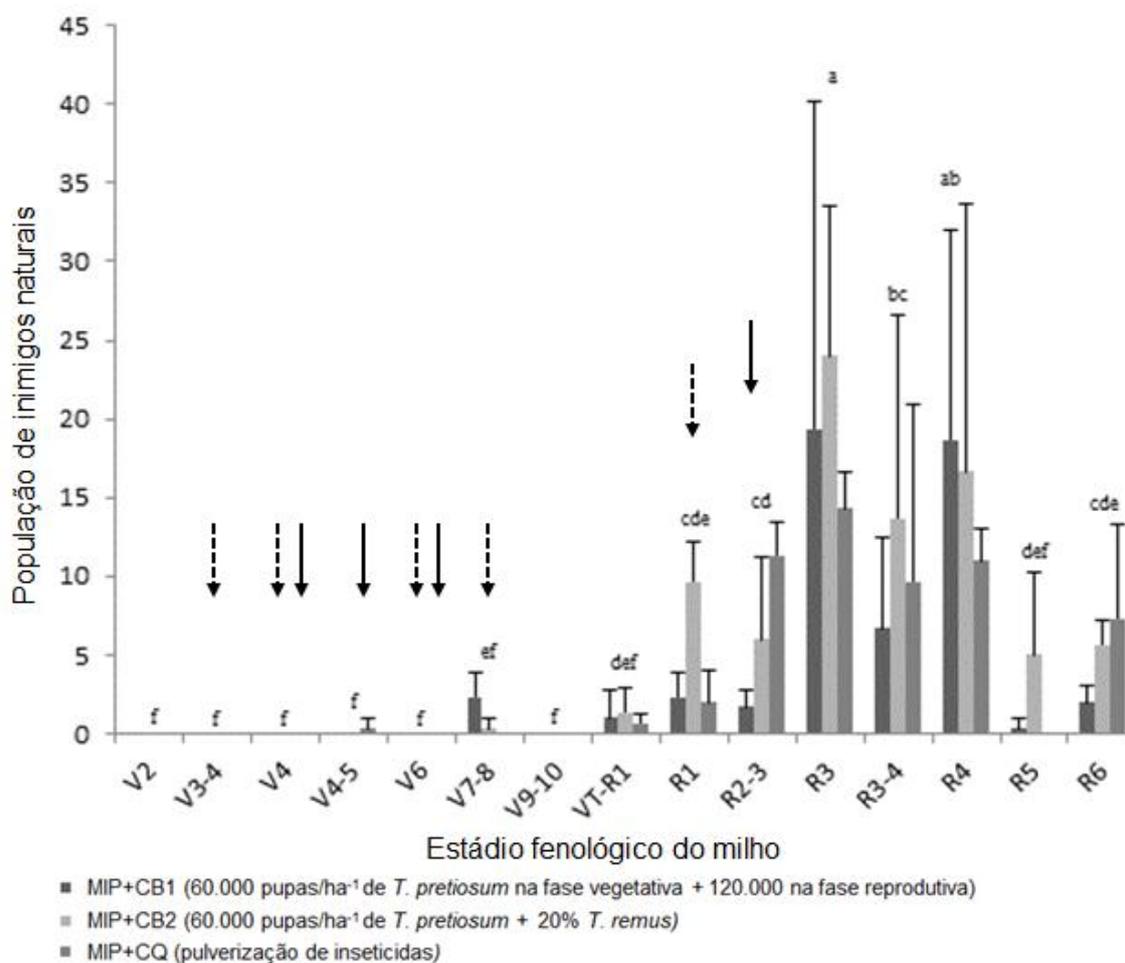
Tabela 7. Ocorrência (%) e grupos de inimigos naturais na cultura do milho submetido a diferentes táticas de manejo. Sidrolândia-MS, 2016.

Tratamentos	Grupos (%)				
	Neuroptera	Coleoptera	Dermaptera	Araneae	Hemiptera
MIP+CB1	86,50	7,36	4,91	1,23	0,00
MIP+CB2	90,28	4,45	4,05	0,81	0,40
MIP+CQ	86,55	10,53	0,58	1,75	0,58

Em relação a flutuação populacional desses insetos durante o desenvolvimento da cultura, em função dos manejos adotados não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p= 0,2633$). Durante a fase vegetativa da cultura as médias foram próximas a zero nas avaliações correspondentes aos estádios fenológicos V2, V3-4, V4, V4-5, V6 e V9-10 em todos os tratamentos. Em V7-8 apenas os tratamentos MIP+CB1 e MIP+CB2 apresentaram média diferente de zero (Figura 7).

A população de inimigos naturais apresentou um aumento progressivo nas médias durante os estádios reprodutivos e as mesmas decresceram progressivamente de acordo com a proximidade da maturidade fisiológica (Figura 7).

Figura 7. Flutuação populacional de inimigos naturais (média±EP) durante o ciclo da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de manejo. Sidrolândia-MS 2016. Setas pretas contínuas indicam as liberações de *T. pretiosum* e *T. remus*, e setas pretas pontilhadas indicam pulverizações de inseticidas. Os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si nos estádios fenológicos e letras minúsculas indicam diferença estatística entre as avaliações.

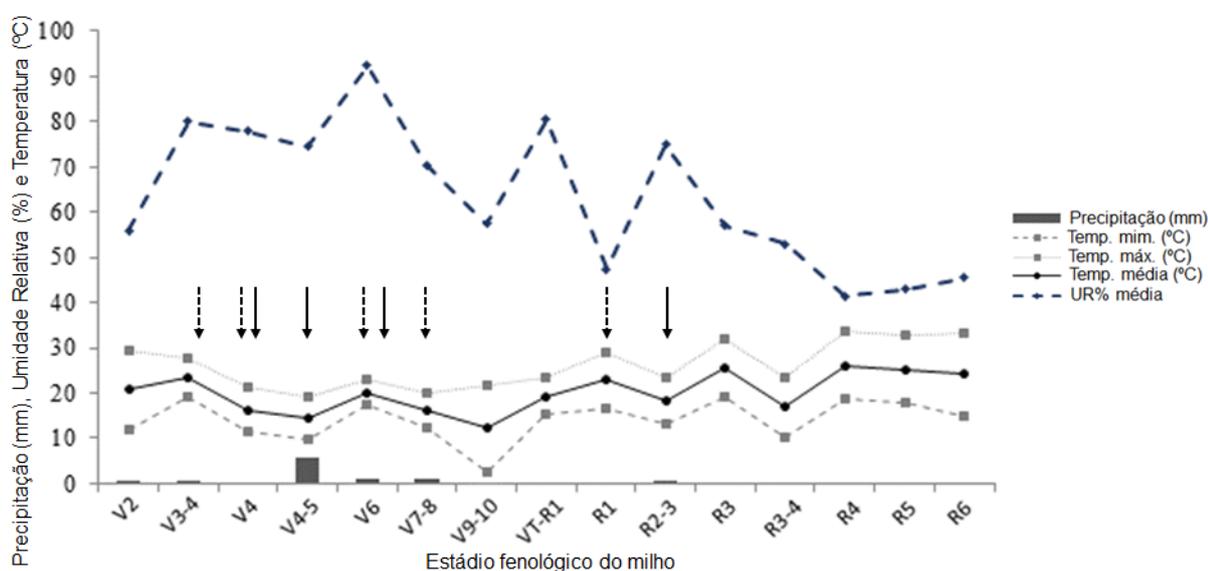


4.2.3 Dados climáticos durante a segunda safra 2016 – Sidrolândia-MS

Nos períodos de avaliação a umidade relativa média mais baixa foi de 41,5% em R4, chegando a atingir 92, 50% em V6. Os valores de temperatura mínima e máxima atingiram 33,5 °C e 2,4 °C, respectivamente. Em relação a precipitação pluviométrica nos períodos avaliados não foram registrados grandes volumes de chuva, o maior volume registrado foi em V4-5 com 5,6 mm (Figura 8). De acordo com os dados registrados pela estação meteorológica, durante todos os meses que compreenderam o ciclo de desenvolvimento da cultura (maio, junho, julho e agosto) o volume

acumulado de chuva na região atingiu aproximadamente 180 mm. Nesse período dos 120 dias compreendidos da primeira (V2) até a última avaliação (R6), choveu em apenas 38 dias.

Figura 8. Temperaturas mínima, máxima e média (°C), precipitação pluviométrica (Chuva em mm), e umidade relativa média (%), em cada estágio fenológico da cultura do milho no período em que foram conduzidos os experimentos. Sidrolândia-MS 2016. Setas pretas contínuas indicam as liberações de *T. pretiosum* e *T. remus*, e setas pretas pontilhadas indicam pulverizações de inseticidas.



4.2.4 Produtividade

As médias de peso de mil grãos (g), produtividade (Kg ha⁻¹) e sacas ha⁻¹ dos tratamentos foram semelhantes e não apresentam diferença estatística entre si (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios de peso de mil grãos (g), produtividade (Kg ha⁻¹) e sacas ha⁻¹ de milho em função da tática de manejo adotada. Sidrolândia-MS, 2016

Tratamentos	Peso de mil grãos ^{ns} (g)	Produtividade ^{ns} (Kg/ha ⁻¹)	Sacas ^{ns} ha ⁻¹
MIP+CB1	24,17 ± 0,46	2813,43 ± 423,50	46,90 ± 7,06
MIP+CB2	24,76 ± 0,77	3166,00 ± 209,15	52,76 ± 3,49
MIP+CQ	25,67 ± 0,33	3434,45 ± 263,51	57,24 ± 4,39
CV (%)	6,7	29,85	29,85

^{NS} Não significativo de acordo com o teste F a 5%.

4.2.5 Rendimento líquido e custos dos produtos utilizados no manejo

Em relação ao rendimento líquido as médias foram estatisticamente diferentes, no tratamento MIP+CQ esse parâmetro foi inferior ao tratamento MIP+CB2 e não diferiu de MIP+CB1. O custo dos produtos utilizados nos tratamentos foi numericamente superior no MIP+CQ em relação aos demais (Tabela 9).

Tabela 9. Número de aplicações e liberações realizadas, custo dos produtos utilizados (R\$) e rendimento bruto e líquido (Kg ha⁻¹) de áreas de milho submetidos a diferentes táticas de manejo de lepidópteros-praga. Sidrolândia-MS, 2016

Tratamentos	Nº Aplicações/ liberações	Custo dos produtos (R\$) ¹	Rendimento (Kg ha ⁻¹)	
			Bruto ^{ns}	Líquido ²⁻³
MIP+CB1	4	276,91	2813,43	2634,78 ab
MIP+CB2	4	221,54	3166,00	3024,07a
MIP+CQ	5	1024,50	3434,45	1556,05 b
CV (%)			29,85	38,96

¹Tratamentos biológicos (MIP+CB 1 e 2): Calculado a partir do número de cápsulas utilizadas em cada tratamento e considerando o valor praticado pela empresa fornecedora. Tratamento químico (MIP+CQ): Calculado a partir do volume utilizado do produto e considerando o valor praticado na região.

²Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade ($P \geq 0,05$).

³Calculado a partir de valores da saca de milho a R\$ 31,00 (fonte: Centro de estudos Avançados em Economia Aplicada-Cepea-Esalq/USP).

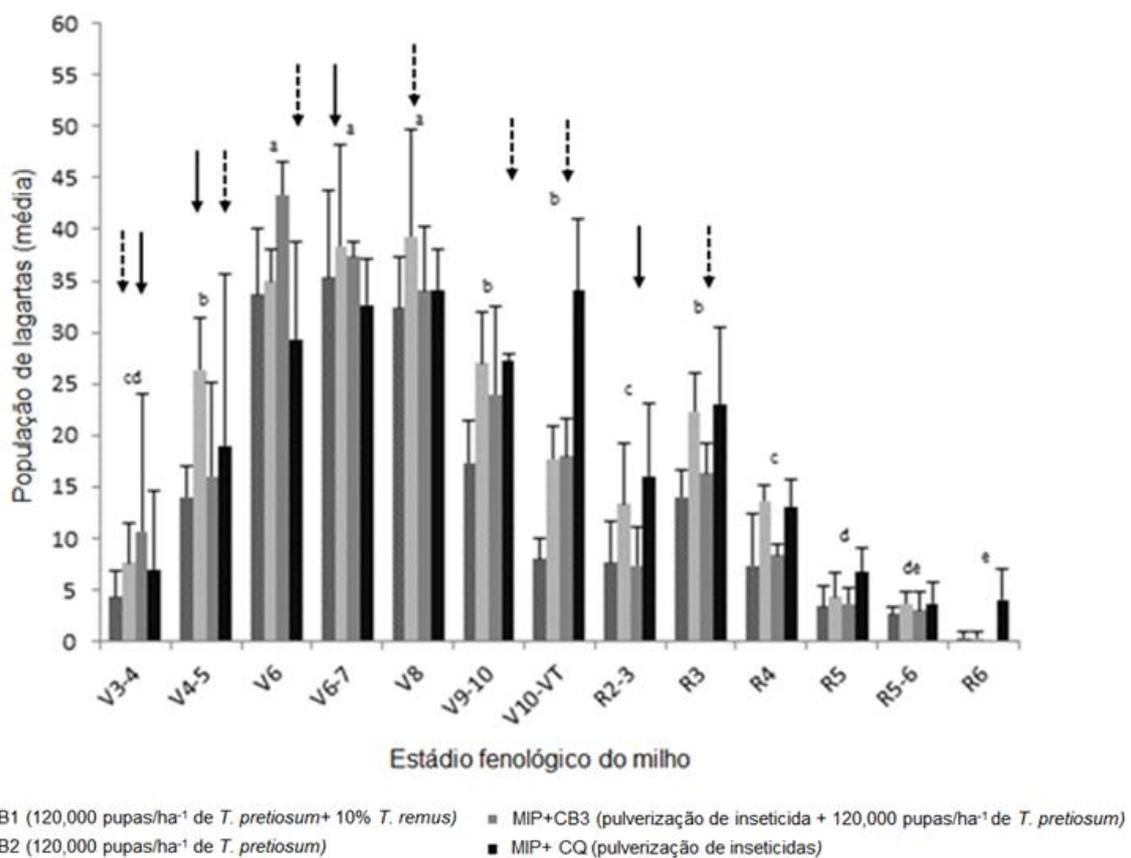
4.3 Safra 2016/2017 – Botucatu-SP

4.3.1 Flutuação populacional e nota de dano de *Spodoptera frugiperda*

Na safra 2016/2017, as avaliações foram iniciadas em V2, o monitoramento utilizando as armadilhas foi iniciado logo após a emergência das plântulas e dessa forma verificou-se que o nível de ação foi atingido em todos os tratamentos dando início às liberações sequenciais nos tratamentos MIP+CB1, MIP+CB2 e MIP+CB3, e às pulverizações em MIP+CQ. Foram realizadas 7 pulverizações com inseticidas sintéticos durante todo da cultura no tratamento MIP+CQ, a primeira em V3-4 (Upmyl® 0,6L ha⁻¹), a segunda em V4-5 (Upmyl® 0,6L ha⁻¹), terceira em V6 (Upmyl® 0,6L ha⁻¹), a quarta pulverização foi realizada em V8 (Upmyl® 0,6L ha⁻¹), a quinta em V9-10 (Upmyl® 0,6L ha⁻¹), a sexta em VT-R1 (Lannate® 0,6L ha⁻¹) e a sétima em R3 (Capataz® 0,6L ha⁻¹). No tratamento MIP+CB3 a pulverização foi realizada em V3-4 (Tracer® 100 mL ha⁻¹).

A primeira liberação de parasitoides foi executada em V3-4, sequencialmente, em V4-5 e V6 as demais liberações da fase vegetativa foram realizadas, na fase reprodutiva a liberação foi realizada no estágio fenológico R2-3 (Figura 9). Neste parâmetro os tratamentos não apresentaram diferença estatística entre si ($p=0,141903$).

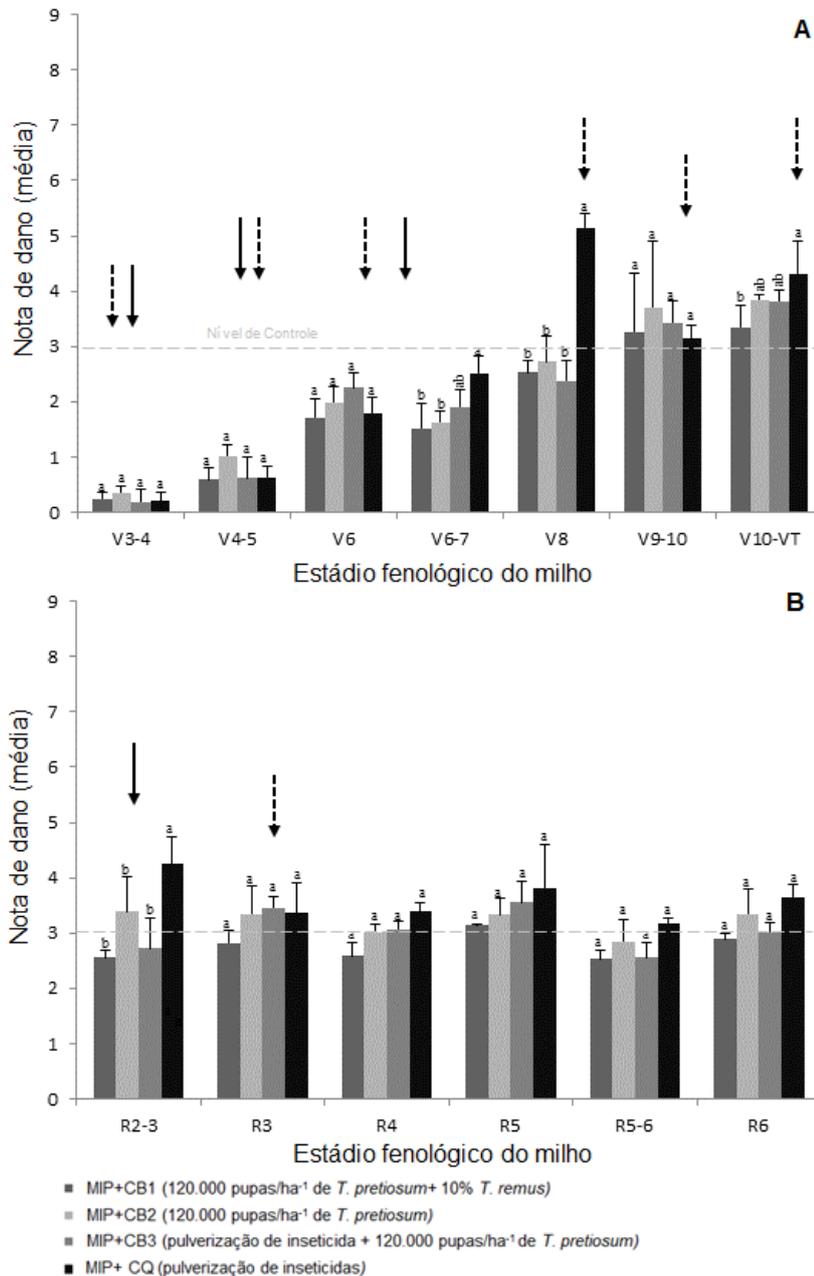
Figura 9. Flutuação populacional (média±EP) de *S. frugiperda* durante o desenvolvimento da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de manejo em Botucatu-SP 2016/2017. Setas pretas contínuas indicam as liberações de *T. pretiosum* e *T. remus*, e setas pretas pontilhadas indicam pulverizações de inseticidas. Os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si nos estádios fenológicos e letras minúsculas indicam diferença estatística entre as avaliações.



Em relação a nota atribuída aos danos as médias apresentaram crescimento progressivo a fase vegetativa da cultura. Nos estádios fenológicos V6-7 os tratamentos MIP+CB1 e MIP+CB2 apresentaram médias de nota de dano estatisticamente menores que os demais tratamentos, nesse estágio o tratamento MIP+CQ apresentou a maior média nesse parâmetro. Em V8 e em V10-VT MIP+CQ também apresentou as maiores médias diferindo estatisticamente dos tratamentos biológicos (Figura 10 A).

Durante a fase reprodutiva foram observadas as maiores médias nesse parâmetro em todos os tratamentos e apenas em R2-3 foi observada diferença entre os tratamentos, em que a maior média de nota de dano foi verificada em MIP+CQ (Figura 10 B).

Figura 10. Nota de dano (média±EP) de *S. frugiperda* em plantas de milho durante a fase vegetativa (A) e reprodutiva (B) da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de manejo em Botucatu-SP 2016/2017. Médias seguidas pela mesma letra, nas barras, não diferiram estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5%. Setas pretas contínuas indicam as liberações de *T. pretiosum* e *T. remus*, e setas pretas pontilhadas indicam pulverizações de inseticidas.



4.3.2 Flutuação Populacional de Inimigos Naturais

Na safra 2016/2017 a diversidade de grupos foi a maior de todas as safras. Os inimigos naturais estiveram distribuídos em 7 grupos, onde predominantemente as tesourinhas (Dermaptera: Forficulidae) foram os inimigos naturais mais encontrados, seguidas pelas Joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae), aranhas (Araneae), moscas (Diptera: Tachinidae), percevejos predadores (Hemiptera: Anthocoridae e Reduviidae), vespas predadoras (Hymenoptera) e bicho-lixeiro (Neuroptera: Chrysopidae) (Tabela 10).

Tabela 10. Ocorrência (%) e grupos de inimigos naturais na cultura do milho submetido a diferentes táticas de manejo. Botucatu-SP, 2016/17. (Continua)

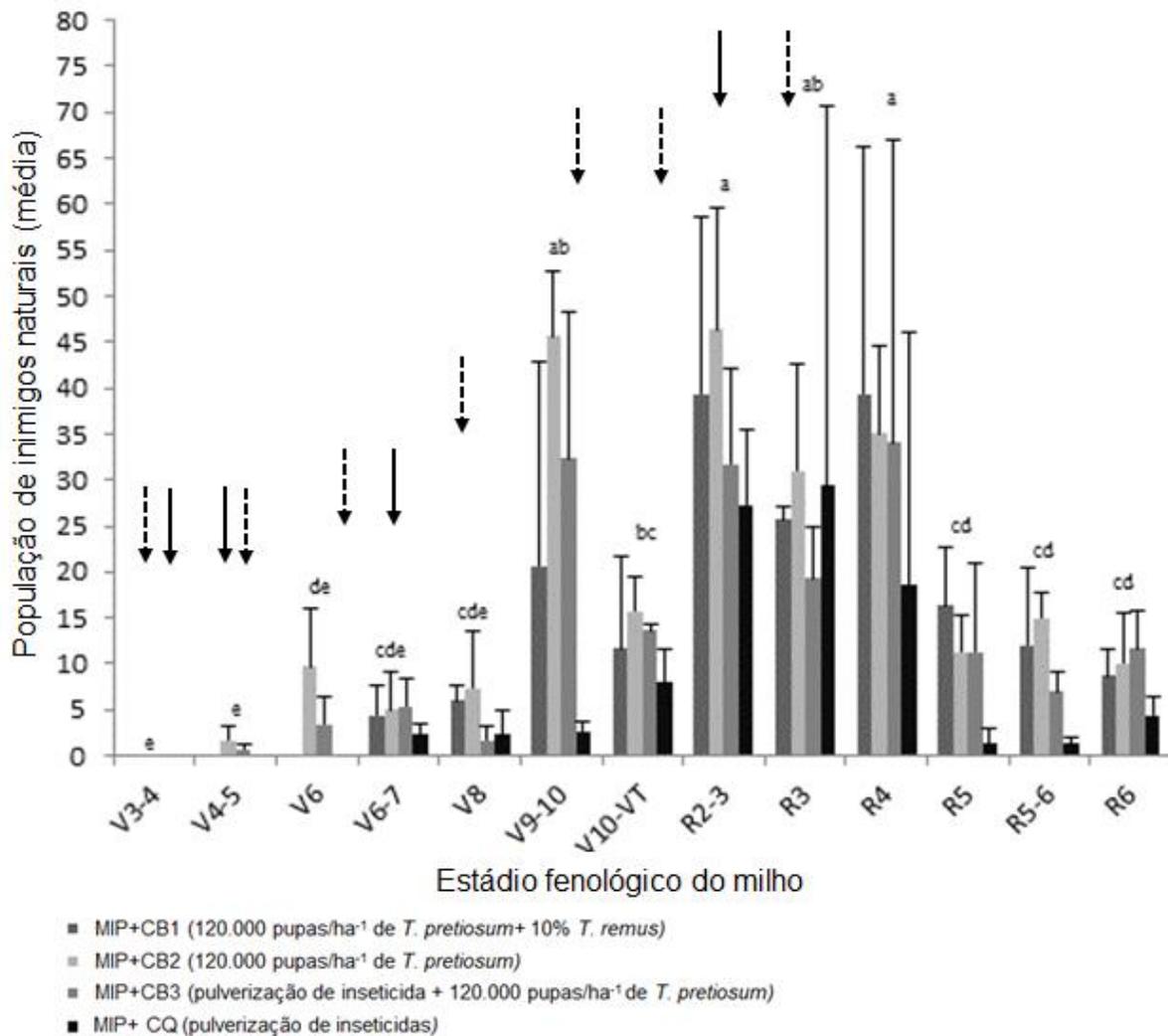
Tratamentos	Grupos (%)			
	Dermaptera	Coleoptera	Neuroptera	Hemiptera
MIP+CB1	89,49	3,62	0,36	0,36
MIP+CB2	82,88	6,42	0,00	2,72
MIP+CB3	81,98	7,75	0,39	1,36
MIP+CQ	79,52	9,56	0,68	2,73

Tabela 10. Ocorrência (%) e grupos de inimigos naturais na cultura do milho submetido a diferentes táticas de manejo. Botucatu-SP, 2016/17. (Conclusão).

Tratamentos	Grupos (%)		
	Díptera	Hymenoptera	Araneae
MIP+CB1	1,99	0,54	3,62
MIP+CB2	1,71	0,71	5,56
MIP+CB3	3,49	0,19	4,84
MIP+CQ	4,10	0,00	3,41

Em relação a flutuação populacional desses insetos durante o desenvolvimento da cultura, em função dos manejos adotados não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p=0,321852$). De maneira geral, a população de inimigos naturais apresentou um aumento progressivo durante o ciclo da cultura, sendo que nos estádios fenológicos V9-10, R2-3, R3 e R4 foram verificados os maiores valores nesse parâmetro, em todos os tratamentos (Figura 11).

Figura 11. Flutuação populacional de inimigos naturais (média±EP) durante o ciclo da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de manejo. Botucatu-SP 2016/2017. Setas pretas contínuas indicam as liberações de *T. pretiosum* e *T. remus*, e setas pretas pontilhadas indicam pulverizações de inseticidas. Os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si nos estádios fenológicos e letras minúsculas indicam diferença estatística entre as avaliações.

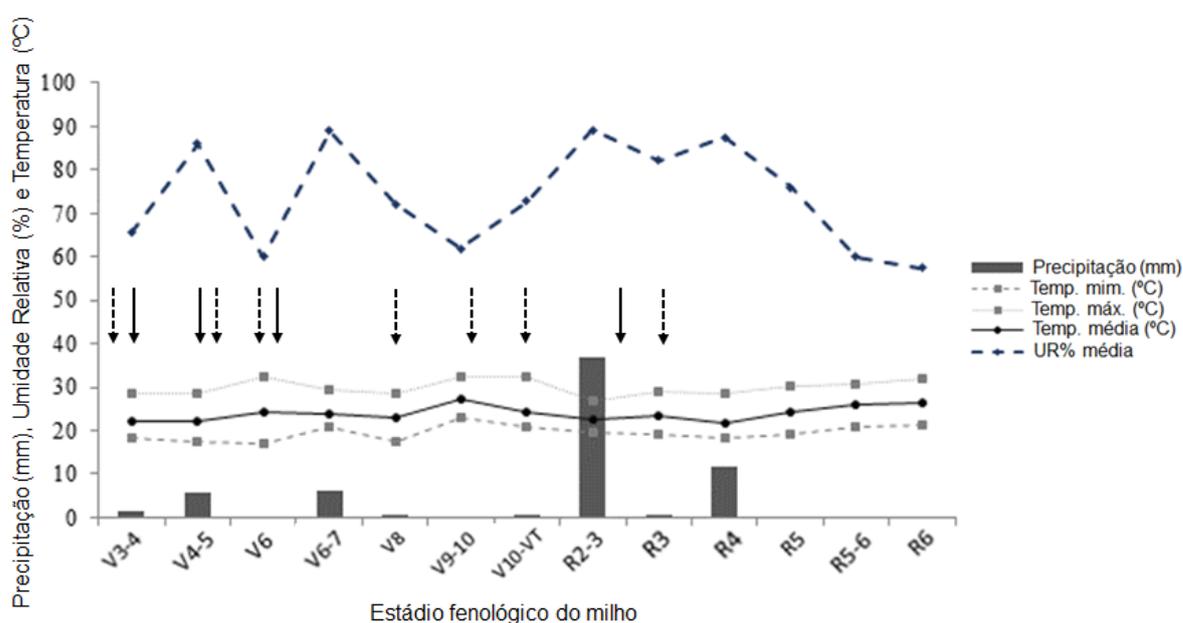


4.3.3 Dados climáticos durante a safra 2016/2017 – Botucatu-SP

Durante as avaliações da safra 2016/2017 a temperatura máxima e mínima foi de 32,59 °C e 17,14 °C registradas em VT-V10 e V6, respectivamente. Nesse período a umidade relativa atingiu 76,07% e o maior volume de chuva ocorreu em R2-3 onde atingindo 36,83 mm (Figura 12). Nos meses que compreenderam o ciclo da cultura (novembro, dezembro, janeiro e fevereiro), o volume acumulado de

chuva registrado foi de 316,98 mm na fase vegetativa e 449,84 na fase reprodutiva da cultura, de acordo com os dados registrados pela estação meteorológica da FCA/UNESP-Botucatu.

Figura 12. Temperaturas mínima, máxima e média (°C), precipitação pluviométrica (Chuva em mm), e umidade relativa média (%), em cada estágio fenológico da cultura do milho no período em que foram conduzidos os experimentos. Botucatu-SP 2016/2017. Setas pretas contínuas indicam as liberações de *T. pretiosum* e *T. remus*, e setas pretas pontilhadas indicam pulverizações de inseticidas.



4.3.4 Produtividade

Neste parâmetro o tratamento MIP+CB3 foi estatisticamente inferior aos demais. No rendimento em sacas ha^{-1} , por exemplo, esse tratamento apresentou uma diferença de aproximadamente 33 sacas em relação ao tratamento MIP+CQ. Os tratamentos MIP+CB1, MIP+CB2 e MIP+CQ não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 11).

Tabela 11. Valores médios de peso de mil grãos (g), Produtividade (Kg ha⁻¹) e sacas ha⁻¹ de milho em função da tática de manejo adotada. Botucatu-SP, 2016/17.

Tratamentos	Peso de mil grãos (g)	Produtividade (Kg ha ⁻¹)	Sacas ha ⁻¹
MIP+CB1	38,84 ± 0,28 a	10588,54 ± 303,45 a	176,48 ± 5,06 a
MIP+CB2	39,41 ± 0,44 a	10951,53 ± 344,97 a	182,52 ± 5,75 a
MIP+CB3	34,27 ± 0,57 b	9207,17 ± 287,55 b	153,50 ± 4,79 b
MIP+CQ	40,05 ± 0,22 a	11233,27 ± 174,03 a	187,22 ± 2,90 a
CV (%)	3,16	8,14	8,14

Médias (±EP) seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade (P ≥ 0,05).

4.3.5 Rendimento líquido e custos dos produtos utilizados no manejo

O rendimento líquido (Kg ha⁻¹) dos tratamentos apresentou diferença estatística. Nesse parâmetro os tratamentos MIP+CB1, MIP+CB2 e MIP+CQ não apresentaram diferença estatística entre os valores observado e foram superiores ao tratamento MIP+CB3. Em relação ao custo dos produtos utilizados no tratamento fitossanitário, o tratamento mais oneroso foi o MIP+CB3, seguido do tratamento MIP+CQ (Tabela 12).

Tabela 12. Número de aplicações e liberações realizadas, custo dos produtos utilizados (R\$) e rendimento bruto e líquido (Kg ha⁻¹) de áreas de milho submetidos a diferentes táticas de manejo de lepidópteros-praga. Botucatu-SP, 2016/17.

Tratamentos	Nº Aplicações/ liberações	Custo dos produtos (R\$) ¹	Rendimento (Kg ha ⁻¹)	
			Bruto ²	Líquido ²⁻³
MIP+CB1	4	443,08	10588,54 a	9710,29 a
MIP+CB2	4	443,08	10951,53 a	10073,28 a
MIP+CB3	1/3	677,31	9207,17 b	7864,63 b
MIP+CQ	7	604,80	11233,27 a	10034,46 a
CV (%)			8,14	8,79

¹Tratamentos biológicos (MIP+CB 1, 2 e 3): Calculado a partir do número de cápsulas utilizadas em cada tratamento e considerando o valor praticado pela empresa fornecedora. Tratamento químico (MIP+CQ): Calculado a partir do volume utilizado do produto e considerando o valor praticado na região.

²Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade (P ≥ 0,05).

³Calculado a partir de valores da saca de milho a R\$ 30,27 (fonte: Centro de estudos Avançados em Economia Aplicada-Cepea-Esalq/USP)

5 DISCUSSÃO

5.1 Safra 2015/2016 – Botucatu-SP

A flutuação populacional de *S. frugiperda*, embora tenha diferido entre os tratamentos em alguns estádios fenológicos, sofreu influência de outros fatores, como o efeito de condições abióticas que está relacionado à dinâmica populacional apresentada pela praga durante safra 2015/2016. A queda brusca na população de lagartas após os picos registrados em V2-3 e V3 foi um resultado direto do grande volume de chuva na fase vegetativa da cultura (649,41 mm).

As liberações de parasitoides nos tratamentos com controle biológico não foram realizadas, no entanto, nestes tratamentos o número de insetos-praga foi semelhante ao tratamento MIP+CQ, no qual houve uma pulverização em V2-3, indicando que a pulverização não foi o principal agente de controle, responsável pela queda na população de lagartas. Da mesma forma, a alta umidade também refletiu no número de insetos benéficos nas áreas experimentais na fase vegetativa da cultura.

Em relação a nota de dano das plantas amostradas os altos valores encontrados entre os estádios V6-7 e V9-VT ocorreram em função do grande número de lagartas em V2-3 e V3. Nesses estádios as plantas estavam com 2 ou 3 folhas expandidas e as demais ainda estavam enroladas no cartucho, o que é fisiologicamente correspondente as fases da planta (RITCHIE, 1993). O cartucho é o local onde as lagartas tem abrigo e se alimentam das folhas, causando as injúrias que poderão ser observadas somente quando as folhas se expandem. Ainda que apenas o tratamento MIP+CQ tenha apresentado nota de dano abaixo de três, na amostragem seguinte à pulverização (V3), todos os tratamentos apresentaram injúrias suficientes para atingirem o NC deste parâmetro, mais um indicativo de que a alta população foi responsável pelas injúrias nas folhas.

No estágio reprodutivo da cultura houve a queda na população de lagartas nos tratamentos com controle biológico, principalmente no tratamento MIP+CB1, que ocorreu em consequência das liberações, que refletiram também nas notas de danos apresentadas nas avaliações subsequentes, em que nenhum dos tratamentos com controle biológico atingiu nota de dano acima de três.

Vale ressaltar que mesmo sem programação inicial de liberação de parasitoides no estágio reprodutivo da cultura foram realizadas liberações dos parasitoides *T. pretiosum* e *T. remus* com base no monitoramento das armadilhas de feromônio, que

ao capturar as mariposas indicou a presença da praga o alvo nas áreas, com consecutiva presença de ovos de *S. frugiperda*, justificando as liberações sequenciais. A sincronização do hospedeiro com o parasitoide é o critério essencial para o sucesso do controle, considerando que a eficiência dos parasitoides está relacionada a capacidade que os mesmos possuem de buscar e parasitar o alvo, assim errar o momento da liberação coloca a efetividade desta tática em dúvida (FIGUEIREDO, et al., 2015).

No tratamento MIP+CQ mesmo após a pulverização atingiu notas de danos superiores a três e isto se deve ao fato de que a pulverização foi realizada com um inseticida de amplo espectro (organofosforado) e isto influenciou de forma negativa a presença e conseqüentemente ação dos insetos benéficos, que estavam presentes na área experimental, dentre eles, estavam predadores como as tesourinhas (Dermaptera: Forficulidae) que são consideradas eficientes agente de controle de ovos e lagartas de primeiros ínstares *H. zea* e *S. frugiperda* (CRUZ; ALVARENGA; FIGUEIREDO, 1995).

Embora não tenham sido encontradas durante os monitoramentos dessa safra, as posturas contendo os ovos de *S. frugiperda* não são a único parâmetro para demonstrar a eficácia das liberações de parasitoides. Parâmetros como o rendimento da cultura também fornecem um indicativo da efetividade dos tratamentos com controle biológico (SMITH, 1996).

Ao comparar apenas os tratamentos MIP+CB1 e MIP+CB2, mesmo o primeiro tratamento contendo a metade da dose de *T. pretiosum*, pode-se afirmar que a associação com *T. remus* foi o que levou este tratamento a se equiparar no rendimento com MIP+CB2 e MIP+CQ. Em condições controladas Goulart et al (2011a; 2011b) demonstraram a potencialidade dessa interação, concluindo que a adição de 10 a 20% de *T. remus* nas doses de *T. pretiosum* é suficiente para elevar o parasitismo a índices estatisticamente iguais, ao tratamento de 100% de *T. remus*. Neste trabalho, pela dificuldade de encontrar as posturas de *S. frugiperda* em campo, não é possível estabelecer os índices de parasitismo dos dois tratamentos. Por outro lado, a performance nos índices de produtividade suporta que a liberação conjunta desses parasitoides é promissora para integrar programas de controle biológico, que visam não apenas o controle de *S. frugiperda*, como também as outras espécies deste gênero como *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae), por exemplo.

Apesar de ainda não ser comercializado, o parasitoide *T. remus* tem sido foco de diversos estudos, principalmente relacionados ao controle de qualidade e a viabilização da criação massal em hospedeiro alternativo, para que desta forma *T. remus* possa ser inserido em programas de controle biológico (POMARI et al 2013; POMARI-FERNANDES 2015; QUEIROZ, et al., 2017a; 2017b).

Um outro ponto positivo nos tratamentos MIP+CB1 e MIP+CB2 foi o fato de que a produtividade líquida não foi diferente daquela apresentada pelo tratamento MIP+CQ e os custos dos produtos utilizados nestes tratamentos foram iguais ou inferiores ao MIP+CQ, demonstrando a real eficiência dessa tática em condições de infestação natural da praga e contribuindo para que o controle biológico seja cada vez mais aceito e utilizado como tática do MIP.

5.2 Segunda Safra 2016 (Safrinha) – Sidrolândia-MS

Nesta safra o efeito das três primeiras pulverizações (V3-4, V4 e V6) realizadas em MIP+CQ, refletiu nas notas de dano observadas nos estádios V4, V4-5, V9-10 e VT-R, pois mesmo sem apresentar diferença entre os demais, este não atingiu o nível de controle nos estádios citados. Isso se deve à diminuição da população de lagartas na fase inicial de desenvolvimento das plantas, que é considerado o período crítico para o ataque quando a cultura está entre 8 a 10 folhas (CRUZ; TURPIN, 1982).

O fato do tratamento biológico MIP+CB1 não diminuir a população de lagartas na fase vegetativa da cultura refletiu nas notas de dano apresentadas por este tratamento, que obteve notas iguais ou superiores a três em todas as avaliações realizadas durante a condução da cultura. Um dos fatores mais importantes relacionados ao sucesso das liberações de parasitoides é a população (dose) e o número de liberações realizadas, entre outros (KING et al., 1985; SMITH; HUBBES; CARROW, 1986; CRUZ; MONTEIRO, 2004). Ao escolher as doses utilizadas para este experimento, os resultados obtidos a partir da safra 2015/2016 em Botucatu-SP foram considerados e assim a dose de 60 mil parasitoides/ha⁻¹ foi testada. No entanto, com os resultados preliminares obtidos na fase vegetativa da cultura demonstrando um indicativo de que quatro liberações nessa dose não seriam suficientes para garantir a efetividade do controle, substituiu-se a dose da última liberação (fase reprodutiva) para 120 mil parasitoides/ha.

Ao adotar a dose de 60 mil parasitoides/ha não foram consideradas a intensidade da ocorrência de *S. frugiperda*, bem como a possibilidade de

reinfestações da praga, que são distintas entre as localidades em que os experimentos foram instalados. A área experimental de Sidrolândia-MS por estar dentro de uma fazenda comercial, apresentava ao redor plantios de milho em estádios de desenvolvimento mais avançados, além disto, era a única área da fazenda semeada com milho não *Bt*. Esses dois fatores contribuíram para que intensidade de ocorrência da praga fosse elevada durante todos o ciclo da cultura, permitindo ainda reinfestações em fases de desenvolvimento em que normalmente a ocorrência de *S. frugiperda* é menos intensa.

A dose de *T. pretiosum* recomendada para a cultura do milho é de 100 mil parasitoides/ha e é recomendado que sejam realizadas três liberações, esta recomendação é confirmada por Chaves et al (2012) que conclui que duas liberações de *T. pretiosum* não foram suficientes para reduzir a incidência da praga, somente com três liberações de 100.000 parasitoides por hectare ocorreu diminuição na porcentagem de plantas atacadas.

O aumento progressivo na população de inimigos naturais encontrados em todos os tratamentos, se deu principalmente pelo bom uso das estratégias, principalmente dentro do controle químico, de acordo com as premissas do MIP. Ou seja, as pulverizações foram realizadas apenas quando o NC foi atingido e foi dada prioridade a inseticidas sintéticos seletivos. O reflexo disso, pode ser observado na fase reprodutiva da cultura, em que a população de insetos benéficos teve aumento progressivo, diferentemente da fase vegetativa em que praticamente estes insetos não foram observados nos monitoramentos. Os inseticidas pulverizados no vegetativo, permitiram que de forma gradativa, os insetos benéficos aumentassem a população. Dentre os grupos encontrados, o bicho-lixeiro foi o mais abundante em todos os tratamentos, indicando que os inseticidas utilizados foram seletivos a este grupo de insetos. Outro inseticida pulverizado foi Prêmio® (clorantraniliprole) que é classificado como inócuo à fase de fase larval e adulta de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) (DE ARMAS, 2017).

No que concerne aos resultados de Produtividade (Kg ha^{-1}) e sacas (ha^{-1}) os baixos valores nestes parâmetros em todos os tratamentos não estão apenas ligados à ocorrência de pragas. As lavouras de milho de segunda safra do Estado do Mato Grosso do Sul foram afetadas pela redução do volume de chuvas a partir dos meses de junho e julho que refletiram num menor potencial produtivo das lavouras do Estado (CONAB, 2016)

As plantas, de forma geral, apresentaram-se mal desenvolvidas e com porte reduzido, espigas menores e mal granadas, dando um indicativo da quebra da produtividade, que foi relatada em quase todos os municípios produtores de milho do MS, inclusive Sidrolândia. O estresse ambiental nessa fase, especialmente no hídrico, causa baixa polinização e baixa granação da espiga, uma vez que, sob seca, tanto os estilo-estigmas como os grãos de pólen tendem ao ressecamento (RITCHIE, 1993; FANCELLI; DOURADO NETO, 2000; MAGALHÃES; DURÃES, 2008). Outro fator importante, foi a ocorrência de baixas temperaturas, o que contribuiu para que o agravamento das perdas, pois a cultura estava na fase de granação. As baixas temperaturas contribuíram ainda para o alongamento do ciclo da cultura fazendo com que as espigas demorassem mais tempo para perder umidade.

Os resultados de produtividade líquida, nesse cenário de perdas produtivas como foi o desta safra em Mato Grosso do Sul, e em razão do custo elevado dos produtos utilizados no manejo de pragas do tratamento MIP+CQ, o tratamento com controle biológico MIP+CB2 apresentou os melhores resultados. Neste tratamento, a dose de *T. pretiosum* foi de 60 mil parasitoides/ha em todas as liberações, no entanto a adição de 20% de *T. remus* foi suficiente para equiparar este tratamento ao tratamento utilizando inseticidas sintéticos. O custo para a produção de *T. remus* utilizados neste experimento não estão contidos no cálculo final do custo dos produtos utilizados no tratamento MIP+CB2. Mas para a viabilização das liberações os parasitoides foram criados e mantidos em ovos do hospedeiro natural *S. frugiperda* e segundo Pomari-Fernandes et al., (2015) devido principalmente ao consumo de tempo e recursos que a criação de *S. frugiperda* demanda, *T. remus* provenientes de hospedeiro natural estão sendo utilizados apenas para fins experimentais ou para liberações em pequenas áreas (FERRER, 2001; POMARI et al., 2013; POMARI-FERNANDES, 2015).

Tendo em vista o potencial de *T. remus* no controle das espécies do gênero *Spodoptera*, estudos para viabilizar a criação massal de *T. remus* em hospedeiro alternativo estão sendo amplamente explorados e *C. cephalonica* tem potencial de ser utilizado como hospedeiro alternativo por propiciar a criação de *T. remus* em uma grande escala e a custos mais baixos em relação a *S. frugiperda* (BUENO et al., 2008). Ademais, estudos a respeito da qualidade dos parasitoides provenientes de *C. cephalonica* determinam que estes parasitoides não perdem a capacidade de parasitar os ovos de *S. frugiperda* (QUEIROZ, et al., 2017a; 2017b). Assim sendo,

um próximo passo, seria testar os parasitoides criados em hospedeiro alternativo em campo, bem como a associação com *T. pretiosum*.

5.3 Safra 2016/2017 – Botucatu-SP

Apesar da ausência de diferença entre os tratamentos na flutuação populacional de *S. frugiperda*, todos foram capazes de manter as notas de danos abaixo do NC. As notas inferiores ao NC observadas até a o estágio V8 da cultura foi reflexo da baixa população de lagartas constatadas no início das avaliações. Nesta safra, os picos da infestação ocorreram entre os estádios V6, V6-7 e V8 e mesmo que o período considerado crítico ao ataque das lagartas coincida com o final dos picos ocorridos neste experimento (CRUZ; TURPIN, 1982) o número de lagartas não influenciou de forma negativa a Produtividade das áreas correspondentes aos tratamentos MIP+CB1 MIP+CB2 e MIP+CQ.

O reflexo dos picos de infestação ocorridos na fase vegetativa da cultura pode ser notado nas notas de danos na fase reprodutiva da cultura em todos os tratamentos. Contudo, mesmo não tendo diferença no número de lagartas durante os picos de infestação, este padrão não foi o mesmo em relação as notas de danos, visto que no tratamento MIP+CB1 (120 mil *T. pretiosum* + 10% *T. remus*) não foi atingido a nota de dano em quatro avaliações (R2-3, R3, R4, R5-6 e R6), indicando que o tratamento adotado exerceu influência positiva sobre o controle da praga.

Em relação aos insetos benéficos, nessa safra fica evidenciada a ação negativa dos inseticidas sintéticos de amplo espectro. No tratamento correspondente ao MIP+CQ, todas as pulverizações foram realizadas com produtos deste grupo. O organofosforado cujo ingrediente ativo é o clorpirifós é utilizado como padrão de toxicidade em experimentos de seletividade, por exemplo. O ingrediente ativo do metilcarbamato de oxima (metomil 1,032 g i.a L), utilizado neste experimento, apresenta 78,60 e 50% de mortalidade após 1 dia de aplicação para inimigos naturais das famílias Araneidae, Formicidae e Tachinidae, respectivamente (FONSECA et al., 2012). Salienta-se que dentro dessas famílias se incluem insetos que são predadores ou parasitoides naturais de *S. frugiperda*. Logo, a utilização desses produtos, justifica a baixa população de inimigos naturais encontrados na área correspondente ao tratamento MIP+CQ durante os estádios vegetativos da cultura.

De forma semelhante ao que ocorreu no tratamento MIP+CQ nos tratamentos com controle biológico a população de inimigos naturais também foi baixa e pode ser explicado pelo manejo de pré-plantio em áreas próximas àquelas em que os tratamentos foram instalados. Nessas áreas foi pulverizado um inseticida do grupo químico dos piretroides, cujo ingrediente ativo é a deltametrina, que apesar de apresentar grau de seletividade intermediário a alguns insetos benéficos como a teseourinha *Doru lupeites* Scudder, 1876 (Dermaptera, Forficulidae) (MAYRINK, 1994; PIKANÇO et al., 1998). Isso reduziu ainda mais as populações desses insetos, que no ciclo da cultura são naturalmente pequenas, devido à baixa oferta de alimento, pois são proporcionais à população das pragas das quais estes insetos se alimentam.

Como mencionado, parâmetros como o rendimento da cultura também fornecem um indicativo da efetividade do controle (SMITH, 1996). Dessa forma, é possível afirmar que os tratamentos MIP+CB1, MIP+CB2 foram tão eficientes quanto o tratamento MIP+CQ, no entanto, baseado no exposto anteriormente, estes tratamentos são mais eficientes do ponto de vista do MIP, pois mesmo sendo estatisticamente iguais foram economicamente mais baratos e ambientalmente mais corretos.

6 CONCLUSÃO

O uso do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* liberado de forma isolada ou em associação com *Telenomus remus* é eficiente no manejo de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT: Sistema de Agroquímicos Fitossanitários - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2003. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>>. Acesso em: 29 maio 2017
- ADAMCZYK, J. J. JR.; LEONARD, B. R.; GRAVES, J. B. Toxicity of selected insecticides to fall armyworms (Lepidoptera: Noctuidae) in laboratory bioassay studies. **Florida Entomologist**, v. 82, p.230 – 236, 1999.
- ALI, A. et al. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Tunisian Journal of Plant Protection**, v.4, p. 99-106, 2009.
- ANDOW, D. A. The risk of resistance evolution in insects to transgenic insecticidal crops. **Collection of Biosafety Reviews**, v. 4, p. 142-199, 2008
- APRD - Arthropod Pesticide Resistance Database. East Lansing: Michigan State University, 2015. Disponível em <<https://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&arld=200>>. Acesso em: 29 Mai 2017.
- ARAÚJO, A.C.M. **Luta biológica contra *Heliothis armigera* no ecossistema agrícola “tomate para indústria” Interações cultura – fitófagos – antagonistas**. 1990. 356 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade de Évora, Évora, Portugal.
- AVILA, C. J.; VIVAN, L. M.; TOMQUELSKI, G. V. Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) e nos sistemas de produção agrícolas. Dourados, Embrapa Agropecuária Oeste, (Circular Técnica 23). 2013.
- BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Oviposição, desenvolvimento e reprodução de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros de importância econômica. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 996–1001, 2010.
- BEHERE, G.T. et al. Mitochondrial DNA analysis of field populations of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and of its relationship to *H. zea*. **BMC Evolutionary Biology**, v.7, p.1-10, 2007.
- BESERRA, E. B.; DIAS, C.T.S.; PARRA, J. R. P. Distribution and natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs at different phenological stages of corn. **Florida Entomologist**, v. 85, n. 4, p. 588-593, 2002.
- BESERRA, E. B.; PARRA, J. R. P. Comportamento de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em posturas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de entomologia**, v. 47, n. 2, p. 205-209, 2003.

BESERRA, E. B.; PARRA, J. R. P. Impact of the number of *Spodoptera frugiperda* egg layers on parasitism by *Trichogramma atopovirilia*. **Scientia Agricola**, v. 62, n. 2, p. 190-193, 2005.

BOTELHO, P. S. M.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. Eficiência de *Trichogramma* em campo. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, p. 303-318, 1997.

BOTTON, M. et al. Preferência alimentar e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em arroz e capim-arroz. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 2, p. 207–212, 1998.

BOURGUET, D.; DESQUILBET, M.; LEMARIE, S. Regulating insect resistance management: the case of non-Bt corn refuges in the US. **Journal of Environmental Management**, v.76, p.210-220, 2005.

BUENO, R. C. O. F. et al. Lepidopteran larvae consumption of soybean foliage: basis for developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**, v. 67, p. 170-174, 2011a.

BUENO, A. F. et al. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**, v. 30, p. 937-945, 2011b.

BUENO, R. C. O. F. et al. Biological characteristics and parasitism capacity of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on eggs of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 2, p. 322–327, 2010a.

BUENO, R. C. O. F. et al. Parasitism capacity of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v,53, p.133–139, 2010b.

BUENO, A.F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BUENO, R.C.O.F. Controle de pragas apenas com o MIP. **A Granja**, 733, 76e78. 2010.

BUENO, R. C. O. F. et al. Biology and thermal requirements of *Telenomus remus* reared on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* eggs. **Ciência Rural**, v.38, p.1-6, 2008.

BUENO, R. C. O. et al. Integrated management of soybean pests: The example of Brazil. **Outlooks on Pest Management**, v, 28, n, 4, p.149-153. 2017.

BUNTIN, G. D. A review of plant response to fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith), injury in selected field and forage crops. **Florida Entomologist**, p. 549-559, 1986.

BUNTIN, G.D. Corn expressing Cry1Ab or Cry1F endotoxin for fall armyworm and corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) management in field corn for grain production. **Florida Entomologist**, v. 91, p. 523-530, 2008.

BUSATO, G. R. et al. Thermal requirements and estimate of the number of generations of biotypes “corn” and “rice” of *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 40, p. 329-335, 2005.

BUSATO, G. R. et al. Consumo e utilização de alimento por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) originária de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, das culturas do milho e do arroz irrigado. **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 525-529, 2002.

CARNEIRO, T. R.; FERNANDES, O. A. Interspecific interaction between *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, n. 4, p. 1127-1135, 2012.

CAVE, R.D. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. **Biocontrol News and Information**, v.21, n.1, p.21-26, 2000.

CAPINERA, J.L. Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). The University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences. (UF/IFAS), Gainesville, FL. 2000.

CAPINERA, J. L. **Encyclopedia of entomology**. 2. ed. v. 1-4. The Netherlands Springer, Dordrecht. 2008. 4346p.

CARVALHO, R. L. P. Pragas do milho. In PATERNIANI, E. (ed.), **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Piracicaba, Fundação Cargill. 1980. p. 505-570.

CÉLERES. Informativo de biotecnologia. 3º levantamento de adoção da biotecnologia agrícola no Brasil, safra 2016/17. Disponível em: <
<http://www.celeres.com.br/3o-levantamento-de-adoacao-da-biotecnologia-agricola-no-brasil-safra-201617/#>>. Acesso em: 29 maio. 2017.

CHAVES, F. F. et al. Manejo Integrado da Lagarta-do-Cartucho (*Spodoptera frugiperda*) do Milho em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: [S.n.], 2012. p. 1013-1019, 2012.

CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Impact of Cultivation Systems on *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera : Pentatomidae) Population and Damage and Its Chemical Control on Wheat. **Neotropical Entomology**, v.33, p. 487–92, 2004.

CLARK, P.L. et al. Population variation of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) in the Western Hemisphere. **Journal of Insect Science**, v. 7, p. 1-10, 2007.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, SAFRA 2016/17- N. 6 - Sexto levantamento. Março 2017.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, SAFRA 2015/16- V. 3, N. 11 – Décimo Primeiro levantamento. Agosto 2016.

CÔNSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Progress in biological control: egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma**. New York: Springer, 2010. 465 p.

CRUZ, I.; TURPIN, F. T. Eleito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estágios de crescimento da cultura de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, p. 355 – 359, 1982.

CRUZ, I.; TURPIN, F.T. Yield impact of larval infestation of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) to mid-whorl growth stage of corn. **Journal of Economic Entomology**, v.76, p.1052-1054. 1983.

CRUZ, I. A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 1995.

CRUZ, I.; ALVARENGA, C. D.; FIGUEIREDO, P. E. F. Biologia de *Doru luteipes* (Scudder) e sua capacidade predatória de ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.24, n.2, p.273-278,1995.

CRUZ, I. et al. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminium saturation. **International Journal of Pest Management**, v. 45, p. 293- 296, 1999.

CRUZ, I.; MONTEIRO, M. A. R. Controle biológico da lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*. **Comunicado Técnico Embrapa**, Sete Lagoas, 2004.

CRUZ, I. et al. Controle biológico de pragas de milho. In: CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES, P.C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p.363-415.

CTNBIO. Transgênicos. Disponível em: < <http://ctnbio.mcti.gov.br/>>. Acesso em: 01 mai. 2017.

CUNNINGHAM, J.P.; ZALUCKI, M.P. Understanding heliothine (Lepidoptera: Heliiothinae) pests: What is a host plant? **Journal of Economic Entomology**, v.107, p.881-896, 2014.

CZEPAK, C., et al. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, p. 110-113, 2013.

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

DEQUECH, S.T. B. et al. Population fluctuation of *Spodoptera frugiperda* eggs and natural parasitism by *Trichogramma* in maize. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 295-300, 2013.

DE ARMAS, F.S. **Seletividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura do pessegueiro aos predadores *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) e *Coleomegilla quadrifasciata* (Schöenherr, 1808)**

- (Coleoptera: Coccinellidae).** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017. 86f.
- DIAS, A. S. et al. Bioecology of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1757) in different cover crops. **Bioscience Journal**, v. 32, n. 2, p. 337-345, 2016.
- DIEZ-RODRIGUEZ, G. I.; OMOTO, C. Herança da Resistência de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a Lambda-Cialotrina. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 2, p. 311–316, 2001.
- DOWNES, S.; PARKER, T. L.; MAHON, R. J. Frequency of alleles conferring resistance to the *Bacillus thuringiensis* toxins Cry1Ac and Cry2Ab in Australian populations of *Helicoverpa punctigera* (Lepidoptera: Noctuidae) from 2002 to 2006. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 2, p. 733-742, 2009.
- DOWNES, S.; PARKER, T.; MAHON, R. Incipient resistance of *Helicoverpa punctigera* to the Cry2Ab Bt toxin in Bollgard II® cotton. **PLoS One**, v. 5, n. 9, p. e12567, 2010.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2013. Ações emergenciais propostas pela Embrapa para o manejo integrado de *Helicoverpa* spp. em áreas agrícolas. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/alerta-helicoverpa/Manejo-Helicoverpa.pdf>>. Acesso em 28 mai. 2017.
- EPPO - European and Mediterranean Plant Protection Organization. EPPO A1 and A2 Lists of Pests Recommended for Regulation as Quarantine Pests. Disponível em: <<http://www.eppo.int/QUARANTINE/quarantine.htm>>. Acesso em 28 mai. 2017.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 21-54.
- FARIAS, J. R. et al. Field-evolved resistance to Cry1F maize by *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Crop Protection**, v. 64, p. 150–158, 2014.
- FATHIPOUR, Y.; SEDARATIAN, A. Integrated management of *Helicoverpa armigera* in soybean cropping systems. In: ELSHEMY, H.A. (Ed.). **Soybean: pest resistance**. Cairo: InTeOpP, 2013. p. 231-280.
- FENTON, F.A. **Field Crop Insects**. New York: MacMillan, 1952. 405p.
- FERNANDES, O. A.; CARNEIRO, T. R. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* no Brasil. In: PINTO, A. DE S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; MALERBO-SOUZA, D. T. (Coord.) **Controle biológico de pragas na prática**. Piracicaba. CP 2, 2006. cap. 7. p.75-82.
- FERRER, F. Biological control of agricultural insect in Venezuela: advances, achievements, and future perspectives. **Biocontrol**, v. 22, p. 67–74, 2001.
- FIGUEIREDO, M.L.C.; DIAS-MARTINS, A.M.P.; CRUZ, I. Relação entre a lagarta-do-cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.12, p.1693- 1698, 2006.

- FIGUEIREDO, M. L.C. et al. 2015. Biological control with *Trichogramma pretiosum* increases organic maize productivity by 19.4%. **Agronomy for Sustainable Development**. v. 35, n. 3, p.1175-1183, 2015.
- FONSECA, P. S. B. et al. Seletividade de inseticidas utilizados no controle da *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) nos inimigos naturais epigêicos na cultura do milho. *Caatinga*, v. 25, p. 14-19, 2012
- FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.
- FUNDAÇÃO MS, 2015. Tecnologia e Produção: segunda safra 2015 p. 88-99. Disponível em: < <http://www.fundacaoms.org.br/tecnologia-producao-segunda-safra-2015>>. Acesso em: 01 mai. 2017.
- FROZZA, A. *Helicoverpa armigera*: conheça a lagarta e veja ações de manejo para combatê-la. 2013. Disponível em: <<http://agricultura.ruralbr.com.br/noticia/2013/09/helicoverpa-armigera-conheca-alagarta-e-veja-acoes-de-manejo-para-combate-la-4283178.html>>. Acesso em: 29 maio. 2017.
- GIOLO, F.P. et al. Parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) oriundas de diferentes localidades e hospedeiros. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.8, p.221-224, 2002.
- GIOLO, F. P. et al. Biologia de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 12, n. 2, 2014.
- GOERGEN G, et al. First Report of Outbreaks of the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a New Alien Invasive Pest in West and Central Africa. **PLoS ONE**, v.11, n. 10, p. e0165632 2016.
- GOULART, M. M.P. et al. Host Preference of the Egg Parasitoids *Telenomus remus* and *Trichogramma pretiosum* in Laboratory. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55, n. 1, p.129–133, 2011a.
- GOULART, M. M.P et al. Interaction between *Telenomus remus* and *Trichogramma pretiosum* in the Management of *Spodoptera* Spp. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55, n. 1, p.121–124, 2011b.
- HASSAN, S.A. The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: achievements and outlook. **Pesticide Science**, v. 37, p. 387-391, 1993.
- HASSAN, S.A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 183-206.
- HUANG, F. et al., Cry1F resistance in fall armyworm *Spodoptera frugiperda*: single gene versus pyramided *Bt* maize. **PLoS ONE** v. 9, n. 11, p. e112958, 2014.
- ISAAA. The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. Disponível em: <http://www.isaaa.org>. Acesso em 01 mai. 2017.

KING, E.G.; BULL, D.L.; BOUSE, L.F.; PHILLIPS, J.R. Introduction: biological control of *Heliothis* spp. in cotton by augmentative releases of *Trichogramma*. **Southwestern Entomologist**, v. 8, p.1-10, 1985.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review Entomology**, v. 43, p. 243–270, 1998.

KRONER, K. H. Nature Publishing Group
<<http://www.nature.com/naturebiotechnology>>. **Nature**, p. 7–9, 1987.

KUMAR, D.A.; PAWAR, A.D; DIVAKAR, B.J. Mass multiplication of **Telenomus remus** Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) on *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Galleridae). **Journal of Advanced Zoology**, v. 7, p. 21-23, 1986.

LABRADOR, J. R. **Estudio de Biología y Combate del Gusano Cogollero del maíz *Laphygma frugiperda* S.&A.** Maracaibo, Venezuela: Universidad del Zulia. 1967. 83p

LUIZ, C. B. F.; MAGRO, S. R. Controle biológico das pragas da espiga, sobre parâmetros qualitativos e quantitativos na cultura do milho de segunda safra em Ubiratã/PR. **Campo Digital**, v. 2, p. 13–21. 2007.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. Fisiologia da produção. In: CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES, P.C. (Eds). **A cultura do milho**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v.1, p.64-87.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 12, de 18 de abril de 2013. Disponível em:
<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=73165263>> 2013>. Acesso em: 29 maio 2017.

MARTINELLI, S.; OMOTO, C. Resistência de insetos a plantas geneticamente modificadas. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v.34, p.67-77, 2005.

MATTHEWS, et al. **Heliothine moths of Australia. A guide to pest bollworms and related noctuid groups**. Melbourne: CSIRO Publishing, 1999. 320p.

MAYRINK, J.C. **Eficiência de inseticidas aplicados em pulverização e via água de irrigação visando o controle da lagartado-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 (Lepidoptera, Noctuidae) e seus efeitos tóxicos sobre o predador *Doru luteipes* Scudder, 1876 (Dermaptera, Forficulidae)**. Tese de mestrado, UFLA, Lavras, 1994. 105p.

NAGOSHI, R.N, et al. Identification and Comparison of *fall armyworm* (Lepidoptera: Noctuidae) host strains in Brazil, Texas, and Florida. **Annals of the Entomological Society of America**, v.100, n.3, p.394-402, 2007.

NAGOSHI, R.N. Can the amount of corn acreage predict fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) infestation levels in nearby cotton? **Journal of Economic Entomology**, v.102, p. 210-218, 2009

NIKONOV, P.V.; LEBEDEV, G.L.; STARTCHEVSKY, I.P. *Trichogramma* production in the USSR. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON *TRICHOGRAMMA* AND

OTHER EGG PARASITOIDS, 3., 1990, San Antonio **Proceedings**, Paris: INRA, 1991. p. 151-152.

NOYES, J. S. Universal Chalcidoidea Database. 2016. Disponível em: <http://www.nhm.ac.uk/research-curation/projects/chalcidoids/>>. Acesso em: 13.abr 2017.

PANNUTI, L.E.R.; et al. On-plant larval movement and feeding behavior of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on reproductive corn stages. **Environmental Entomology**. v. 45, p.192-200, 2016.

PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S. Biological control of pests through egg parasitoids of the genera *Trichogramma* and/or *Trichogrammatoidea*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 82, p. 153-160, 1987.

PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. Piracicaba, FEALQ, 1994.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. ***Trichogramma* e o controle biológico aplicado**. Piracicaba, FEALQ, 1997. 324p.

PARRA, J.R.P. et al. **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores**. São Paulo: Manole, 635p, 2002.

PARRA, J. R. P.; R. A. ZUCCHI. *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 271–281. 2004.

PARRA, J. R. P. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 5, p. 420-429, 2014.

PARRA, J. R. P. et al. *Trichogramma* as a tool for IPM in Brazil. In: VINSON, S. B. et al. (Org.). **Biological Control of Pests Using Trichogramma: Current Status and Perspectives**. China: Northwest A & F University Press, p. 472-496, 2015.

PEDIGO, L. P.; HIGLEY, L. G. Introduction to Pest Management and Thresholds. In: HIGLEY, L.G.; PEDIGO, L.P. (Eds.) **Economic Thresholds for Integrated Pest Management**. p. 1-8, 1996.

PEREIRA, F. P. **Bases biológicas para utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) no controle de *Helicoverpa armigera* Hübner, 1809 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja**. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. ESALQ-USP. Piracicaba, 2016. 96f.

PETERSON, R. K. D.; HIGLEY, L. G. Illuminating the Black Box: The relationship between injury and yield. In: PETERSON, R. K. D.; HIGLEY, L. G. (Eds.) **Biotic Stress and Yield Loss**. p. 1-12, 2000.

PICANÇO, M. et al. Selectivity of insecticides to *Polybia ignobilis* (Haliday)(Hymenoptera: Vespidae) predator of *Ascia monuste orseis* (Godart)(Lepidoptera: Pieridae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 1, p. 85-90, 1998.

PINTO, A. S.; PARRA, J. R. P.; OLIVEIRA, H. N. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos do milho e sorgo**. Ribeirão Preto: A. S. Pinto, 2004. 108 p.

PINTO, J. D. A review of the new world genera of Trichogrammatidae (Hymenoptera). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 15, n. 1, p. 38-163, 2006.

POGUE, G.M. 2002. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the American Entomological Society**, v. 43, p. 1-202, 2002.

POMARI, A. F. et al. Biological characteristics and thermal requirements of the biological control agent *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) reared on eggs of different species of the genus *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, 105, 73–81, 2012.

POMARI, A. F. et al. Releasing number of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Platygasteridae) against *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in corn, cotton and soybean. **Ciência Rural**, v. 43, p. 377–382, 2013.

POMARI-FERNANDES, A. F. et al. Biological parameters and parasitism capacity of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Platygasteridae) reared on natural and factitious hosts for successive generations. **African Journal of Agricultural Research**, v. 33, p. 3225–3233, 2015.

PRATISSOLI, D. et al. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 73- 76, 2003.

PROWELL, D.P.; MCMICHAEL, M.; SILVAIN, J.F. 2004. Multilocus genetic analysis of host use, introgression, and speciation in host strains of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 97, p.1034-1044, 2004.

QUEIROZ, A. P. et al. Influence of host preference, mating, and release density on the parasitism of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera, Platygasteridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 61, n. 1, p. 86-90, 2017a

QUEIROZ, A. P. et al. Quality control of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) reared on the factitious host *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae) for successive generations. **Bulletin Entomology Research**. v. 6, p.1-8, 2017b

QUERINO, R., et al. New species, notes and new records of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Brazil. **Zootaxa**, v. 4232, n. 1, p. 137–143, 2017.

RESENDE, D. C. et al. Adoção da área de refúgio e manejo de resistência de insetos em milho Bt. **Revista de Política Agrícola**, v. 23, n. 1, p. 119-128, 2014.

RITCHIE, S. E.; HANWAY, J. J.; BENSON. G. O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology: Cooperative Extension Service, 1993, 21p. (Special Report, 48).

ROSA, A. P. A. et al. Biology and fertility life table of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) in strains of corn. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, n. 1, p. 39-45, 2012.

RUMMEL, D. R. et al. Theory and tactics of *Heliothis* population management. USDA. Cultural Control of *Heliothis* spp. In: Southwestern U.S. Cropping Systems, pp. 38-53. In: JOHNSON, S.; KING, J. E. G. AND J. R. BRADLEY, Jr. [eds]. **Theory and tactics of *Heliothis* Population Management: Cultural and Biological Control**. Southern Coop. Series Bull. 1986, 316p

SIEBERT, M. W. et al. Evaluation of corn hybrids expressing Cry1F, Cry1A. 105, Cry2Ab2, Cry34Ab1/Cry35Ab1, and Cry3Bb1 against southern United States insect pests. **Journal of economic entomology**, v. 105, n. 5, p. 1825-1834, 2012.

SOARES, M. A. et al. Quality control of *Trichogramma atopovirilia* and *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae) adults reared under laboratory conditions. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 55, n. 2, p. 305-311, 2012.

SMITH, S.M.; HUBBES, M.; CARROW, J.R. Factors affecting inundative releases of *Trichogramma minutum* Ril. against the spruce budworm. **Journal of Applied Entomology**, v.101, p.29-39, 1986.

SMITH, S. M. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. **Annual review of entomology**, v. 41, n. 1, p. 375-406, 1996.

SPARKS, A. N. A review of the biology of the fall armyworm. **Florida Entomologist**. v. 62, p. 82-87, 1979.

SPECHT, A. et al. Morphological and molecular identification of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and expansion of its occurrence record in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 6, p. 689-692, 2013.

STORER, N. P. et al. Discovery and characterization of field resistance to Bt maize: *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Puerto Rico. **Journal of economic entomology**, v. 103, n. 4, p. 1031-1038, 2010.

TAY, W. T. et al. A brave new world for an old world pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **PLoS One**, v. 8, n. 11, p. e80134, 2013.

USDA FAS [United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service]. 2017. World Agricultural Production (05-17). United States Department of Agriculture, Washington, DC.

VAN RENSBURG, J. B. J. First report of field resistance by the stem borer, *Busseola fusca* (Fuller) to Bt-transgenic maize. **South African Journal of Plant and Soil**, v. 24, n. 3, p. 147-151, 2007.

VILARINHO, E. C. et al. Movement of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) adults in maize in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 94. n. 3, p. 480-488. 2011.

ZUCCHI, R.A.; MONTEIRO, R.C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). ***Trichogramma e o controle biológico aplicado***. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap.2, p.41-66.

YU, S. J. Insecticide resistance in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith). ***Pesticide Biochemistry and Physiology***, v. 39, n. 1, p. 84-91, 1991.

YU, S. J. Detection and biochemical characterization of insecticide resistance in fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). ***Journal of Economic Entomology***, v. 85, n. 3, p. 675-682, 1992.

YU, S. J.; NGUYEN, S. N.; ABO-ELGHAR, G. E. Biochemical characteristics of insecticide resistance in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith). ***Pesticide Biochemistry and Physiology***, v. 77, n. 1, p. 1-11, 2003.

WAQUIL, M. S. et al. Índice de adaptação e tempo letal da lagarta-do-cartucho em milho Bt. ***Pesquisa Agropecuária Brasileira***, v. 51, n. 5, p. 563-570, 2016.

WOHLENBERG, E. Área e Produção devem encolher, mas o mercado internacional é promissor. In: ***AGRIANUAL 2007, Mercado & Perspectivas***. p. 405. 2006.

ANEXO

Nota de dano no cartucho do milho causado por *Spodoptera frugiperda* (Adaptada de DAVIS, et al., 1992).

Nota	Descrição
0	Plantas sem injúria.
1	Planta com pontuações.
2	Planta com pontuações, 1 a 3 lesões circulares pequenas.
3	Planta com 1 a 5 lesões circulares pequenas (até 1,5 cm); mais 1 a 3 lesões alongadas (até 1,5 cm).
4	Planta com 1 a 5 lesões circulares pequenas; mais 1 a 3 lesões alongadas (entre 1,5 e 3,0 cm); mais pequenos furos circulares (0,5 cm).
5	Planta com 1 a 3 lesões alongadas grandes (>3 cm) em 1 a 2 folhas; mais 1 a 5 furos ou lesões alongadas (até 1,5 cm).
6	Planta com 1 a 3 lesões alongadas grandes (>3 cm) em 2 ou mais folhas; mais 1 a 3 furos grandes (>1,5 cm em 2 ou mais folhas).
7	Planta com 3 a 5 lesões alongadas grandes (>3,5 cm) em 2 ou mais folhas; mais 3 a 5 furos grandes (>1,5 cm em 2 ou mais folhas).
8	Planta com muitas lesões alongadas grandes (mais de 5) de todos os tamanhos na maioria das folhas. Muitos furos médios a grandes (mais de 5) maiores que 3,0 cm em muitas folhas.
9	Planta com folhas quase totalmente destruídas.