



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MARCELA LAIZ MORA GRANDE

**FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS INTERFERINDO NA
EFICIÊNCIA DE *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus
remus* E *Telenomus podisi* NO MANEJO DE PRAGAS EM
SOJA E MILHO**

Londrina
2019

MARCELA LAIZ MORA GRANDE

**FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS INTERFERINDO NA
EFICIÊNCIA DE *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus
remus* E *Telenomus podisi* NO MANEJO DE PRAGAS EM
SOJA E MILHO**

Tese apresentada no programa de Pós-graduação – Curso de Doutorado da Universidade Estadual de Londrina, área de concentração em Entomologia.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Ursi Ventura
Co-orientador: Dr. Adeney de Freitas Bueno

Londrina
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Grande, Marcela Laiz Mora.

Fatores bióticos e abióticos interferindo na eficiência de *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* e *Telenomus podisi* no manejo de pragas em soja e milho / Marcela Laiz Mora Grande. - Londrina, 2019.
112 f. : il.

Orientador: Maurício Ursi Ventura.

Coorientador: Adeney de Freitas Bueno.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2019.

Inclui bibliografia.

1. Tecnologia de liberação - Tese. 2. Controle biológico - Tese. 3. Parasitoide de ovos - Tese. I. Ventura, Maurício Ursi. II. Bueno, Adeney de Freitas. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

MARCELA LAIZ MORA GRANDE

**FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS INTERFERINDO NA
EFICIÊNCIA DE *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus
remus* E *Telenomus podisi* NO MANEJO DE PRAGAS EM
SOJA E MILHO**

Tese apresentada no programa de Pós-graduação em Agronomia – Curso de Doutorado da Universidade Estadual de Londrina, área de concentração em Entomologia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mauricio Ursi Ventura
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Dr. Adeney de Freitas Bueno
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
– EMBRAPA Soja

Prof. Dr. Adriano Thibes Hoshino
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Alexandre Sene Pinto
Centro Universitário Moura Lacerda

Profa. Dra. Aline Pomari Fernandes
Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Dra. Beatriz Spalding Corrêa-Ferreira
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -
EMBRAPA Soja

SUPLENTE

Dr. Daniel Ricardo Sosa-Gomés
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -
EMBRAPA Soja

Profa. Dra. Gabriela Vieira Silva
Centro Universitário Filadélfia

Londrina, 14 de fevereiro de 2019.

A Deus acima de tudo,

AGRADEÇO

*A minha mãe Rosemeri Mora,
que tudo fez para minha
formação pessoal e
profissional,*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde e pela disposição para superar todos os desafios;

À minha mãe Rosemeri Mora, por todo amor e incentivo em todas as etapas da minha vida;

À Universidade Estadual de Londrina, ao Programa de Pós-graduação em Agronomia e a todos os professores do programa que contribuíram para minha formação;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa-Soja, pela disponibilização da infraestrutura para os trabalhos;

À Capes, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa durante o doutorado;

Ao Professor Dr. Maurício Ursi Ventura, pela orientação, apoio e ensinamentos;

Ao Dr. Adeney de Freitas Bueno, pela coorientação e por ter me recebido em sua equipe, pelas oportunidades concedidas, apoio e ensinamentos;

Aos amigos, Ana Paula Queiroz e Débora Mello da Silva, pela amizade e toda ajuda que me concederam durante o doutorado;

Aos funcionários e amigos do laboratório de Entomologia da Embrapa-Soja, Mari Estela Silva e Adair Vicente Carneiro, pelo apoio em todos os momentos, assim como aos técnicos de campo: Antônio L. Pavão, Elias C. de Souza e Nivaldo F. Euclides pelo auxílio na condução dos experimentos à campo;

A todos os que, de alguma forma, contribuíram para a realização do doutorado;

Obrigada!!!

***“O fracasso jamais te surpreenderá se sua força de vencer
for suficiente”***

Og Mandino

GRANDE, Marcela Laiz Mora. **Fatores bióticos e abióticos interferindo na eficiência de *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* e *Telenomus podisi* no manejo de pragas em soja e milho.** 2019. 112 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

RESUMO

Uma das principais estratégias de controle de pragas no manejo integrado de pragas (MIP) é o controle biológico aumentativo. A liberação de inimigos naturais, como os parasitoides de ovos *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* e *Telenomus podisi*, é promissora. Porém alguns fatores, tais como a técnica de liberação e condições climáticas podem afetar diretamente a eficiência dos parasitoides liberados no campo, sendo assim, é necessário realizar pesquisas básicas para viabilizar a liberação de *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi* nas culturas da soja e milho. Para tanto, os trabalhos foram desenvolvidos visando determinar a influencia da melhor forma de liberação a partir de pupas desprotegidas e protegidas em cápsula; o efeito de diferentes níveis pluviométricos; diferentes temperaturas; umidades do solo e luminosidade sobre a eficiência da liberação de pupas de *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi*; além de verificar diferentes doses de pupas/ha de *Tr. pretiosum* e *Te. podisi* (desprotegida ou em cápsula) para liberação. Os experimentos foram realizados na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - CNPSo, Londrina/PR, em condições controladas de laboratório, casa de vegetação e campo sem controle ambiental, e fora da Embrapa em duas áreas de produção de soja de produtores das cidades de Cambé e Sabáudia/ PR. Os resultados mostraram que todos os fatores estudados influenciam na eficiência dos parasitoides de ovos *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi*, e assim não há um método padrão para liberação. A cápsula se mostrou um envoltório de proteção das pupas de todas as espécies contra quase todos os fatores avaliados, com excessão da temperatura e umidade, que em níveis, a cápsula apresenta o efeito inverso, prejudicando, a eficiência da liberação. A pupa desprotegida, se mostrou mais suscetível a fatores como temperatura, umidade e chuva.

Palavras-chave: Controle biológico aumentativo. Parasitoides de ovos. Tecnologia de liberação.

GRANDE, Marcela Laiz Mora. **Biotic and abiotic factors interfering in the efficiency of *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* and *Telenomus podisi* in pest management in soybean and corn.** 2019. 112 p. Thesis (Doctorate in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2019.

ABSTRACT

One of the main strategies of pest control in integrated pest management (IPM) is augmented biological control. The release of natural enemies, such as the parasitoids of eggs *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* and *Telenomus podisi*, is promising. However, some factors, such as the release technique and climatic conditions can directly affect the efficiency of the parasitoids released in the field, so it is necessary to research the perform basic to enable the release of *Tr. pretiosum*, *Te. Remus* and *Te. podisi* in soybean and corn crops. For this, the work was developed to determine the influence of the best form of release from unprotected pupae and protected in capsule; the effect of different rainfall levels; different temperatures; soil moisture and luminosity on the efficiency of pupal release of *Tr. pretiosum*, *Te. Remus* and *Te. podisi*; besides verifying different doses of pupae / ha of *Tr. pretiosum* and *Te. podisi* (unprotected or in capsule) for release. The experiments were carried out at the Brazilian Agricultural Research Corporation - CNPSo, Londrina / PR, under controlled conditions of laboratory, greenhouse and field without environmental control, and outside of Embrapa in two soybean production areas of the cities of Cambé and Sabáudia/ PR. The results showed that all the factors studied influence the efficiency of the parasitoids of *Tr. pretiosum*, *Te. remus* and *Te. podisi*, and thus there is no standard method for release. The capsule showed a protection envelope of the pupae of all species against almost all evaluated factors, except temperature and humidity, which in levels, the capsule has the inverse effect, harming, the efficiency of the release. The unprotected pupa was more susceptible to factors such as temperature, humidity and rainfall.

Key words: Augmentative biological control. Egg parasitoids. Technology of release.

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	Número de ovos de <i>A. kueniella</i> parasitados por <i>Tr. pretiosum</i> em 12 horas de parasitismo submetidos à diferentes temperaturas na presença ou ausência de luz.....	46
Tabela 3.2	Número ovos de <i>S. frugiperda</i> e de <i>E. heros</i> , parasitados por <i>Te. remus</i> e <i>Te. podisi</i> , respectivamente, em 12 horas de parasitismo submetidos à diferentes temperaturas na presença ou ausência de luz	47
Tabela 4.1	Número de adultos de <i>Tr. pretiosum</i> , <i>Te. remus</i> e <i>Te. podisi</i> , capturados após liberação de pupas desprotegidas e em cápsulas dos parasitoides em solo seco e úmido	61
Tabela 4.2	Número de adultos de <i>Tr. pretiosum</i> , <i>Te. remus</i> e <i>Te. podisi</i> , capturados após a liberação de pupas desprotegidas e em cápsulas submetidas a diferentes quantidades pluviométricos em simulador de chuva descrito por Roth, Meyer e Frede (1985)	62
Tabela 4.3	Número de adultos capturados após liberação de pupas desprotegidas e em cápsulas dos parasitoides <i>Tr. pretiosum</i> , <i>Te. remus</i> e <i>Te. podisi</i> em diferentes condições de temperatura.....	64
Tabela 5.1	Experimentos conduzidos com <i>Tr. pretiosum</i> , <i>Te. remus</i> e <i>Te. podisi</i> em diferentes safras nas culturas da soja e milho.....	77
Tabela 5.2	Dados meteorológicos coletados na estação agrometeorológica da Embrapa Soja - Londrina-PR	80
Tabela 5.3	Número de adultos de <i>Tr. pretiosum</i> capturados, após pupas desprotegidas e em cápsulas serem submetidas às condições de campo de soja e milho por 24h	82
Tabela 5.4	Número de adultos de <i>Te. remus</i> e <i>Te. podisi</i> capturados, na safra 2016/17, após pupas desprotegidas e em cápsulas serem submetidas as condições de campo de soja e milho por 24h.....	84
Tabela 5.5	Número de adultos de <i>Te. remus</i> e <i>Te. podisi</i> capturados, na segunda safra 2016, após pupas desprotegidas e em	

	cápsulas serem submetidas as condições de campo de soja e milho por 24h	85
Tabela 6.1	Produtividade e qualidade da soja na safra 2017/18, Sabáudia-PR.....	103
Tabela 6.2	Produtividade e qualidade da soja na safra 2017/18, Cambé-PR.....	106

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Fêmea de <i>Trichogramma pretiosum</i> (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitando o vos de <i>Anagasta kuehniella</i> (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae)21
Figura 2.2	Fêmea de <i>Telenomus remus</i> (Nixon, 1937) (Hymenoptera: Scelionidae) parasitando ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)23
Figura 2.3	Fêmea de <i>Telenomus podisi</i> (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Scelionidae) parasitando ovos de <i>Euschistus heros</i> (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae)24
Figura 4.1	Gaiola de captura de parasitoides emergidos proposto por Dutton e Bigler (1995) e adaptado por Prezotti et al. (2002) utilizada na avaliação da emergência dos parasitoides.57
Figura 4.2	Simulador de chuva descrito por Roth (1985) (ilustração: Adair V. Carneiro).59
Figura 5.1	Esquema de distribuição dos vasos no campo nas culturas de soja e milho.....79
Figura 5.2	Gaiola de captura de parasitoides emergidos proposto por Dutton e Bigler (1995) e adaptado por Prezotti et al. (2002) utilizada na avaliação da emergência dos parasitoides.82
Figura 6.1	A – Área experimental no município de Sabáudia. B- Área experimental no município de Cambé.....93
Figura 6.2	Ovos sentinelas de <i>Anticarsia gemmatalis</i> expostos 24 horas no campo antes e após as liberações.....95
Figura 6.3	Flutuação populacional de lagartas (A) e desfolha (%) (B) no cultivo de soja na safra 2016/17, Sabáudia-PR. Dose 1: 250.000 pupas/liberação/ha de <i>Tr. pretiosum</i> (Dose 2). Dose 2: 80.000 pupas/liberação/ha de <i>Tr. Pretiosum</i>97
Figura 6.4	Flutuação populacional de percevejos (A), parasitismo de ovos de <i>E. heros</i> por <i>Te. podisi</i> (B) no cultivo de soja na safra 2016/17, Sabáudia-PR. Dose1: 7.500 pupas/liberação/ha de <i>Te. podisi</i> . Dose 2: 5.000

	pupas/liberação/ha de <i>Te. Podisi</i>	99
Figura 6.5	Flutuação populacional de lagartas (A) e desfolha (%) (B) no cultivo de soja na safra 2017/18, Sabáudia-PR. Dose 1: 250.000 pupas/liberação/ha de <i>Tr. pretiosum</i> . Dose 2: 80.000 pupas/liberação/ha de <i>Tr. Pretiosum</i>	100
Figura 6.6	Flutuação populacional de percevejos (A), parasitismo de ovos de <i>E. heros</i> por <i>Te. podisi</i> (B) no cultivo de soja na safra 2017/18, Sabáudia-PR. Dose1: 7.500 pupas/liberação/ha de <i>Te. podisi</i> . Dose 2: 5.000 pupas/liberação/ha de <i>Te. Podisi</i>	102
Figura 6.7	Flutuação populacional de lagartas (A) e desfolha (%) (B) no cultivo de soja na safra 2016/17, Cambé-PR.....	104
Figura 6.8	Flutuação populacional de percevejos (A), parasitismo de ovos de <i>E. heros</i> por <i>Te. podisi</i> (B) no cultivo de soja na safra 2016/17, Cambé-PR	105

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS	17
2.2	CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS	18
2.2.1	Parasitoides de Ovos	19
2.2.1.1	<i>Trichogramma pretiosum</i>	20
2.2.1.2	<i>Telenomus remus</i>	22
2.2.1.3	<i>Telenomus podisi</i>	24
2.3	LIBERAÇÃO DE PARASITOIDES DE OVOS	25
2.3.1	Condições Climáticas	26
2.3.2	Temperatura.....	27
2.3.3	Luminosidade	28
2.3.4	Índice Pluviométrico	28
2.3.5	Predação	29
	REFERÊNCIAS	30
3	ARTIGO A: Influência da luz no parasitismo de <i>Trichogramma pretiosum</i>, <i>Telenomus remus</i> e <i>Telenomus podisi</i> em diferentes temperaturas	41
	RESUMO	41
	ABSTRACT	42
3.1	INTRODUÇÃO	43
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	44
3.2.1	CRIAÇÃO E MULTIPLICAÇÃO DOS PARASITOIDES DE OVOS <i>Tr.pretiosum</i> , <i>Te.remus</i> e <i>Te.podisi</i>	44
3.2.2	INSTALAÇÃO DOS BIOENSAIOS DE <i>Tr. pretiosum</i> , <i>Te, remus</i> e <i>Te. podisi</i>	45
3.2.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	45

3.3	RESULTADOS	46
3.4	DISCUSSÃO	47
3.5	CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS.....		49
4	ARTIGO B: Impacto da umidade do solo, precipitação pluviométrica e temperatura na liberação de pupas de <i>Trichogramma pretiosum</i>, <i>Telenomus remus</i> e <i>Telenomus podisi</i>.....	52
RESUMO		52
ABSTRACT.....		53
4.1	INTRODUÇÃO	54
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	55
4.2.1	CRIAÇÃO E MULTIPLICAÇÃO DOS PARASITOIDES DE OVOS <i>Tr. pretiosum</i> , <i>Te. remus</i> E <i>Te. Podisi</i>	55
4.2.2	EFEITO DA UMIDADE DO SOLO NA EMERGÊNCIA DOS PARASITOIDES <i>Tr. pretiosum</i> , <i>Te. remus</i> e <i>Te. podisi</i> (BIOENSAIOS 1, 2 E 3).....	56
4.2.3	EFEITO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA SOBRE A EMERGÊNCIA DAS PUPAS DE <i>Tr. pretiosum</i> , <i>Te. remus</i> e <i>Te. podisi</i> (BIOENSAIOS 4, 5 E 6).....	58
4.2.4	EFEITO DE DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE A EMERGÊNCIA DE ADULTOS DE <i>Tr. pretiosum</i> , <i>Te. remus</i> e <i>Te. podisi</i> (BIOENSAIOS 7, 8 E 9).....	59
4.2.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	60
4.3	RESULTADOS	60
4.3.1	EFEITO DA UMIDADE DO SOLO NA EMERGÊNCIA DOS PARASITOIDES <i>Tr. pretiosum</i> , <i>Te. remus</i> e <i>Te. podisi</i> (BIOENSAIOS 1, 2 E 3).....	60
4.3.2	EFEITO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA SOBRE A EMERGÊNCIA DAS PUPAS DE <i>Tr. pretiosum</i> , <i>Te. remus</i> e <i>Te. podisi</i> (BIOENSAIOS 4, 5 E 6).....	61
4.3.3	EFEITO DE DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE A EMERGÊNCIA DE	

INTRODUÇÃO GERAL

A produção agrícola brasileira tem grande destaque no cenário mundial. No entanto, algumas práticas realizadas causam grandes impactos ambientais, entre as quais, o controle de pragas merece destaque. O controle desses insetos-pragas é realizado prioritariamente com a pulverização de inseticidas sintéticos. Porém, essa prática tem sido muitas vezes realizada de forma abusiva, acarretando vários problemas à saúde humana, contaminação do solo e da água, seleção de insetos-praga resistentes às moléculas químicas, redução da fauna benéfica, bem como, aumento nos custos de produção (SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2012). Portanto, pesquisas que vislumbrem o uso racional das ferramentas de controle de pragas são essenciais para diminuição dos impactos negativos da atividade agrícola no meio ambiente (BUENO et al., 2013).

O manejo integrado de pragas (MIP) visa manter equilíbrio do agroecossistema (CORRÊA-FERREIRA, 2012). Entre as tecnologias do MIP, o controle biológico está se tornando cada vez mais importante no mundo (VAN LENTEREN et al., 2017), por ser uma prática mais ecológica de manejo de pragas que pode auxiliar a diminuir o uso abusivo de inseticidas químicos (NAVA, 2007; CORRÊA-FERREIRA, 2012). Das estratégias de controle biológico existentes, o controle biológico aumentativo (CBA) visa a supressão das pragas agrícolas através de liberações inundativas de inimigos naturais (PRATISSOLI, 2013) para um controle mais rápido de pragas.

Entre os agentes de controle biológico utilizados no CBA, os parasitoides de ovos destacam-se por interromper o desenvolvimento da praga ainda na fase de ovo, não permitindo que a mesma cause qualquer prejuízo à lavoura (PARRA et al., 2002). Das espécies disponíveis para uso em programas de CBA, os parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) são os mais usados. Foram descritas 229 espécies de *Trichogramma* em que 28 delas, foram registradas no Brasil (ZUCCHI et al., 2010; PARRA et al., 2015; NOYES, 2016; QUERINO et al., 2017). Sua vasta utilização está relacionada à facilidade de desenvolvimento em hospedeiros alternativos (PARRA, 1997; HAJI et al., 1998; CRUZ, 2011) e agressividade no parasitismo de ovos dos insetos-praga da ordem Lepidoptera (BOTELHO, 1997). Além de *Trichogramma* spp., a espécie *Telenomus remus* (Nixon, 1937) (Hymenoptera:

Scelionidae) apresenta grande potencial de utilização, principalmente no manejo (BUENO et al., 2008a; POMARI et al., 2012) do gênero *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) (BUENO et al., 2008a; POMARI et al., 2013). Na cultura da soja, há também os inimigos naturais de percevejos fitófagos, estas podem ser consideradas eficientes agentes de controle biológico devido a suas características biológicas e comportamentais (VINSON; IWANTSCH, 1980; LAUMANN et al., 2010). *Trissolcus basalís* (Wollaston) e *Telenomus podisi* (Ashmead) são as principais espécies de Telenominae no Brasil (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999), sendo potenciais agentes de controle biológico de Pentatomídeos associados à cultura da soja (SAMPAIO, 2009). Os parasitoides de ovos já são amplamente utilizados na agricultura mundial, porém usualmente em lavouras de menor escala (PARRA; ZUCCHI, 2004). Em culturas extensivas como a soja e o milho, por exemplo, essa tecnologia ainda tem sua utilização limitada devido à influência de fatores abióticos (PRATISSOLI et al., 2002) e dificuldades em sua liberação em grandes áreas. A melhoria nas tecnologias de liberação destes inimigos naturais, é um dos maiores limitadores na adoção dessa tecnologia nas diversas regiões do Brasil (PINTO; PARRA 2002). Assim é imprescindível que sejam realizadas pesquisas básicas sobre o uso dos parasitoides em grandes culturas como os descritos nessa tese de doutorado, que são cruciais para o futuro do CBA no Brasil e no mundo utilizando esses agentes de controle biológico.

A eficiência na liberação de parasitoides pode ser afetada por vários fatores como a técnica de liberação utilizada (por exemplo, pupas desprotegidas ou agrupadas dentro de cápsulas de liberação, liberação aérea ou terrestre, entre outros fatores), condições climáticas no momento e/ou logo após a liberação e a quantidade de parasitoides/área (PINTO; PARRA, 2002; BUENO, 2008). Assim, o sucesso de programas de CBA depende de pesquisas que avaliem tais informações. Desta forma, considerando os desafios aqui destacados, o presente trabalho avaliou se a luz, temperatura, umidade do solo, intensidade de precipitações pluviométricas e diferentes técnicas de liberação (pupas desprotegidas ou agrupadas em cápsulas de liberação) influenciam na utilização dos parasitoides de ovos *Tr.*(Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), *Te. remus* e *Te. podisi* nas culturas de soja e milho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

O monitoramento da presença de pragas e inimigos naturais nos cultivos, utilizando-se, quando necessário, inseticidas seletivos ou baixas doses de produtos de largo espectro de ação auxiliou na organização da base conceitual do “controle integrado” que entomologistas da Califórnia articularam na década de 1950. Especificamente no caso da soja, entre os principais mentores conceituais destacam-se Marcos Kogan (KOGAN, 1998), Samuel Turnipseed (TURNPSEED; KOGAN, 1976) e Larry Pedigo (PEDIGO, 1989), que formularam e implementaram os programas pioneiros de MIP em soja, nos Estados Unidos da América, e que foram, mais tarde, implantados em outros países, como no Brasil.

Entretanto, especificamente na cultura da soja, após um pico de adoção do MIP na década de 1980, observou-se um retrocesso na sua adoção ao longo da década de 1990, devido principalmente às mudanças que aconteceram no cenário agrícola, como, por exemplo, alterações na dinâmica de muitos insetos-praga, e vários outros, como a expansão da soja para o centro-oeste, aumentando as unidades de produção. Isso levou os produtores a abandonarem práticas de MIP comumente adotadas, o que intensificou o uso de inseticidas de forma abusiva e errônea (BUENO et al., 2010; CORRÊA-FERREIRA et al., 2013). Com o uso de práticas não ambientalmente corretas de manejo, o número de aplicações de inseticidas cresceu e atingiu uma média entre quatro a seis aplicações durante o ciclo da soja nas últimas décadas (BUENO et al., 2012a, MORALES; SILVA, 2006; MOSCARDI et al., 2009). Essa situação insustentável é ainda agravada pela utilização de misturas de produtos e aumento de doses dos inseticidas para o controle das principais pragas da cultura (CORRÊA-FERREIRA et al., 2013).

É importante salientar que para o manejo adequado de culturas de importância econômica, como soja, algodão, milho entre outras, é importante a adoção de estratégias de controle de pragas dentro do contexto de MIP (PANIZZI, 2013). O MIP baseia-se na premissa de que alguns níveis de injúria são toleráveis pelas plantas, sem redução econômica da produção final (HIGLEY; PETERSON, 1996). Sendo assim, a decisão de controlar ou não a população de pragas deve ser realizada somente quando este atingir ou ultrapassar o nível de ação (NA), que

representa o momento economicamente correto para que uma medida de controle seja iniciada (PEDIGO; HUTCHINS; HIGLEY et al., 1986). Isso implica no uso racional e correto de inseticidas e a conseqüente redução do custo total da cultura e efeitos adversos da utilização de químicos no meio ambiente (TECNOLOGIAS, 2003). Além disso, o MIP visa à integração de várias táticas de manejo e não apenas no controle exclusivamente com inseticidas (KOGAN, 1998).

2.2 CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS

Considerado a base do manejo de pragas, o controle biológico tem como objetivo utilizar um organismo vivo (inimigo natural) para o controle de outro organismo vivo (praga) mas indesejável (VAN LENTEREN et al., 2017). Este pode ser dividido entre controle biológico natural (CBN), controle biológico clássico (CBC) e controle biológico aumentativo (CBA) (VAN LENTEREN et al., 2017), todos com grande importância para o sucesso do MIP.

O CBA refere-se à utilização de inimigos naturais de forma aumentativa (inundativa ou inoculativa), nos diferentes agroecossistemas, com o objetivo de controlar uma ou mais pragas presentes. Esses organismos são produzidos em criações massais ou mais raramente obtidos em coleta na natureza e liberados nas lavouras para aumentar o número de agentes de controle biológico e, assim, reduzir rapidamente a infestação da praga-alvo (BUENO et al., 2012b). Dos métodos de controle de pragas utilizados em programas de MIP, uma opção mais ecológica do que o uso tradicional de controle químico é justamente o CBA (BARRATT et al., 2010).

Para o sucesso na utilização do CBA torna-se indispensável o conhecimento do número adequado de inimigos naturais produzidos em criações massais, assim como o momento e o modo correto para liberação, a frequência das liberações, número de pontos de liberação/ha e o número ideal de indivíduos do agente de controle a serem liberados para proporcionar controle satisfatório da praga e minimizar os danos da mesma na cultura (BOURCHIER; SMITH, 1996). Além desses fatores, após a liberação, o estabelecimento do agente de controle biológico numa determinada área vai depender das condições climáticas, do estágio da cultura, da presença de hospedeiros e de predadores, da capacidade dispersão

dos inimigos naturais liberados e da aplicação de agrotóxicos seletivos (PINTO; PARRA, 2002; DINIZ; RODRIGUES).

2.2.1 Parasitoides de Ovos

Parasitoides são agentes de controle biológico que tem pelo menos uma fase de desenvolvimento associada ao hospedeiro, do qual se alimenta, completando o ciclo de vida (BUENO et al., 2012a). Diferentemente dos predadores, que consomem várias presas durante sua vida, os parasitoides são caracterizados por utilizarem um único indivíduo hospedeiro durante todo ciclo biológico. Esses insetos aumentam a sua população em função da população hospedeira. Estima-se que existam, aproximadamente, 200 mil diferentes espécies de parasitoides divididas principalmente nas ordens Hymenoptera e Diptera, sendo classificados como endoparasitoides ou ectoparasitoides, em que os ovos são depositados no interior ou sobre os hospedeiros, respectivamente e, ainda, como solitários ou gregários, dependendo do tipo de desenvolvimento (PARRA et al., 2002).

Esses parasitoides podem preferir diferentes fases do desenvolvimento das pragas (ovos, larvas, pupas ou adultos), entretanto, os parasitoides de ovos merecem destaque por controlar a praga ainda na fase de ovo, que é uma fase anterior a qualquer tipo de injúria que o inseto-praga possa causar na lavoura (WITTING; ORR; LINKER, 2007). A fêmea adulta desses insetos ao encontrar um ovo do hospedeiro deposita um ou vários ovos dentro dele e a larva do parasitoide se alimentará do tecido desse hospedeiro, levando-o à morte (MARCHIORI et al., 2006). No CBA, uma tática que apresenta bons resultados é a liberação desses inimigos naturais (parasitoides de ovos) (PARRA; ZUCCHI; SILVEIRA NETO, 1987). Além do CBA, os parasitoides de ovos são agentes benéficos muito comuns no CBN, regulando naturalmente as populações de pragas (BUENO et al., 2012b). Entre esses parasitoides, aqueles mais estudados, até o momento, estão associados aos lepidópteros e aos hemípteros, que são, em geral, as pragas mais abundantes e importantes nas lavouras.

O uso de parasitoide de ovos no controle biológico apresenta vantagens em relação ao uso tradicional de agrotóxicos, pois são capazes de parasitar os ovos de pragas localizados em região de difícil controle e, dessa forma, podem ser mais eficientes que os inseticidas, que por muitas vezes não atingem os

insetos que permanecem entre as folhas protegidos no dossel da planta (BUENO et al., 2012b). No entanto, para a utilização dos insetos benéficos, é necessário conhecer comportamento e biologia no campo destes insetos (BUENO et al., 2008b). Parra (1996) cita que para o sucesso na utilização de um parasitoide de ovos torna-se fundamental seguir algumas etapas já que a eficiência das liberações no campo depende de diferentes fatores, tais como a capacidade de “busca”, tolerância às condições climáticas, intervalo, número e época de liberações e número de insetos liberados.

2.2.1.1 *Trichogramma pretiosum*

Dentro do gênero *Trichogramma* foram descritas 229 espécies, sendo que 28 delas, foram registradas no Brasil (ZUCCHI; QUERINO; MONTEIRO, 2010; PARRA et al., 2015; NOYES, 2016; QUERINO et al., 2017) como importantes agentes de mortalidade biótica. Esses insetos possuem características que contribuem para uma ampla distribuição geográfica, a eficiência no parasitismo, bem como, plasticidade hospedeira, sendo constatados parasitando ovos de pragas de milho, arroz, soja, cana-de-açúcar, sorgo, algodoeiro, florestais, frutíferas, hortaliças e ornamentais (HASSAN, 1993; PARRA, 2010). Além disto, a grande utilização dos microhimenópteros deste gênero se dá devido à facilidade de criação em hospedeiros alternativos e à agressividade no controle das pragas (PARRA; ZUCCHI, 2004). São parasitoides de ovos com hospedeiros pertencentes à ordem Lepidoptera (PINTO, 2006).

As espécies de *Trichogramma* são de tamanho pequeno, com cerca de 0,2 a 1,5 mm, solitárias ou gregárias, endoparasitoides primários de ovos de lepdoptera (PINTO, 1997). O ciclo de desenvolvimento contém as fases de ovo, larva, pré-pupa, a qual é caracterizada pela presença de sais de urato acumulados em todo o tegumento do inseto e, da pupa, formando uma massa única, e conferindo uma coloração escura aos ovos parasitados, sendo esta uma característica marcante que auxilia no reconhecimento de ovos parasitados por *Trichogramma* spp. (CÔNSOLI; ROSSI; PARRA, 1999).

Das espécies pertencentes ao gênero *Trichogramma*, a “vespinha” *Tr. pretiosum* destaca-se por ser a mais utilizada no mundo, devido a agressividade no parasitismo de ovos de lepidópteros-praga, uma vez que é uma espécie

generalista (PARRA; ZUCCHI, 2004). *Trichogramma pretiosum* (Figura 2.1) é um agente de controle biológico capaz de parasitar ovos de diversas espécies de lepidópteros, como *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Eribidae) (BUENO et al., 2012a), *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae), *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae), *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja (PARRA et al., 2015). Além de ser encontrada naturalmente parasitando ovos de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho (BESERRA; PARRA, 2004), reduzindo os prejuízos causados por estas pragas, nessas culturas.

Figura 2.1 - Fêmea de *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitando ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae)



(Foto: Adair V. Carneiro)

A fêmea adulta de *Tr. pretiosum* ao longo da sua vida parasita de 20 a 120 ovos. O período ovo-adulto dura cerca de seis a dez dias, dependendo da temperatura, ambiente e hospedeiro (PINTO, 1997; BUENO; PARRA; BUENO, 2009; BUENO; PARRA; BUENO, 2012b). O desenvolvimento de *Trichogramma* sp. é bastante influenciado por fatores abióticos como temperatura, umidade e luz. A temperatura é o fator de maior importância, que pode afetar, entre outros parâmetros, a duração do desenvolvimento, a razão sexual, o parasitismo e a

longevidade dos adultos (CALVIN et al., 1984; YU; LANG; HAGLEY, 1984; STEIN; PARRA, 1987; PRATISSOLI; PARRA, 2000; MOLINA; FRONZA; PARRA, 2005).

No Paraná, *Tr. pretiosum* foi a espécie mais comum encontrada em diferentes safras e localidades do estado (FOERSTER; AVANCI, 1999). Com a liberação de diferentes densidades de *Tr. pretiosum* em cultivo de soja no estado de Goiás, a densidade de 51,2 fêmeas/ovo propiciou um parasitismo de até 80% dos ovos de *A. gemmatalis* e 90% dos ovos de *C. includens* (BUENO et al., 2012b).

2.2.1.2 *Telenomus remus*

Telenomus remus é um parasitoide exclusivo de ovos de lepidópteros, utilizado em diversos países da Ásia e das Américas para controle de pragas agrícolas. Este parasitoide apresenta preferência por ovos de noctuídeos, embora ovos de algumas espécies de lepidópteros pertencentes às famílias Pyralidae, Arctiidae e Erebidae também possam ser parasitados (CAVE, 2000). No Brasil, o inseto foi introduzido pelo Dr. F.D. Bennett (Commonwealth Institute of Biological Control), por meio do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, para desenvolvimento de pesquisas visando ao controle de *S. frugiperda* (PEDRASI; PARRA, 1986). Além de apresentar elevada taxa reprodutiva, é facilmente criado em larga escala, o que o torna um bom agente de controle biológico (CAVE, 2000). Sua grande eficiência deve-se à sua habilidade em parasitar 100% dos ovos de pragas depositados em camadas, como é o exemplo de *S. frugiperda* (POMARI et al., 2012).

Os adultos de *Te. remus* possuem coloração preta brilhante e medem cerca 0,5-0,6 mm de comprimento (Figura 2.2) (CAVE, 2000). O período de desenvolvimento de ovo a adulto do parasitoide é de 12,5 dias, a 25°C, em ovos de *S. frugiperda* e sua longevidade média é de 18 dias (POMARI et al., 2012). A cópula ocorre imediatamente após a emergência das fêmeas, com uma duração, em média, de 5-10 segundos. Logo em seguida a fêmea recém-copulada dispersa a procura de novos ovos hospedeiros. O processo de oviposição começa com a detecção dos ovos do hospedeiro pela fêmea, que é reconhecido mediante o “tamborilamento” das antenas sobre estes (SCHWARTZ; GERLING, 1974).

Figura 2.2 - Fêmea de *Telenomus remus* (Nixon, 1937) (Hymenoptera: Scelionidae) parasitando ovos de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)



(Foto: Adair V. Carneiro)

Telenomus remus já foi observado parasitando cinco espécies do gênero *Spodoptera*, com alto potencial de controle desses lepidópteros na cultura da soja (BUENO et al., 2012a). Pomari et al. (2012) avaliaram o parasitismo de *Te. remus* em ovos de *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858), *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782), *Spodoptera albula* (Walker, 1857) e *S. frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Estudos realizados por Pomari et al. (2013) em casa de vegetação, mostraram que o parasitismo por *Te. remus* chega a 99,8% em ovos de *S. frugiperda* no milho, com liberação de 0,231 fêmeas por ovo da praga.

Em campo, trabalhos desenvolvidos na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, constataram que uma única liberação de 150.000 a 200.000 adultos de *Te. remus*/ha permitiu 65 a 73% de parasitismo dos ovos de *S. frugiperda*, respectivamente, para um índice de 20% de plantas infestadas, indicando que o parasitoide é efetivo no controle da praga e pode ser utilizado em programas de MIP na cultura do milho, em condições brasileiras (FIGUEIREDO; CRUZ; DELLA LUCIA, 1999).

2.2.1.3 *Telenomus podisi*

O parasitoide de ovos *Te. podisi* (Figura 2.3) é um microhimenóptero que, na fase adulta, apresenta vida livre e se alimenta de néctar (BUENO et al., 2012a). *Telenomus podisi* já foi registrado parasitando ovos de diversos pentatomídeos (CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI, 1995; TORRES; ZANUNCIO; ZANUNCIO, 1996), apresentando elevada capacidade de busca pelos hospedeiros (ORR, 1988).

Figura 2.3 – Fêmea de *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Scelionidae) parasitando ovos de *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae)



(Foto: Adair V. Carneiro)

No controle biológico de *E. heros* (CIVIDANES; PARRA, 1994), o parasitoide *Te. podisi* é a espécie de parasitoide predominantemente parasitando ovos deste percevejo (PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 2000), com um parasitismo natural de mais de 80% (WAAGE; GREATHEAD, 1986). Isto ocorre porque *Te. podisi* apresenta eficiência em condições naturais de campo no controle de *E. heros* (CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002; SUJII et al., 2002; DOETZER; FOERSTER, 2007).

Telenomus podisi é considerado uma espécie importante para o controle biológico aumentativo (CBA) do percevejo-marrom. Entretanto, a liberação desta espécie em campo ainda precisa ser mais detalhadamente estudada. Por isso, estudos envolvendo a capacidade de parasitismo sob diferentes condições, além dos parâmetros biológicos como porcentagem de parasitismo, razão sexual e número de parasitoides produzidos por ovo do hospedeiro (HOFFMANN et al, 2001;

QUEIROZ et al, 2016) são de extrema importância para o sucesso de um programa de CBA usando esse parasitoide.

2.3 LIBERAÇÃO DE PARASITOIDES DE OVOS

A liberação de inimigos naturais é um método de controle mais sustentável que o uso de agrotóxicos para o controle de pragas. Algumas espécies desses agentes de controle biológico são atualmente comercializadas no Brasil e em outros países ao redor do mundo (VAN LENTEREN et al., 2017). A liberação de um parasitoide é o ato de soltura deste inimigo natural no campo, com o objetivo de reduzir o índice populacional de um determinado inseto-praga (PINTO; PARRA, 2002). Segundo Williams e Leppla (1992) citado por Parra e Bento (2006), as formas de liberação de inimigos naturais são inoculativas ou inundativas sendo dependentes do sistema produtivo e da praga alvo envolvidos.

A liberação inoculativa é comum em controle biológico clássico, pois consiste na liberação de uma pequena quantidade do inimigo natural que vai ser introduzido no ambiente com o objetivo de se estabelecer e entrar em equilíbrio com a população das pragas-alvo a médio e longo prazo. Essa liberação é geralmente feita em locais abertos e com baixa variabilidade temporal e em culturas perenes ou semiperenes e florestais. Diferentemente, a liberação inundativa consiste na liberação massiva de uma grande quantidade do inimigo natural, que tem como objetivo reduzir rapidamente a população da praga-alvo, não necessariamente entrando em equilíbrio com a população da praga a longo prazo.

Entretanto, o sucesso ou fracasso das liberações de parasitoides de ovos (por exemplo, *Tr. pretiosum*, *Te. podisi* ou *Te. remus*) é dependente do conhecimento das características bioecológicas. Para o agroecossistema específico da soja e do milho, muitas informações são ainda incipientes. Assim, torna-se indispensável pesquisas que avaliem a forma de liberação, o momento certo para a liberação; a frequência das liberações; o número de pontos de liberação/ha; e o número ideal de parasitoides a serem liberados para proporcionar controle satisfatório da praga e minimizar os danos à cultura. Esses são pontos importantes para alcançar o sucesso no CBA (SMITH, 1996)

2.3.1 Condições Climáticas

Diversos fatores bióticos e abióticos exercem influência sobre os aspectos biológicos dos parasitoides, interferindo em sua eficiência (MCDUGALL; MILLS, 1997; THOMSON; HOFFMANN, 2002). Entre os fatores abióticos estão o nível pluviométrico, umidade relativa do ar e da superfície da folha, radiação solar, velocidade e direção do vento. No entanto, os fatores que, em geral, mais influenciam no parasitismo e desenvolvimento das espécies de parasitoide são a temperatura e a umidade relativa (CAVE, 2000).

Adicionalmente, em campo, o comportamento de busca dos parasitoides pelo hospedeiro também é influenciado por fatores genéticos, fisiológicos e ambientais. Este último inclui fatores bióticos como estímulos que conduzem o parasitoide ao habitat do hospedeiro (SILVA, 2007). Rouse et al. (2009) avaliaram a influência de fatores abióticos (temperatura, umidade, pressão atmosférica, intensidade de luz e velocidade do vento) na capacidade de voo e na taxa de parasitismo de *Fopius arisanus* (Sonan, 1932) (Hymenoptera: Braconidae) para o controle da mosca-das-frutas, *Bactrocera zonata* (Saunders, 1842) (Diptera: Tephritidae), e concluíram que a temperatura e a umidade influenciaram na atividade de voo e na taxa de parasitismo deste inseto. A pressão atmosférica influenciou na atividade de voo e os demais parâmetros não exerceram influência no comportamento deste parasitoide de ovo-pupa. Na literatura também podem ser encontrados resultados sobre o efeito da umidade no parasitismo de *Te. remus* em ovos de *Spodoptera litura* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Noctuidae), com parasitismo superior a 90% quando a umidade relativa se situava entre 50-75% (GUPTA; PAWAR, 1985).

Trabalhos realizados com *Te. remus* que se desenvolveram em ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1865) (Lepidoptera: Pyralidae) mostraram que a longevidade da fêmea adulta reduz quando a umidade relativa do ar cai para 40%. O maior parasitismo diário ocorreu nas primeiras 24 h, quando exposto a umidades de 40 a 80 ± 5%. Em 60% de umidade, o maior parasitismo diário ocorreu nas primeiras 120 h. O número médio de ovos parasitados foram de 6,04; 9,08 e 3,88 em 40%, 60% e 80% ± 5% de umidade, respectivamente (POMARI et al., 2014), o que ilustra a importância de estudos nessa temática visando aprimorar as recomendações na liberação desses agentes de controle biológico.

2.3.2 Temperatura

O estudo das exigências térmicas para os parasitoides é importante para o conhecimento da temperatura ótima para o desenvolvimento; permitir o melhor sincronismo das criações do hospedeiro e do parasitoide; bem como, estimar o número de gerações desses insetos para determinadas regiões. Já que a temperatura é o fator que exerce maior influência sobre diversos aspectos biológicos em insetos, como a capacidade de parasitismo, razão sexual, viabilidade de ovos, emergência, entre outros; estes aspectos podem ser alterados de acordo com variações térmicas, o que necessita ser avaliado a fim de subsidiar os programas de CBA em regiões com diferentes características climáticas (GODOY et al., 2010; GUEDES et al., 2012), pois são importantes na elaboração de programas de MIP (PRATISSOLI; PARRA, 2000).

A redução do ciclo de desenvolvimento à medida que se aumenta a temperatura ocorre entre vários parasitoides, como nas espécies do gênero *Trichogramma*, independentemente da origem das linhagens ou dos hospedeiros (BUTLER JUNIOR; LÓPEZ, 1980; GOODENOUGH; HARSTACK; KING, 1983; CALVIN et al., 1984; YU; LANG; HAGLEY, 1984; BLEICHER; PARRA, 1990; PRATISSOLI; PARRA, 2000; PARRA; ZUCCHI, 2004). Entretanto, nem todos os parâmetros biológicos dos parasitoides são diretamente influenciados pela temperatura. Bueno et al. (2008 a) relatam que a temperatura tem pouco impacto sobre a razão sexual de *Te. remus*. O intervalo de temperatura ideal para o desenvolvimento de *Te. remus* é de 25-28°C (BUENO et al., 2008a, POMARI et al. 2012).

As temperaturas mais frias também podem afetar negativamente o desenvolvimento dos parasitoides, causando danos físicos por lesões metabólicas, tais como o estresse osmótico (HANCE et al., 2007; BUENO et al., 2008a). Em condições naturais durante a entressafra de soja, no Sul do Paraná, a maior porcentagem de fêmeas de *Te. podisi* emergiu das posturas parasitadas nos meses mais frios, sugerindo a maior tolerância de fêmeas a temperaturas mais amenas (DOETZER; FOERSTER, 2007), assim como realizado com testes laboratoriais em temperaturas flutuantes, que mostraram maior suscetibilidade dos machos de *Te. podisi* a temperaturas mais baixas (YEARGAN, 1980). Em geral, é evidente que o desenvolvimento e parasitismo estão diretamente ligados com as exigências

térmicas dos parasitoides, o que permite em fornecer informações relevantes para implantação de um programa de controle biológico com a liberação no campo.

2.3.3 Luminosidade

De forma geral, a ausência de luz pode afetar o comportamento de parasitoides, prejudicando sua atividade no parasitismo e capacidade de busca pelo hospedeiro, assim como no ciclo biológico, afetando sua longevidade, fecundidade e diapausa (BAI; SMITH, 1993; SAGARRA et al., 2000, TATSUMI; TAKADA, 2005; LARIOS; OHNO; FUKUHARA, 2007), o que interfere diretamente na eficiência da liberação dos parasitoides de ovos em campo.

Estudos mostram um maior número de ovos parasitados no período onde houve luminosidade, quando comparado ao período escuro (SHIRAZI, 2006). Botelho (1997) relata que fêmeas de *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitaram maior quantidade de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) durante o dia, demonstrando hábito diurno, semelhante a outras espécies desse gênero.

De acordo com Lewis e Whitfeld (1999) e Tunçbilek e Ayvaz (2003) a atividade de parasitismo é maior na fotofase e, após o período inicial de exposição à luz, a atividade de busca se estabiliza no decorrer da fotofase, isto por que a fêmea é capaz de localizar o hospedeiro com eficiência durante o dia. Entretanto, tais informações são escassas para várias espécies de parasitoides como *Te. remus*, *Te. podisi* e *Tr. pretiosum*, podendo variar de acordo com a espécie ou linhagem ressaltando a importância dos trabalhos desenvolvidos nessa tese de doutorado.

2.3.4 Índice pluviométrico

Há trabalhos que recomendam que a liberação dos parasitoides no campo seja nos períodos mais frescos do dia, evitando-se dias chuvosos e com muito vento (BOTELHO; MACEDO, 2002; PINTO et al., 2003; BUENO, 2008). A precipitação pluviométrica pode prejudicar desde a metodologia de soltura dos parasitoides no campo até a sobrevivência e permanência destes na área, já que há

alto índice de mortalidade devido às precipitações pluviométricas (SILVA, 2007; PINTO; PARRA, 2002; BOTELHO, 1997).

Estudos realizados com *Tr. galloi* mostraram que a ocorrência de precipitações pluviométricas logo após a liberação dos parasitoides eliminou cerca de 80% das pupas que estavam aderidas ao cartão desprotegido, refletindo na diminuição da eficiência (SMITH, 1994). Favetti (2017) verificou uma possível interferência das precipitações pluviométricas na redução da eficiência e permanência do parasitoide *Tr. pretiosum* (e hospedeiro) em campo. Sendo assim, a liberação de pupas dentro de capsulas (proteção) pode ser uma tática que reduz o impacto das variações térmicas e protege da ocorrência de precipitações pluviométricas após as liberações (PINTO et al., 2003).

2.3.5 Predação

Além da presença dos parasitoides no campo atuando no controle de insetos, há outros inimigos naturais que também atuam na redução da população de pragas, como os predadores e patógenos. Entretanto, predadores e patógenos, que ocorrem naturalmente, podem reduzir a eficiência dos parasitoides que são liberados nos agroecossistemas e reduzir, assim, o impacto do parasitismo sobre as populações hospedeiras (CAMPOS; ARAÚJO, 1994).

Como os parasitoides são liberados na fase de pupa de forma desprotegida ou em cápsula, estes são imóveis e usualmente desprotegidos e, portanto, altamente suscetíveis a predação, já que além dos fatores abióticos também há interferência de fatores bióticos como a predação das pupas dos parasitoides, principalmente por formigas e lesmas, inviabilizando sua liberação (PINTO; PARRA, 2002).

A proteção de pupas de parasitoides liberadas no campo é uma tática importante, levando a um maior parasitismo do que as demais técnicas, uma vez que, proporciona maior segurança quanto às possíveis variações térmicas e contra a predação após as liberações, pois forneceu aos parasitoides um abrigo contra as condições climáticas adversas. Entretanto, pupas em cápsulas de liberação estão agrupadas, o que pode facilitar sua localização pelo predador, interferindo negativamente na liberação.

REFERÊNCIAS

- BAI, B.; SMITH, S. M. Effect of host availability on reproduction and survival of the parasitoid wasp *Trichogramma minutum*. **Ecological Entomology** [s.l.], v.18, n.4, p. 279-286, 1993.
- BARRATT, B. I. P. et al. Progress in risk assessment for classical biological control. **Biological Control**, [s.l.], v.52, n.3, p.245-254, 2010.
- BESERRA, E. B.; PARRA, J. R. P. Biologia e parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 48, n. 1, p. 119-126, 2004.
- BLEICHER, E.; PARRA, J.R.P. Espécies de *Trichogramma* parasitoides de *Alabama argillacea*. III. Determinação das exigências térmicas de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 215-219, 1990.
- BOTELHO, P.S.M. Eficiência de *Trichogramma* em campo. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, p. 303-318, 1997.
- BOTELHO, P. S. M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. Barueri: Manole, p. 409-425, 2002.
- BOURCHIER, R. S.; SMITH, S. M. Influence of enviromental conditiond and parasitoid quality on field performande of *Trichogramma minutum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Vlasakker, v.80, n.3, p.461-468,1996.
- BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F. et al. Efeito do número de adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) liberados em semanas sucessivas, para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l.], v. 31, n. 1, p. 53-58, 2007.
- BUENO, R. C. O. F. **Bases biológicas para a utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) e *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818**

(Lepidoptera: Noctidae) em soja. 119 f. Tese (Doutorado em Ciências: Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

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

BUENO, A.F. et al. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p.1495-1503, 2008b.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A.F. Biological characteristics and thermal requirements of a Brazilian strain of the parasitoid *Trichogramma pretiosum* reared on eggs of *Pseudoplusia includens* and *Anticarsia gemmatalis*. **Biological Control**, [s.l.], v. 51, n. 3, p. 355-361, 2009.

BUENO, R. C. O. D. F. et al. Parasitism capacity of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 53, n. 1, p. 133-139, 2010.

BUENO, A. F. et al. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros Artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012a. p. 493-630.

BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F. *Trichogramma pretiosum* parasitism and dispersal capacity: a basis for developing biological control programs for soybean caterpillars. **Bulletin of Entomological Research**, [s.l.], v. 102, n. 1, p. 1-8, 2012b.

BUENO, A. F. et al. Economic Thresholds in Soybean-Integrated Pest Management: Old Concepts, Current Adoption, and Adequacy. **Neotropical Entomology**, [s.l.], v. 42, n. 5, p.439-447, 2013.

BUTLER JUNIOR., G.D.; LÓPEZ, J.D. *Trichogramma pretiosum*: Development in two hosts in relation to constant and fluctuating temperatures. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 73, n. 6, p. 671-673, 1980.

CALVIN, D.D. et al. Impact of environmental factors on *Trichogramma pretiosum* reared on southwestern corn borer eggs. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 13, n. 3, p. 774-780, 1984.

CAMPOS, W. G.; ARAÚJO, E. R. Ecologia de insetos parasitoides e o controle biológico de pragas. **Vertentes**, n. 4, p. 79-93, 1994.

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

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

CÔNSOLI, F. L.; ROSSI, M. M.; PARRA, J. R. P. Developmental time and characteristics of the immature stages of *Trichogramma galloi* and *Tr. pretiosum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 43, n. 3/4, p. 271-275, 1999.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Utilização do parasitóide de ovos *Trissolcus basalisi* (Wollaston) no controle de percevejos da soja. **Embrapa Soja-Circular Técnica** (INFOTECA-E) p. 42, 1993.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Seasonal Occurrence and Host Spectrum of Egg Parasitoids Associated with Soybean Stink Bugs. **Biological Control**, [s.l.], v. 5, n. 2, p.196-202, 1995.

CORRÊA-FERREIRA, B.S E PANIZZI. A.R. **Percevejos da Soja e seu Manejo**. Embrapa- CNPSo, Circular técnica. n.24, p.01– 45, 1999.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of stinkbugs. **Agriculture and Forest Entomology**, [s.l.], v.4, p.145-150, 2002.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PERES, W. A. A. Uso de parasitoides no manejo dos percevejos-pragas da soja. In: CORRÊA-FERREIRA, B.S. (Org.). **Soja orgânica: Alternativas para o manejo dos insetos-pragas**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. p. 33-45.

CORRÊA-FERREIRA, B.S. Amostragem de pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-pragas**. Londrina: Embrapa, p. 631-672, 2012

CORRÊA-FERREIRA, B.S. et al. **MIP-Soja: resultados de uma tecnologia eficiente e sustentável no manejo de percevejos no atual sistema produtivo da soja**. Londrina: Embrapa Soja, p. 55, 2013. (Embrapa Soja. Documentos, 341).

CRUZ, I. Incidência de pragas na safra de milho. Embrapa Milho e Sorgo-**Artigo de divulgação na mídia** (INFOTECA-E), [s.l.], 2011.

DINIZ, F. R.; RODRIGUES, K. F.; ROSSI, M. M. Produção do parasitoide *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) para controle biológico da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Nucleos**, [s.l.], v. 5, n. 2, p. 39-48, 2008.

DOETZER, A. K; FOERSTER, L. A. Desenvolvimento, longevidade de reprodução de *Trissolcus basalisi* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmed. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.2, n. 36, p.233-242, 2007

FAVETTI, B. M. **Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* riley (Hymenoptera: trichogrammatidae) e o seu papel no manejo de lepidópteros-praga na cultura da soja**. 126f, 2017. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, 2017.

FIGUEIREDO, M. L. C.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, M. T. Controle integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) utilizando-se o parasitoide *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Scelionidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34 n. 11, p.1975-1982, 1999.

FOERSTER, L. A.; AVANCI, M. R. F. Egg parasitoids of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) in soybeans. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, p. 545-548, 1999.

GODOY, K. B., et al. Parasitismo e sítios de diapausa de adultos do percevejo marrom, *Euschistus heros* na região da Grande Dourados, MS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, p.1199-1202, 2010.

GOODENOUGH, J.L.; HARSTACK, A.W.; KING, E.G. Developmental models for *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on four hosts. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 76, n. 5, p. 169-189, 1983.

GUEDES, J. V. C. et al. Percevejos da soja: novos cenários, novo manejo. **Revista Plantio Direto**, [s.l.], v. 12, n. 1, p.24-30, 2012.

GUPTA, M.; PAWAR, A. D. Multiplication of *Telenomus remus nixon* on *Spodoptera litura* (fabricius) reared on artificial diet. **Journal of Advanced Zoology**, [s.l.], v. 6, n. 1, p. 13-17, 1985.

HAJI, F N. D. et al. **Tecnologia de produção massal de *Trichogramma* spp.** Petrolina: EMBRAPA CPATSA, p. 24, 1998.

HANCE, T. et al. Impact of extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective. **Annual Review of Entomology**, [s.l.], v. 52, 2007.

HASSAN, S. A. The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: achievements and outlook. **Pesticide Science**, Oxford, v. 37, p. 387-391, 1993.

HIGLEY, L.G.; PETERSON, R.K.D. **The biological basis of the EIL.** University of Nebraska Press, Lincoln, 1996.

HOFFMANN, M. et al. Performance of *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on factitious hosts, including the target host, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Biological Control**, [s.l.], v. 21, p. 1-10, 2001.

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

LARIOS, G. L. B.; OHNO, K.; FUKUHARA, F. Effects of photoperiod and temperature on preimaginal development and Summer diapause of *Chrysocharis pubicornis* (Zetterstedt) (Hymenoptera: Eulophidae), a pupal parasitoid of leafminers (Diptera: Agromyzidae). **Applied entomology and zoology**, v. 42, n. 2, p. 189-197, 2007.

LAUMANN, R.A. et al. Egg parasitoid wasps as natural enemies of the neotropical stink bug *Dichelops melacanthus*. *Pesquisa agropecuária Brasileira* v.45, n.5, p.442–449, 2010.

LEWIS, C. N.; WHITFIELD, J. B. Braconid wasp (Hymenoptera: Braconidae) diversity in forest plots under different silvicultural methods. **Environmental Entomology**, [s.l.], v. 28, n. 6, p. 986-997, 1999.

MARCHIORI, C. H. et al. Parasitoides de dípteros coletados em Itumbiara, GO, e Tupaciguara, MG, Brasil. **Arquivo Instituto Biológico**, v.73, n.3, p.371-374, 2006.

MCDUGALL, S. J.; MILLS, N. J. The influence of hosts, temperature and food sources on the longevity of *Trichogramma platneri*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Vlasakker ,v.83, n. 2, p.195-203, 1997.

MOLINA, R.M.S., FRONZA, V., PARRA, J.R.P. Seleção de *Trichogramma* spp., para o controle de *Ecdytoplopha aurantiana*, com base na biologia e exigências térmicas. **Revista Brasileira Entomologia**, 49, 152-158, 2005.

MORALES, L.; SILVA, M.T.B. da. Desafios do MIP Soja na região sul do Brasil e o plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2006. p.134-139.

MOSCARDI, F. et al. Diagnóstico da situação atual do manejo de pragas na cultura da soja no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 5, 2009, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2009. 1 CD-ROM.

NAVA, D. **Controle biológico de insetos-praga em frutíferas de clima temperado: uma opção viável, mas desafiadora**. Embrapa Clima Temperado, 2007.

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

ORR, D. B. Scelionid wasps a biological control agent: a review. **Florida Entomologist**, [s.l.], v. 71, p. 506-527.1988.

PACHECO D. J. P., CORRÊA-FERREIRA, B. S. Parasitism by *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) on the soybean stinkbugs population. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, [s.l.], v. 29, p. 295-302, 2000.

PANIZZI, A. R. History and Contemporary Perspectives of the Integrated Pest Management of Soybean in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 42, p. 119–127, 2013.

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**, [s.l.], v. 82, p. 153-160, 1987.

PARRA, J. R. P. Etapas básicas para programas de controle biológico com *Trichogramma* no Brasil. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 5, 1996, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu. p. 353- 354.

PARRA, J. R. P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado**. Piracicaba: FEALQ, p. 324, 1997.

PARRA, J. R. P. et al. Controle biológico uma visão inter e multidisciplinar. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CÔRREA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle Biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole. cap. 8, p. 125-142, 2002

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI. R. A. *Trichogramma* in Brazil: Feasibility of Use after Twenty Years of Research. **Neotropical Entomology**, [s.l.], v. 33, p. 271-281, 2004.

PARRA, J. R. P.; BENTO, J. M. S. Parasitoides e predadores no controle biológico de insetos-praga. In: OLIVEIRA-FILHO, E. C.; MONNERAT, R. G. **Fundamentos para a regulação de semioquímicos, inimigos naturais e agentes microbiológicos de controle de pragas**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. cap. 5, p. 103-119.

PARRA, J. R. P. Egg Parasitoids Commercialization in the New World. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A (Eds). **Progress in biological control: egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. New York: Springer, p. 373-386, 2010.

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.; HUTCHINS, S.H.; HIGLEY, L.G. Economic Injury Levels in Theory and Practice. **Annual Review of Entomology**, [s.l.], v. 31, n. 1, p. 341-368, 1986.

PEDIGO, L.P. **Entomology and Pest Management**. New York: MacMillan Inc., p. 646, 1989.

PEDRASI, T.C.; PARRA, J.R.P. Técnica de criação e determinação das exigências térmicas de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). In: X Congresso Brasileiro de Entomologia, **Anais...** Rio de Janeiro: SEB. P. 227, 1986.

PINTO, J. D. Taxonomia de Trichogrammatidae (Hymenoptera) com ênfase nos gêneros que parasitam Lepidoptera. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico**. FEALQ, Piracicaba, p. 13-40, 1997

PINTO, A. S.; PARRA, J. R. P. Liberação de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. Barueri, SP: Manole, p. 325-342, 2002.

PINTO, A. S. et al. Comparação de técnicas de liberação de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 311-318, 2003.

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

PINTO, A. S. et al. Manejo das principais pragas da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (Ed.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, p. 257-280, 2006.

POMARI, A. F. et al. Biological characteristics and thermal requirements of the biological control agent *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) reared on eggs of different species of the genus *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of Entomological Society of America**, Knoxville, v. 105, n. 3, p. 72 -8 1, 2012.

POMARI, A. F. et al. Releasing number of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Scelionidae) against *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in corn, cotton and soybean. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 377 - 382, 2013.

POMARI, A. F. et al. The Importance of Relative Humidity for *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) Parasitism and Development on *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Eggs. **Annals of the Entomological Society of America**, [s.l.], v. 108, n. 1, p. 11-17, 2014.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley, criados em duas traças do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.7, p.1281-1288, 2000.

PRATISSOLI, D. et al. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira**, [s.l.], v. 21, n. 1, p. 73-76, 2002.

PRATISSOLI, D. Produção comercial de parasitoides, predadores e patógenos de pragas do algodoeiro. In: **Congresso Brasileiro do Algodão**, v.9, 2013, Brasília. Annals of Entomological Society of America Brasilia: Editora, 2013. CD-ROM.

QUEIROZ, A. P. et al. Influence of host preference, mating, and release density on the parasitism of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera, Scelionidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, [s.l.], v. 61, n. 1, p. 86-90, 2016.

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

ROUSSE, P. et al. Biotic and abiotic factors affecting the flight activity of *Fopius arisanus*, an egg-pupal parasitoid of fruit fly pests. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 38, n. 3, p. 896-903, 2009.

SAGARRA, L. A, et al. Effect of host density, temperature, and photoperiod on the fitness of *Anagyrus kamali*, a parasitoid of the hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Vlasakker, v. 96, n. 2, p. 141-147, 2000.

SAMPAIO, M.V. Controle biológico de pragas com uso de parasitoides. **Informe Agropecuário**. v.251, n.30, p.41-46, 2009.

SCHWARTZ, A.; GERLING, D. Adult biology of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) under laboratory conditions. **Entomophaga**, Paris, v.19, p.482-492, 1974.

SILVA, C.S.B. Dispersão do parasitoide de ovos *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e sua interação com algumas variáveis ambientais em agroecossistemas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). 160f. 2007. **Dissertação** Centro de Ciências Agrárias da Unesp/FCAV. 2007.

SHIRAZI, J. Effect of Temperature and Photoperiod on the Biological Characters of *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera: Trichogrammatidae) **Pakistan Journal of Biological Sciences**, [s.l.], 9: 820-824, 2006.

SMITH, S.M. Methods and timing of releases of *Trichogramma* to control lepidopterous pests. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. Biological control with egg parasitoids. Wallingford: CAB International, 1994. chap. 6, p. 113-126.

SMITH, S.M. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. **Annual Review of Entomology**, [s.l.], v.41, n.2, p. 375-406, 1996.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. In HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FEREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Org.). **Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga**. 1 ed. Londrina: Embrapa, p. 673-723, 2012.

STEIN, C.P.; PARRA, J.R.P. Uso da radiação para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) visando estudos com *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 16, n. 1, p. 229-231, 1987.

SUJII, E.R. et al. Inter and intra-guild interactions in egg parasitoid species of the soybean stink bug complex. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p.1541-1549, 2002.

TATSUMI, E.; TAKADA, H. Effects of photoperiod and temperature on adult oligopause of *Aphelinus asychis* and larval diapause of *A. albipodus* (Hymenoptera: Aphelinidae). **Applied Entomology and Zoology**, [s.l.], v. 40, p. 447-456, 2005.

TECNOLOGIAS de produção de soja - região central do Brasil 2004. Londrina: Soja: Embrapa Agropecuária Oeste: Embrapa Cerrados: **EPAMIG**: Fundação Triângulo, 2003. 237 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 4).

THOMSON, L. J; HOFFMANN, A. A. Laboratory fecundity as predictor of field success in *Trichogramma carverae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Economic Entomology**, [s.l.], v. 95, n. 5, p.912-917, 2002.

TORRES, J. B.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V. Produção e uso de percevejos predadores (Pentatomidae, Asopinae) no controle biológico de lagartas desfolhadoras. p. 41-51. In: **Workshop sobre Fitossanidade Florestal do Mercosul**, 1, Santa Maria, UFSM-Centro de Pesquisas Florestais, p. 80, 1996.

TUNÇBILEK, A. S.; AYVAZ, A. Influences of host age, sex ratio, population density, and photoperiod on parasitism by *Trichogramma evanescens* Westw. (Hym., Trichogrammatidae). **Anzeiger für Schädlingskunde**, [s.l.], v. 76, n. 6, p. 176-180, 2003.

TURNIPSEED, S. G.; KOGAN, M. Soybean entomology. **Annual Review of Entomology**, v.21, n.1, p. 247-282, 1976.

VAN LENTEREN, J. C. et al. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, Dordrecht, v. 62, p. 1-25, 2017.

VINSON, S.B.; IWANTSCH, G.F. Host suitability for insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**. v.25, p.397–419, 1980.

WAAGE, J.; GREATHEAD, D. Insects parasitoids. **Academic Press**, New York, p. 389, 1986.

WITTING, B. E.; ORR, D. B.; LINKER, H. M. Attraction of insect natural enemies to habitat plantings in North Carolina. **Journal of Entomological Science**, Georgia, v. 42, n. 4, p.439-456, 2007.

YEARGAN, K.V. Effects of temperature on developmental rate of *Telonomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae); **Annals of Entomological Society of America**. [s.l.], v. 73, n. 3, p. 339 -342, 1980.

YU, D.S.K.; LANG, J.E.; HAGLEY, A.C. Dispersal of *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in apple orchard after inundative releases. **Environmental Entomology**, Lanham, v.13, n. 2, p. 371-374, 1984.

ZUCCHI, R. A.; QUERINO, R. B.; MONTEIRO, R. C. Diversity and hosts of *Trichogramma* in the New World, with emphasis in South America. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Org.). **Egg parasitoids in Agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, cap 8, p. 219-236, 2010.

3 ARTIGO A: INFLUÊNCIA DA LUZ NO PARASITISMO DE *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* E *Telenomus podisi* EM DIFERENTES TEMPERATURAS

RESUMO

Entender o impacto de fatores bióticos e abióticos no parasitismo é crucial para liberar parasitoides de ovos de maneira eficiente no campo. Assim, para determinar a influência de luz sobre o parasitismo de *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* e *Telenomus podisi* em diferentes temperaturas é de grande importância. Fêmeas dos parasitoides, individualizadas em microtubos de plástico, foram expostas a presença ou ausência de luz em diferentes temperaturas. Foram ofertadas cartelas com ovos dos respectivos hospedeiros de acordo com os tratamentos, por 12 horas. Após esse período, o número de ovos parasitados foi avaliado. Verificou-se que para *Tr. pretiosum*, houve interação entre a presença de luz e temperatura, e a presença de luz favoreceu a atividade de parasitismo de independente das diferentes temperaturas, no tratamento com ausência de luz houve maior número de ovos parasitados a 20 °C. Não houve interação entre os dois fatores para *Te. remus* e *Te. podisi*. Semelhante ao *Tr. pretiosum*, *Te. remus* que apresentou parasitismo superior no claro, e nas temperaturas 20°C a 25°C. O parasitismo de *Te. podisi*, não foi influenciado pela presença ou ausência de luz, no entanto houve um desempenho superior de parasitismo em 20°C a 25°C. A temperatura de 15°C reduziu o número de ovos parasitados por *Te. remus* e *Te. podisi*. Sendo necessário essas avaliações a nível de campo.

Palavras-chave: fator abiótico, parasitoides de ovos, controle biológico.

INFLUENCE OF LIGHT IN PARASITISM OF *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* AND *Telenomus podisi* IN DIFFERENT TEMPERATURES

ABSTRACT

Understanding the impact of biotic and abiotic factors on parasitism is crucial to efficiently release egg parasitoids in the field. Thus, to determine the influence of light on the parasitism of *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* and *Telenomus podisi* at different temperatures is of great importance. Females of the parasitoids, individualized in plastic microtubes, were exposed to the presence or absence of light at different temperatures. Egg trays of the respective hosts were offered according to the treatments, for 12 hours. After this period, the number of parasitized eggs was evaluated. It has been found that for *Tr. pretiosum*, there was an interaction between the presence of light and temperature, and the presence of light favored the parasitism activity independently of the different temperatures, in the treatment with absence of light there were more eggs parasitized at 20°C. There was no interaction between the two factors for *Te. remus* and *Te. podisi*. Similar to *Tr. pretiosum*, *Te. remus* that presented superior parasitism in the clear, and at temperatures 20°C to 25°C. The parasitism of *Te. podisi*, was not influenced by the presence or absence of light, however there was a superior parasitism performance at 20°C at 25°C. The temperature of 15°C reduced the number of eggs parasitized by *Te. remus* and *Te. podisi*. These field level assessments are required.

Key words: Abiotic factor, egg parasitoids, biological control

3.1 INTRODUÇÃO

A busca por alternativas ao uso excessivo de agrotóxicos na agricultura vem aumentando nos últimos anos (MÉLO-FILHO; GUENTHER, 2015; SOUZA; LOPES; SARCINELLI, 2015). Entre as opções sustentáveis de manejo de pragas está o controle biológico aumentativo (CBA), com liberações inundativas de agentes de controle biológico como, por exemplo, os parasitoides de ovos (VAN LENTEREN et al., 2017). Estes agentes de controle biológico se destacam por atuarem na fase de ovo da praga, antes mesmo da ocorrência de injúrias na lavoura (QUERINO; ZUCCHI, 2016; VALENTE et al., 2016). Entretanto, para que o controle de pragas utilizando os parasitoides seja eficiente é fundamental a avaliação dos impactos de fatores bióticos e abióticos na capacidade de parasitismo desses inimigos naturais sobre de insetos-praga (FUENTES, 1994).

A eficiência do parasitismo está diretamente ligada à capacidade do parasitoide em localizar o hospedeiro a campo e de sobreviver em diferentes condições ambientais, que muitas vezes podem ser desfavoráveis ao inimigo natural, dependendo da temperatura, fotoperíodo, umidade entre outros fatores (GODOY et al., 2010; GUEDES et al., 2012). Nesse contexto, a escolha do melhor momento de liberação dos parasitoides de ovos, que usualmente é feito no estágio de pupa, é essencial para o sucesso dessa tática de CBA. Liberações durante o dia podem favorecer a exposição das pupas à altas temperaturas, o que pode ser prejudicial a emergência do parasitoide (BAI; SMITH, 1993; SAGARRA et al., 2000; TATSUMI; TAKADA, 2005; LARIOS; OHNO; FUKUHARA, 2007). Por outro lado, a liberação do parasitoide no final da tarde ou início da noite pode não favorecer o parasitismo pela ausência de luz, o que não seria recomendável, pois este inseto estaria exposto a possíveis causas de mortalidade durante à noite sem o parasitismo desejado. Entretanto, a influência da luz no parasitismo desses insetos e sua atividade no período noturno ainda não foi amplamente estudado para a maioria das espécies. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da presença de luz, no parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), *Telenomus remus* (Nixon, 1937) e *Telenomus podisi* (Ashmead 1893) (Hymenoptera: Scelionidae) em diferentes temperaturas (15°C, 20°C e 25°C).

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 CRIAÇÃO E MULTIPLICAÇÃO DOS PARASITOIDES DE OVOS *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi*

Os insetos utilizados neste estudo foram obtidos de colônias mantidas na Embrapa Soja, Londrina, Paraná, sob condições controladas dentro de câmaras climatizadas de Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD - ELETROLab®, modelo EL 212) a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotoperíodo de 14h (L/D). *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi* foram criados de acordo com Parra (1997), Pomari et al. (2012) e Peres e Corrêa-Ferreira (2004), respectivamente, conforme descrito resumidamente a seguir.

Trichogramma pretiosum foi originalmente coletado em plantas de soja (*Glycine max*) em Londrina, estado do Paraná, Brasil, e criado em laboratório por um ano. *Telenomus podisi* também foi originalmente coletado em campos de soja em Londrina e mantido no laboratório por aproximadamente seis anos. Diferentemente, *Te. remus* foi originalmente coletado no Equador em 1986 e multiplicado nas instalações de criação de parasitoides da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”/ Universidade de São Paulo (ESALQ/ USP), e depois transferido para a Embrapa Soja, onde foram criados em laboratório desde então.

Os parasitoides foram colocados em gaiolas (potes plásticos transparentes de 2L, fechados com filme de PVC) com gotas de mel para alimentação de adultos. Para *Tr. pretiosum*, ovos do hospedeiro *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), foi usado por ser considerado o hospedeiro mais apropriado para criação massiva (SMITH, 1996; WAJNBERG; HASSAN, 1994). Estes ovos foram colados em papel cartão e mortos pela exposição à luz ultravioleta durante 30 minutos (STEIN; PARRA, 1987) e posteriormente ofertados ao parasitoide. Para *Te. podisi*, ovos de *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) foram mantidos nitrogênio líquido a -196°C por até seis meses antes do parasitismo. Para *Te. remus* foram utilizadas massas de ovos de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) com até 24 h sem qualquer tipo de esterilização. Ovos hospedeiros foram colados em papel cartão e depois oferecidos para parasitismo por 24 h. Os parasitoides recém-emergidos foram usados para os experimentos ou para manutenção das colônias de insetos.

3.2.2 INSTALAÇÃO DOS BIOENSAIOS DE *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi*

Três bioensaios foram realizados de forma independente; sendo um para cada uma das espécies de parasitoides. Todos os bioensaios foram conduzidos em BOD (ELETROLab®, modelo EL 212) a $80 \pm 10\%$ UR, fotoperíodo e temperaturas adequadas a cada tratamento.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3, sendo presença de luz e ausência de luz em 3 temperaturas (15°C , 20°C e $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). Sendo os experimentos conduzidos por 12 h. Para cada combinação, foram utilizadas 10 repetições, cada repetição foi composta por uma fêmea individualizada.

Foram individualizadas 60 fêmeas previamente acasaladas de cada parasitoide (≤ 24 horas) em microtubos de plástico (8 x 2 cm) vedados com filme plástico de PVC e alimentadas com mel. Cartelas contendo ovos dos hospedeiros (50 ± 10 ovos de *A. kuehniella*, *S. frugiperda* e *E. heros* conforme com cada espécie de parasitoide) foram ofertadas às fêmeas para parasitismo. Essas cartelas foram colocadas junto as fêmeas ainda em ambiente com luz e, imediatamente após, colocadas dentro de BOD's, reguladas de acordo com os tratamentos, onde permaneceu por 12 horas. Após este período as cartelas com os ovos hospedeiros foram retiradas e armazenadas em microtubos de plástico tampados com filme plástico de PVC, mantidos em condições controladas (T: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR fotoperíodo de 14/10 h [C/E]) até a emergência dos adultos. Em cada tratamento avaliou-se o número de ovos parasitados, considerando-se parasitados os ovos que adquiriram coloração preta.

3.2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados dos ensaios foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos (SHAPIRO; WILK, 1965), homogeneidade de variância dos tratamentos e aditividade do modelo (BURR; FOSTER, 1972) para permitir a aplicação da ANOVA. Em seguida, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (SAS Institute, 2009).

3.3 RESULTADOS

O fator que mais mostrou influência sob o parasitismo foi à luminosidade. Com exceção do *Te. podisi*, que não apresentou diferença nos dois ambientes (claro e escuro), o maior parasitismo foi observado na luz quando comparado ao escuro (Tabelas 3.1 e 3.2). No experimento realizado com *Tr. pretiosum* houve interação dos fatores temperatura e luminosidade (Tabela 3.1). Na presença de luz, o número de ovos parasitados foi maior em relação a ausência de luz em todas as temperaturas avaliadas. No claro a temperatura não influenciou o número dos ovos parasitados, entretanto na ausência de luz o maior parasitismo ocorreu a 20°C, com 18 ovos parasitados durante o período avaliado (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 Número de ovos de *A. kueniella* parasitados por *Tr. pretiosum* em 12 horas de parasitismo submetidos à diferentes temperaturas na presença ou ausência de luz

Temperatura	Luminosidade	
	Claro ¹	Escuro ¹
15°C	43,00 ± 3,03 aA	8,13 ± 3,09 bB
20°C	29,75 ± 1,98 aA	18,00 ± 2,21 aB
25°C	44,11 ± 4,51 aA	8,44 ± 3,05 bB
CV(%)	25,66	
F _{temperatura *luminosidade}	8,38	
p _{temperatura*luminosidade}	0,0008	

Médias ± EPM seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ¹Dados originais seguidos pela análise estatística realizado nos dados transformados em $\sqrt{X + 1}$.

Para os parasitoides *Te. remus* e *Te. podisi*, não houve interação entre os fatores temperatura e luminosidade. Semelhante ao observado para *Tr. pretiosum*, *Te. remus* também parasitou maior número de ovos na presença de luz quando comparado ao tratamento com ausência de luz. Tanto o *Te. remus* quanto o *Te. podisi* parasitaram menor número de ovos (18,53 e 9,00, respectivamente) quando submetidos à temperatura de 15 °C (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 Número ovos de *S. frugiperda* e de *E. heros*, parasitados por *Te. remus* e *Te. podisi*, respectivamente, em 12 horas de parasitismo submetidos à diferentes temperaturas na presença ou ausência de luz

Fatores	Parasitoide		
	<i>Telenomus remus</i> ¹	<i>Telenomus podisi</i> ¹	
Temperatura	15°C	18,53 ± 3,88 b	9,00 ± 1,61 b
	20°C	36,55 ± 5,09 a	12,79 ± 1,45 ab
	25°C	33,95 ± 4,54 a	16,29 ± 1,56 a
Luminosidade	Claro	34,40 ± 3,71 A	13,89 ± 1,21 A
	Escuro	25,17 ± 4,04 B	11,37 ± 1,47 A
Estatística	CV	38,16	26,82
	F _{Temperatura}	5,59	8,12
	F _{Luminosidade}	6,45	5,39
	F _{Temp*Lum}	0,96	2,88
	ρ _{Temperatura}	0,0069	0,0011
	ρ _{Luminosidade}	0,0147	0,0255
	ρ _{Temp*Lum}	0,3910	0,0684

Médias ±EPM seguidas pela mesma letra na coluna, para cada fator de variação (minúscula para temperatura e maiúscula para luminosidade), não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ¹Dados originais seguidos pela análise estatística realizado nos dados transformados em $\sqrt{X + 1}$.

3.4 DISCUSSÃO

Trichogramma pretiosum e *Te. remus* tiveram maior parasitismo na presença da luz quando comparado ao escuro e isso sugere que a eficiência desses parasitoides seja maior durante o dia. Esses resultados corroboram com estudos prévios de outros parasitoides, nos quais a ausência de luminosidade afetou diretamente o comportamento dos parasitoides, podendo alterar sua atividade de parasitismo (SAGARRA et al., 2000, TATSUMI; TAKADA, 2005; LARIOS; OHNO; FUKUHARA, 2007). Resultados relatados na literatura comprovam que a atividade de parasitismo da espécie *Trichogramma evanescens* (Westwood, 1833)

(Hymenoptera: Trichogrammatidae), é maior na fotofase (LEWIS; WHITFIELD, 1999; TUNÇBILEK; AYVAZ, 2003). Em trabalhos realizados por Botelho (1997) também foi observado que fêmeas de *Tr. galloi* parasitaram maior número de ovos de *D. saccharalis* durante o dia, demonstrando seu hábito diurno. Outros resultados semelhantes foram observados por Santana et al. (2013) que relataram um maior número de ovos de *D. saccharalis* parasitados por *Tr. galloi* no período em que houve luminosidade, quando comparado ao período sem luz.

Além da luminosidade, a temperatura é outro fator abiótico que exerce influência sobre o parasitismo, neste estudo a temperatura mais baixa avaliada (15°C) influenciou negativamente o parasitismo de *Te. remus* e *Te. podisi*. Comprovando que a capacidade de parasitismo, que é alterada de acordo com variações térmicas (GODOY et al., 2010; GUEDES et al., 2012). Outro aspecto a se considerar e que pode ter sido responsável pelas diferenças na quantidade de ovos parasitados de *S. frugiperda* e *E. heros* nas temperaturas mais baixas, é a habilidade específica de *Te. remus* e *Te. podisi* em conseguir introduzir o ovipositor no córion do ovo de seus respectivos hospedeiros, uma vez que os mesmos perdem gradativamente a turgidez com o aumento da temperatura. Esse fato foi previamente relatado por Pereira et al. (2004) que observou interferência da turgidez dos ovos de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) no parasitismo de *Trichogramma exiguum* (Pinto e Platner, 1978) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e por Molina, Fronza e Parra (2005) que verificou interferência do parasitismo de *Tr. pretiosum* e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Gymnandrosoma aurantianum* Lima (Lepidoptera, Tortricidae). Inesperadamente, essa diferença não foi observada para *Tr. pretiosum* nesse experimento. Essa diferença nos resultados obtidos a 15°C pode ser em consequência do ovo hospedeiro utilizado. A perda de turgidez provavelmente não ocorreu com a elevação da temperatura no experimento com *Tr. pretiosum*, pois foram utilizados ovos de *A. kueniella* previamente esterilizados na luz ultravioleta. Esse processo por si só já desidrata os ovos hospedeiros e por isso a turgidez dos ovos encontrada por *Tr. pretiosum* a 15°C, 20°C e 25°C.

3.5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos conclui-se que a presença de luz

permite maior atividade de parasitismo de *Tr. pretiosum* e *Te. remus*. A presença ou ausência de lua não influencia o parasitismo de *Te. podisi*. A temperatura influencia diretamente a atividade de parasitismo de *Te. remus* e *Te. podisi*, reduzindo o número com ovos parasitados a 15°C.

REFERÊNCIAS

- BOTELHO, P.S.M. Eficiência de *Trichogramma* em campo. In: PARRA, J. R.P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). ***Trichogramma e o controle biológico aplicado***. Piracicaba: FEALQ, p. 303-318, 1997.
- BURR, I. W.; FOSTER. L. A. A test for equality of variances. **West Lafayette: University of Purdue**, p.26, 1972.
- FIGUEIREDO, M. L. C.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, M. T. Controle integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) utilizando-se o parasitoide *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Scelionidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34 n. 11, p.1975-1982, 1999.
- FUENTES, S.F. **Produccion y uso de *Trichogramma* como regulador de plagas**. Lima, Red de acción em alternativas al uso de agroquímicos (RAAA), p.192, 1994.
- GUEDES, J. V. C. et al. Percevejos da soja: novos cenários, novo manejo. **Revista Plantio Direto**, [s.l.], v. 12, n. 1, p.24-30, 2012.
- GODOY, K. B., et al. Parasitismo e sítios de diapausa de adultos do percevejo marrom, *Euschistus heros* na região da Grande Dourados, MS. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 40, n. 5, p.1199-1202, 2010.
- LARIOS, G. L. B.; OHNO, K.; FUKUHARA, F. Effects of photoperiod and temperature on preimaginal development and summer diapause of *Chrysocharis pubicornis* (Zetterstedt) (Hymenoptera: Eulophidae), a pupal parasitoid of leafminers (Diptera: Agromyzidae). **Applied Entomology and Zoology**, [s.l.], v.42, n.2, p.189-197, 2007.
- LEWIS, C. N; WHITFIELD, J. B. Braconid wasp (Hymenoptera: Braconidae) diversity in forest plots under different silvicultural methods. **Environmental Entomology**, [s.l.], v. 28, p.986-997, 1999.

MÉLO-FILHO, L. R.; GUENTHER, M. A resistência sistêmica induzida como alternativa sustentável ao uso de agrotóxicos. **Revista Agroambiente**, [s.l.], v.8, n. Edição Especial, p. 27-38, 2015.

MOLINA, R.M.S.; FRONZA, V.; PARRA, J.R.P. Seleção de *Trichogramma* spp., para o controle de *Ecdytolopa aurantiana*, com base na biologia e exigências térmicas. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 49, n. 1, p. 152-158, 2005.

PARRA, J. R. P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado**. Piracicaba: FEALQ, p. 324, 1997.

PEREIRA, et al. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Planter (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, Vacaria, v. 33, p. 231-236, 2004

PERES, W.A.A.; CORRÊA-FERREIRA, B.S. Methodology of mass multiplication of *Telenomus podisi* Ash. and *Trissolcus basalisi* (Woll.) (Hymenoptera: Scelionidae) on eggs of *Euschistus heros* (Fab.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology** v.33, p. 457–462, 2004

POMARI, A. F. et al. Biological characteristics and thermal requirements of the biological control agent *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) reared on eggs of different species of the genus *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of Entomological Society of America**, Knoxville, v. 105, n. 3, p. 72 -8 1, 2012.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley, criados em duas traças do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.7, p.1281-1288, 2000.

QUERINO, R. B.; ZUCCHI, R. A. **Trichogramma** na Amazônia - Visão geral e potencialidades. In: SILVA, N.M. et al. (Eds.). **Pragas agrícolas e florestais na Amazônia**. Macapá: Embrapa Amapá, p.597-606, 2016.

SAGARRA, L. A. et al. Effect of host density, temperature, and photoperiod on the fitness of *Anagyrus kamali*, a parasitoid of the hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Vlasakker, v. 96, n. 2, p. 141-147, 2000.

SANTANA, et al. Influência do Fotoperíodo no Parasitismo de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em Ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae). **EntomoBrasilis**, V.6, N.2, P.165-167, 2013.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics, version 8e. Cary, NC: SAS Institute (2001), 2009.

SHAPIRO, S.S; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, London, v.52, p.591-611, 1965.

SMITH, S.M. Biological control with *Trichogramma*: Advances, successes, and potential of their use. **Annual Review of Entomology** v. 41, p. 375-406, 1996.

SOUZA, D. S., LOPES, R. M; SARCINELLI, P. N. de. Educational intervention in exposure to pesticides: an integrative review. **Revista Trabalho e Educação**, [s.l.], v. 24, n. 2, p. 247-265, 2015.

STEIN, C.P., PARRA, J.R.P. Uso da radiação para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) visando estudos com *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** v 16, p. 229-231, 1987.

TATSUMI, E.; TAKADA, H. Effects of photoperiod and temperature on adult oligopause of *Aphelinus asychis* and larval diapause of *A. albipodus* (Hymenoptera: Aphelinidae). **Applied Entomology and Zoology**, [s.l.], v. 40, p. 447-456, 2005.

TUNÇBILEK, A. S.; AYVAZ, A. Influences of host age, sex ratio, population density, and photoperiod on parasitism by *Trichogramma evanescens* Westw. (Hym., Trichogrammatidae). **Anzeiger für Schädlingkunde**, [s.l.], v. 76, n. 6, p. 176-180, 2003.

VALENTE et al. Desempenho de *Trichogramma galloi* sobre ovos de *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 4, p.293-300, 2016.

VAN LENTEREN, et al. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, Dordrecht, v.62, p.1-25, 2017.

WAJNBERG, E., HASSAN, S. A. **Biological control with egg parasitoids**. British Library, Wallingford, p. 286, 1994.

4 ARTIGO B: IMPACTO DA UMIDADE DO SOLO, PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E TEMPERATURA NA EMERGÊNCIA DOS ADULTOS DE *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* E *Telenomus podisi*

RESUMO

Fatores bióticos e abióticos podem exercer influência sobre os aspectos biológicos dos parasitoides, sendo assim alguns parâmetros biológicos do parasitoide podem ser altamente influenciados por fatores como umidade, precipitação pluviométrica e temperatura. O objetivo do trabalho foi determinar o efeito de diferentes níveis de umidade do solo, precipitação pluviométrica e temperatura sobre a emergência dos adultos de *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* e *Telenomus podisi*, afim de viabilizar a utilização desses organismos em grandes áreas. No experimento em que foi avaliado o fator umidade, foram utilizadas duas formas de liberação de pupas, desprotegidas e em cápsulas, as quais foram submetidas a dois tipos de ambiente de liberação: com solo seco e solo úmido. No experimento para avaliar precipitação pluviométrica, pupas desprotegidas e em cápsulas receberam 4 intensidades pluviométricas, e no de diferentes temperaturas, as pupas, desprotegidas ou em cápsulas, foram mantidas em 3 diferentes temperaturas. Em todos os experimentos, utilizou-se para avaliar a emergência dos parasitoides foi utilizado o modelo para teste de voo, ao final todos os parasitoides emergidos e capturados nas barreiras de cola foram contabilizados com a utilização de uma lupa. Ao avaliar o parâmetro umidade, a cápsula ofereceu proteção para os parasitoides *Tr. pretiosum* e *Te. remus*, pois observou-se maior número de ovos parasitados com pupas protegidas por cápsulas. Verificou-se que as cápsulas oferecem proteção contra a chuva, porém em altas intensidades ela não se mostrou eficiente, somente *Te. podisi* apresentou boa emergência em pupa desprotegida e em cápsula. No experimento de temperatura a utilização de pupas desprotegidas mostrou-se superior para *Te. remus*, a 25°C, e *Te. podisi* em todos os tratamentos.

Palavras-chave: fatores abióticos, parasitoides do ovos, controle biológico.

IMPACT OF SOIL MOISTURE, PLUVIOMETRIC PRECIPITATION AND TEMPERATURE IN THE EMERGENCE OF ADULTS OF *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* AND *Telenomus podisi*

ABSTRACT

Biotic and abiotic factors may exert influence on the biological aspects of the parasitoids, thus some biological parameters of the parasitoid can be highly influenced by factors such as humidity, rainfall and temperature. The objective of this work was to determine the effect of different levels of soil moisture, rainfall and temperature on the emergence of *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* and *Telenomus podisi* adults, in order to allow the use of these organisms in large areas. In the experiment in which the moisture factor was evaluated, two forms of release of pupae, unprotected and in capsules were used, which were submitted to two types of release environment: dry soil and moist soil. In the experiment to evaluate rainfall precipitation, unprotected and capsule pupae received 4 pluviometric intensities, and at different temperatures, pupae, unprotected or in capsules, were maintained at 3 different temperatures. In all the experiments, it was used to evaluate the emergence of the parasitoids. The model was used for flight test, at the end all the parasitoids emerged and captured in the glue barriers were counted with the use of a magnifying glass. When evaluating the moisture parameter, the capsule offered protection for the parasitoids *Tr. pretiosum* and *Te. remus*, as it was observed a higher number of parasitized eggs with pupae protected by capsules. It was verified that the capsules offer protection against the rain, but at high intensities it was not efficient, only *Te. podisi* presented good emergence in unprotected pupa and in capsule. In the temperature experiment the use of unprotected pupae was superior to *Te. remus*, at 25°C, and *Te. podisi* in all treatments.

Key words: Abiotic factor, egg parasitoids, biological control.

4.1 INTRODUÇÃO

Algumas práticas de manejo realizadas nas lavouras de grãos causam impactos ambientais negativos (BELO et al., 2012) reduzindo populações de organismos benéficos como inimigos naturais e polinizadores (BUENO et al., 2011; COSTA et al., 2014; LUNDIN et al., 2015). O controle químico com inseticidas é o método de controle de pragas mais comumente adotado pelos produtores, entretanto, utilizado sem considerar os níveis de ação recomendados (SONG; SWINTON, 2009). Assim, para manter a sanidade da agricultura a médio e longo prazos, é indispensável a adoção do manejo integrado de pragas (MIP) (ZALUCKI; ADAMSON; FURLONG, 2009), sendo, o controle biológico uma das principais medidas de manejo de pragas disponíveis (PARRA et. al., 2002) que é adotada no Brasil e no mundo (PARRA, 2014; VAN LENTEREN et al., 2017).

Nesse contexto, uma das táticas de controle biológico que tem bons resultados é a liberação inundativa de parasitoides de ovos (PARRA; ZUCCHI; SILVEIRA NETO, 1987; MOSCARDI et al., 2011). Estes agentes de controle biológico já são utilizados mundialmente, porém em culturas extensivas como a soja e o milho, a liberação de parasitoides de ovos ainda é um grande desafio (DINIZ; RODRIGUES; ROSSI, 2008). Diversos fatores bióticos e abióticos exercem influência sobre os aspectos biológicos dos parasitoides, interferindo em sua eficiência (MCDOUGALL; MILLS, 1997; THOMSON; HOFFMANN, 2002) entre os quais a umidade do ambiente e do solo, chuva e temperatura merecem destaque (NOLDUS, 1989). A chuva pode prejudicar a liberação destes insetos no campo, assim como a temperatura que também afeta o desenvolvimento dos insetos, além da emergência e razão sexual dos adultos (SILVA, 2007). Juntamente com a umidade, esses fatores influenciam na atividade de voo e taxa de parasitismo do inseto em campo (ROUSSE et al., 2009). Portanto, nesse trabalho objetivou-se a determinar o efeito de diferentes níveis de umidade do solo, precipitação pluviométrica e temperatura sobre a emergência dos adultos de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), *Telenomus remus* (Nixon, 1937) e *Telenomus podisi* (Ashmead 1893) (Hymenoptera: Scelionidae).

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados nove bioensaios independentes em laboratório em câmaras climáticas de Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD) (ELETROLab® EL 212) (T: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $80 \pm 10\%$; fotoperíodo: 14/10 h [C/E]) ou em condições de semi-campo (casa-de-vegetação) sem controle ambiental, sendo três experimentos para cada espécie de parasitoide (*Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi*) e fator ambiental (umidade do solo, precipitação pluviométrica e temperatura) avaliados.

4.2.1 CRIAÇÃO E MULTIPLICAÇÃO DOS PARASITÓIDES DE OVOS *Tr. pretiosum*, *Te. remus* E *Te. podisi*

Os insetos utilizados neste estudo foram obtidos de colônias mantidas na Embrapa Soja, Londrina, Paraná, sob condições controladas dentro de câmaras climatizadas de Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD - ELETROLab®, modelo EL 212) a $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotoperíodo de 14h (L/D). *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi* foram criados de acordo com Parra (1997), Pomari et al. (2012) e Peres e Corrêa-Ferreira (2004), respectivamente, conforme descrito resumidamente a seguir.

Trichogramma pretiosum foi originalmente coletado em plantas de soja (*Glycine max*) em Londrina, estado do Paraná, Brasil, e criado em laboratório por um ano. *Telenomus podisi* também foi originalmente coletado em campos de soja em Londrina e mantido no laboratório por aproximadamente seis anos. Diferentemente, *Te. remus* foi originalmente coletado no Equador em 1986 e multiplicado nas instalações de criação de parasitoides da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”/ Universidade de São Paulo (ESALQ/ USP), e depois transferido para a Embrapa Soja, onde foram criados em laboratório desde então.

Os parasitoides foram colocados em gaiolas (potes plásticos transparentes de 2L, fechados com filme de PVC) com gotas de mel para alimentação de adultos. Para *Tr. pretiosum*, ovos do hospedeiro *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), foi usado por ser considerado o hospedeiro mais apropriado para criação massiva (SMITH, 1996; WAJNBERG; HASSAN, 1994). Estes ovos foram colados em papel cartão e mortos pela exposição à luz ultravioleta durante 30 minutos (STEIN; PARRA, 1987) e posteriormente ofertados ao parasitoide. Para *Te. podisi*, ovos de *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera:

Pentatomidae) foram mantidos nitrogênio líquido a -196°C por até seis meses antes do parasitismo. Para *Te. remus* foram utilizadas massas de ovos de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) com até 24 h sem qualquer tipo de esterilização. Ovos hospedeiros foram colados em papel cartão e depois oferecidos para parasitismo por 24 h. Os parasitoides recém-emergidos foram usados para os experimentos ou para manutenção das colônias de insetos.

4.2.2 EFEITO DA UMIDADE DO SOLO NA EMERGÊNCIA DOS PARASITOIDES *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi* (BIOENSAIOS 1, 2 E 3)

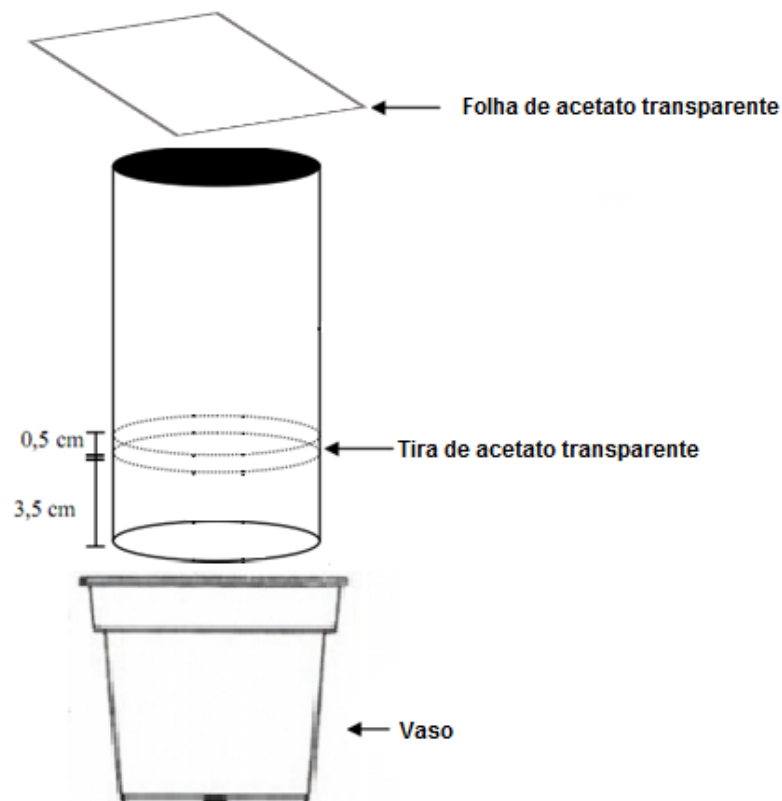
Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com 10 repetições compostas por 100 ± 20 ovos de *A. kuehniella*, *S. frugiperda* e *E. heros* parasitados por *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi*, respectivamente. Esses ovos contendo pupas dos parasitoides, com 24 a 48 horas antes da emergência dos adultos (pupa), foram dispostos sobre a superfície do solo (Latosolo Vermelho distroférrico - LVdf) acondicionado em vaso (12 cm de altura e 14 cm de diâmetro superior, 9 cm de diâmetro inferior do vaso) seco ou úmido. As cápsulas comerciais (cápsula de papelão 4 x 2,5 cm) utilizadas foram da empresa BUG Agentes Biológicos (cápsula de papelão 4 x 2,5 cm) Os tratamentos avaliados foram: 1) pupa (liberadas desprotegidas sem a utilização de cápsulas comerciais de liberação) em solo seco; 2) pupa (liberadas dentro de cápsulas comerciais) em solo seco; 3) pupa (liberadas desprotegidas sem a utilização de cápsulas comerciais de liberação) em solo úmido; 4) pupa (liberadas dentro de cápsulas comerciais) em solo úmido.

As umidades foram definidas de acordo com a capacidade de retenção do solo. O solo foi umedecido apenas uma vez antes da distribuição das pupas. No tratamento com solo úmido, adicionou-se 360 mL de água (70% da capacidade de campo) e no tratamento seco com 50 mL de água (10%), seguindo a metodologia descrita por Reichardt (1985). A temperatura foi registrada através de aparelho “data logger” durante todo o experimento em casa-de-vegetação. Foram utilizados ovos de *A. kuehniella*, *S. frugiperda* e *E. heros*, com 192 horas, 240 e 288 horas de parasitismo, respectivamente, período em que os parasitoides de encontravam em fase de pupa (CÔNSOLI; ROSSI; PARRA, 1999; QUEIROZ et al.,

2016), mantidos a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. As pupas foram distribuídas sobre o solo nos vasos, conforme a descrição de cada tratamento até a emergência dos parasitoides.

Para avaliar a emergência dos parasitoides foi utilizado a gaiola do teste de voo proposto por Dutton e Bigler (1995) adaptado por Prezotti et al. (2002) (Figura 4.1), que consiste em um tubo cilíndrico PVC (18 cm de altura e 11 cm de diâmetro) pintado na parte interior com tinta acrílica preta atóxica. O fundo do tubo foi fixado no solo, evitando a fuga dos parasitoides. Para a barreira ao caminhamento dos parasitoides foi utilizada tira de acetato transparente, colocada na extremidade inferior do tubo de pvc, e pincelada com cola entomológica (polibuteno-silica sintética). Uma folha de acetato transparente, pincelada com cola entomológica na superfície inferior, foi colocada na parte superior do cilindro, servindo como armadilha para aprisionar os parasitoides. Decorrido 5 dias após a liberação das pupas (tempo suficiente para emergência de todos os parasitoides), os parasitoides emergidos e capturados nas barreiras de cola foram contabilizados com a utilização de um estereomicroscópio.

Figura 4.1. Gaiola de captura de parasitoides emergidos proposto por Dutton e Bigler (1995) e adaptado por Prezotti et al. (2002) utilizada na avaliação da emergência dos parasitoides

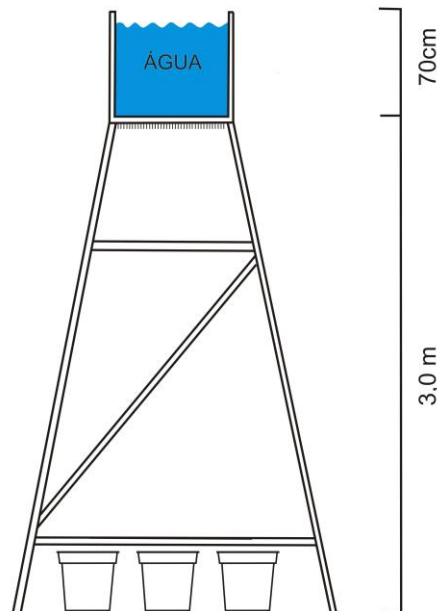


4.2.3 EFEITO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA SOBRE A EMERGÊNCIA DOS ADULTOS DE *Tr. pretiosum*, *Te. remus* E *Te. podisi* (BIOENSAIOS 4, 5 E 6)

Os experimentos foram conduzidos independentemente para cada espécie de parasitoide, em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4 sendo duas formas de liberação (pupa desprotegida ou em cápsula) x quatro quantidades pluviométricas (0,10, 30 e 50 mm). Para cada tratamento foram utilizadas 10 repetições compostas por 100 ± 20 ovos de *A. kuehniella*, *S. frugiperda* e *E. heros* parasitados por *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. posidi*, respectivamente. Esses ovos hospedeiros contendo pupas dos parasitoides com 24 a 48 horas antes da emergência dos adultos, foram dispostos na superfície do solo acondicionado em vasos (12 cm de altura e 14 cm de diâmetro, 9 cm de diâmetro do fundo) preenchidos com 1,5 kg de solo. As cápsulas (cápsula de papelão 4 x 2,5 cm) comerciais utilizadas no experimento foram fornecidas pela empresa BUG Agentes Biológicos (Koppert do Brasil).

Foram pulverizados 0, 10, 30 e 50 milímetros de água, através do simulador de chuva (ROTH; MEYER; FREDE, 1985) (Figura 4.2), que foi regulado para que, em 30 minutos, distribuísse a quantidade total de precipitação de cada tratamento sobre as pupas. Após aplicação dos tratamentos, os vasos foram levados para casa de vegetação, onde foram colocadas as gaiolas (Figura 4.1) por 5 dias até a avaliação do número de adultos emergidos.

Figura 4.2- Simulador de chuva descrito por Roth, Meyer e Frede (1985) (ilustração: Adair V. Carneiro)



4.2.4 EFEITO DE DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE A EMERGÊNCIA DE ADULTOS DE *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi* (BIOENSAIOS 7, 8 E 9)

Os estudos foram realizados para cada espécie de parasitoide sob condições controladas (umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E) em câmaras climatizadas (BOD). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e 10 repetições, cada repetição foi composta por 100 ± 20 ovos de *A. kuehniella*, *S. frugiperda* e *E. heros* parasitados por *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi*, respectivamente. Os ovos contendo as pupas dos parasitoides [24-48 horas antes da emergência dos adultos], foram distribuídos em vasos (12 cm de altura e 14 cm de diâmetro, 9 cm de diâmetro do fundo) preenchidos com solo. As cápsulas (cápsula de papelão 4 x 2,5 cm) comerciais utilizadas foram da empresa BUG Agentes Biológicos (Koppert do Brasil). Os tratamentos foram: 1) pupa (liberadas desprotegida sem a utilização de cápsulas comerciais de liberação) a 25°C; 2) pupa (liberadas dentro de cápsulas comerciais) a 25°C; 3) pupa (liberadas desprotegidas sem a utilização de cápsulas comerciais de liberação) a 30°C; 4) pupa (liberadas dentro de cápsulas comerciais) a 30°C; 5) pupa (liberadas desprotegidas sem a utilização de cápsulas comerciais de liberação) a

temperatura variável de 30°C durante o dia (12 horas) e 20°C durante a noite (12 horas).

As pupas dos parasitoides foram distribuídas sobre o solo nos vasos sendo em seguida colocadas as gaiolas de captura dos parasitoides (Figura 4.1) para avaliação. Esses vasos foram mantidos em câmaras climatizadas (BOD), com temperatura regulada de acordo com os tratamentos, por 5 dias. Após esse período foi avaliado o número de adultos emergidos, conforme descrito anteriormente.

4.2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados dos ensaios foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos (SHAPIRO; WILK, 1965), homogeneidade de variância dos tratamentos e aditividade do modelo (BURR, FOSTER, 1972) para permitir a aplicação da ANOVA. Em seguida, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (SAS Institute, 2009).

4.3 RESULTADOS

4.3.1 EFEITO DA UMIDADE DO SOLO NA EMERGÊNCIA DOS PARASITOIDES *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi* (BIOENSAIOS 1, 2 E 3)

A umidade do solo e a forma de liberação não influenciou a emergência de *Te. remus* (Tabela 4.1). Entretanto para as pupas desprotegidas de *Tr. pretiosum*, em solo úmido, verificou-se redução no número de adultos emergidos (50,13), quando comparado aos outros tratamentos, nos quais foram constatados cerca de 97 adultos (Tabela 4.1) por tratamentos.

Tabelas 4.1 Número de adultos de *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi*, capturados após liberação de pupas desprotegidas e em cápsulas dos parasitoides em solo seco e úmido

Tratamento	<i>Trichogramma pretiosum</i>	<i>Telenomus remus</i> ^{1,2}	<i>Telenomus podisi</i>
Pupas desprotegidas – solo seco	97,88 ± 7,37 a	45,63 ± 10,54 ^{ns}	38,50 ± 6,61 b
Pupas em cápsulas – solo seco	97,63 ± 10,92 a	49,00 ± 6,96	34,63 ± 5,30 b
Pupas desprotegidas – solo úmido	50,13 ± 10,18 b	31,38 ± 8,73	89,14 ± 2,54 a
Pupas em cápsulas - solo úmido	97,50 ± 14,51 a	44,00 ± 3,76	47,00 ± 3,19 b
CV (%)	36,40	29,17	23,46
F _{calc}	4,64	1,36	29,92
p	0,0094	0,2740	<0,0001

¹Médias ±EPM seguidas pela mesma letra na coluna, para cada espécie de parasitoide, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ²Dados originais seguidos pela análise estatística realizado nos dados transformados em \sqrt{X}

Diferentemente do que ocorreu para *Tr. pretiosum*, maior número de adultos de *Te. podisi* foi capturado quando pupas não protegidas foram liberadas em solo úmido (89,14 adultos) em comparação as demais situações de liberação, que apresentaram um número de adultos que variaram entre 34,63 e 47.

4.3.2 EFEITO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA SOBRE A EMERGÊNCIA DAS PUPAS DE *Tr. pretiosum*, *Te. remus* E *Te. podisi* (BIOENSAIOS 4, 5 E 6)

Houve interação entre forma de liberação de pupas (liberadas desprotegidas ou dentro de cápsulas) e diferentes níveis de precipitação (0, 10, 30 e 50 milímetros) para todas as espécies de parasitoides avaliadas (Tabela 4.2).

Tabelas 4.2 Número de adultos de *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi*, capturados após a liberação de pupas desprotegidas e em cápsulas submetidas a diferentes quantidades pluviométricos em simulador de chuva descrito por Roth, Meyer e Frede (1985)

	Índice pluviométrico (mm)	Pupa desprotegida	Pupa cápsula	Análise estatística		
				CV (%)	F _{pupa*} chuva	p _{pupa*} chuva
<i>Trichogramma pretiosum</i> ^{1,2}	0	3,4 ± 1,2 cB	125,8 ± 17,8 aA	25,60	52,99	<0,0001
	10	41,3 ± 6,0 aB	102,5 ± 9,6 aA			
	30	17,4 ± 5,2 bA	1,3 ± 0,6 bB			
	50	0,9 ± 0,4 cA	0,3 ± 0,2 bA			
<i>Telenomus remus</i> ^{1,2}	0	0,8 ± 0,3 cB	65,0 ± 15,4 aA	23,52	14,67	<0,0001
	10	68,8 ± 12,8 aA	68,6 ± 12,6 aA			
	30	39,8 ± 9,3 aA	63,4 ± 7,2 aA			
	50	10,6 ± 4,8 bB	49,3 ± 8,4 aA			
<i>Telenomus podisi</i> ^{1,2}	0	50,5 ± 10,5 aA	43,8 ± 8,0 aA	20,73	6,90	0,0005
	10	59,8 ± 4,8 aA	57,3 ± 5,6 aA			
	30	25,1 ± 4,4 bB	56,0 ± 6,2 aA			
	50	23,9 ± 6,6 bB	64,7 ± 6,7 aA			

¹Médias ±EPM seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada espécie de parasitoide, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ²Dados originais seguidos pela análise estatística realizado nos dados transformados em $\sqrt{X + 1}$

Na liberação de pupas desprotegidas de *Tr. pretiosum*, o número de parasitoides adultos capturados foi maior no tratamento de 10 mm de precipitação pluviométrica (41,3 adultos), seguido das pupas que receberam 30 mm de precipitação pluviométrica após liberação (17,4 adultos). O menor número de adultos

do parasitoide capturados foram obtidos quando pupas foram liberadas desprotegidas e não receberam precipitação (3,4 adultos) ou receberam o maior intensidade de precipitação (50 mm) (0,9 adultos). Quando as pupas de *Tr. pretiosum* foram liberadas dentro de cápsulas, os maiores números de adultos capturados do parasitoide ocorreu quando a cápsula de liberação não foi exposta à precipitação pluviométrica (125,8 adultos) ou recebeu apenas 10 mm (102,5 adultos), valores esses significativamente maiores que a quantidade de adultos capturados do parasitoide nos outros regimes pluviométricos. A quantidade de adultos capturados de *Tr. pretiosum* foi drasticamente reduzida quando a cápsula de liberação de pupas foi exposta a 30 e 50 mm de precipitação pluviométrica (Tabela 4.2).

Na liberação de *Te. remus*, resultados semelhantes aos de *Tr. pretiosum* foram obtidos quando esses parasitoides foram liberados na forma de pupas desprotegidas. Os maiores valores de adultos capturados foram observados quando as pupas receberam 10 mm de precipitação (68,8 adultos), o que não diferiu do número adultos capturados quando estas pupas receberam 30 mm de precipitação pluviométrica (39,8 adultos). O número de adultos capturados de *Te. remus* foi drasticamente inferior quando as pupas liberadas desprotegidas do parasitoide receberam a maior intensidade de precipitação pluviométrica avaliada (50 mm com 10,6 adultos capturados) ou não receberam qualquer precipitação pluviométrica após sua liberação (0,8 adultos). Diferentemente, quando pupas de *Te. remus* foram liberadas em cápsulas comerciais, não houve impacto das intensidades de precipitações pluviométricas avaliadas recapturando-se sempre números iguais ou superiores de parasitoides quando comparados a liberação de pupas desprotegidas nas mesmas condições (Tabela 4.2).

Resultados diferentes foram observados na liberação de pupas de *Te. podisi* quando comparados a *Tr. pretiosum* e *Te. remus*. Liberações de pupas de *Te. podisi* seguidos de precipitações pluviométricas de zero e 10 mm não diferiram no número de adultos capturados entre as precipitações pluviométricas ou entre as estratégias de liberações (pupas desprotegidas ou em cápsulas comerciais de liberação) dentro de cada fator de variação (Tabela 4.2). Entretanto, quando essas pupas receberam 30 ou 50 mm de precipitação pluviométrica após sua liberação, o número de adultos capturados foi menor para pupas desprotegidas quando comparado aos índices pluviométricos menores ou quando comparados as pupas

liberadas em cápsulas em cada índice pluviométrico avaliado. Similar quantidade de pupas de *Te. podisi* liberadas em cápsula foram observadas nas diferentes precipitações pluviométricas (Tabela 4.2).

4.3.3 EFEITO DE DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE A EMERGÊNCIA DE ADULTOS DE *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi* (BIOENSAIOS 7, 8 E 9)

Não foi observado efeito das temperaturas avaliadas na emergência de *Tr. pretiosum* para a qual o número de adultos capturados foi semelhante em todos os tratamentos avaliados (Tabela 4.3). Diferentemente, a temperatura impactou o número de adultos dos parasitoides *Te. remus* e *Te. podisi* capturados após a liberação de pupas desprotegidas e em cápsulas de liberação para ambos os parasitoides (Tabela 4.3).

Tabelas 4.3 Número de adultos capturados após liberação de pupas desprotegidas e em cápsulas dos parasitoides *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi* em diferentes condições de temperatura

Tratamento	<i>Trichogramma pretiosum</i> ^{1,2}	<i>Telenomus remus</i> ^{1,3}	<i>Telenomus podisi</i> ^{1,2}
Pupas desprotegidas - 25°C	73,13 ± 9,20 ^{ns}	13,00 ± 1,58 b	86,63 ± 10,01 a
Pupas em cápsulas - 25°C	90,00 ± 13,88	34,25 ± 6,68 a	43,13 ± 3,59 b
Pupas desprotegidas - 30°C	78,75 ± 8,87	21,25 ± 4,60 ab	93,13 ± 12,10 a
Pupas em cápsulas - 30°C	49,00 ± 5,46	3,88 ± 1,19 c	41,75 ± 6,58 b
Pupas desprotegidas - 30°C (12h) e 20°C (12h)	60,88 ± 9,74	20,88 ± 2,96 ab	61,75 ± 5,17 ab
CV (%)	20,27	27,99	17,94
F _{calc}	2,37	12,00	9,05
p	0,0718	<0,0001	<0,0001
GL _{total}	38	39	39

¹Médias ±EPM seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ²Dados originais seguidos pela análise estatística realizada

nos dados transformados em \sqrt{X} . ³Dados originais seguidos pela análise estatística realizada nos dados transformados em $\sqrt{X + 0.5}$.

Na liberação de pupas de *Te. remus*, a 25°C, o número de adultos do parasitoide capturados foi maior para pupas liberadas dentro de cápsulas (34,35 adultos) quando comparado a pupas liberadas desprotegidas (13,0 adultos). Esse resultado foi diferente a 30°C, na qual o número de adultos capturados de *Te. remus* foi superior quando as pupas do parasitoide foram liberadas desprotegidas (21,25 adultos) em comparação com pupas liberadas dentro de cápsulas (3,8 adultos) (Tabela 4.3). Na liberação de pupas desprotegidas de *Te. remus* feita em temperatura variável de 30°C (12h) e 20°C (12h), o número de adultos do parasitoide capturados foi intermediário (20,88 adultos) (Tabela 4.3).

O número de adultos de *Te. podisi* capturado foi sempre superior quando a liberação de pupas foi desprotegida em comparação com pupas liberadas em cápsula em ambas as temperaturas. Pupas desprotegidas liberadas em temperatura variável de 30°C (12h) e 20°C (12h) proporcionaram valor intermediário do número de adultos capturados (61,75 adultos) (Tabela 4.3).

4.4 DISCUSSÃO

Os resultados apresentados no presente estudo demonstram que a umidade do solo é um fator abiótico importante que deve ser considerado na liberação de pupas de parasitoides de ovos, tendo em vista que grande parte do material liberado fica em contato direto com esta superfície (principalmente em liberações de pupas desprotegidas). Alguns trabalhos mostram a influência da umidade do solo na emergência de espécies de parasitoides pupais de moscas-das-frutas (GUILLÉN, et al. 2002). Entretanto, não encontramos na literatura nenhum trabalho científico até o momento relacionando essa variável com a emergência de *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi*. Esses parasitoides, em culturas de menor escala, eram liberados na forma adulta (PINTO; PARRA, 2002). Já na soja e milho, devido, as extensas áreas cultivadas, esses parasitoides são liberados na forma de pupa, ou em cápsulas de liberação, ou como pupas desprotegidas, que são espalhadas no campo (CONTE et al., 2014). Essas pupas, vão ficar em contato com o solo por um ou dois dias, sendo mais influenciados por sua umidade até a

emergência dos adultos.

Para *Tr. pretiosum*, o solo úmido reduziu o número de adultos capturados para pupas desprotegidas. Isso mostra que a umidade do solo provavelmente umedeceu as pupas liberadas, que podem ter sido infestadas por fungo ou umidificado em excesso a ponto de reduzir emergência. As pupas liberadas com a proteção das cápsulas em solo úmido não tiveram a emergência afetada pela umidade, mostrando que a cápsula proporcionou uma proteção para pupas de *Tr. pretiosum*. Resultados semelhantes foram obtidos para os parasitoides de pupas de mosca-das-frutas *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmed, 1905) e *Gymnandrosoma aurantianum* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae). A emergência desses parasitoides foi reduzida a medida que a umidade do solo aumentou (BENTO, 2008). Como mosca-das-frutas empupa no solo, a influência da umidade do solo impacta diretamente a sobrevivência desses insetos e seus parasitoides. Os parasitoides de ovos de lepidópteros (*Tr. pretiosum* e *Te. remus*) e hemípteros (*Te. podisi*), em condições naturais, não estão diretamente em contato com o solo.

Nos experimentos realizados com *Te. remus*, os resultados mostraram que a umidade do solo tem baixa influência na emergência das pupas liberadas deste parasitoide. Para *Te. podisi* o tratamento de pupas desprotegidas em solo úmido, é o que obteve o maior número de adultos capturados, mostrando que o solo úmido forneceu condições para a emergência e, dessa forma, a superior performance desse tratamento. Os diferentes resultados observados entre os parasitoides podem ser devido a características de cada espécie de inimigo natural ou ainda devido ao próprio ovo hospedeiro. Nesse caso, a mesma espécie de parasitoide poderia apresentar resultados diferentes em diferentes hospedeiros, em consequência das características dos córions, que podem ser mais ou menos impactados com a umidade do solo em que foram depositados. Esta hipótese precisa ser mais detalhadamente estudada no futuro.

Nos experimentos de efeito de diferentes níveis pluviométricos realizados com pupas desprotegidas e em cápsulas de *Tr. pretiosum*, o maior número de parasitoides adultos capturados foi no tratamento de 10 mm de precipitação. Porém, sendo o tratamento de pupa em cápsulas, o que obteve quantidades significativamente maiores de adultos capturados, esses resultados certificam estudos prévios que demonstram que as intensidades de precipitações pluviométricas podem interferir no desempenho de inimigos naturais (PINTO;

PARRA, 2002; BOTELHO, 1997).

Em contrapartida, nos maiores níveis de precipitação pluviométrica houve uma redução no número de parasitoides capturados desta espécie, que pode ter ocorrido devido ao aparecimento de fungos dentro das cápsulas. Já que o excesso de chuvas e alta umidade e temperatura favorecem o microclima para o desenvolvimento de fungos (BUENO et al., 2011).

Nos experimentos realizados com os parasitoides *Te. remus* e *Te. podisi*, pode-se observar que as intensidades de precipitações pluviométricas avaliadas não impactam negativamente as pupas liberadas, quando estas estão dentro de cápsulas de liberação. Isto mostra que a tática de utilizar cápsulas de liberação propicia proteção quanto à ocorrência de chuvas após as liberações, pois fornece aos parasitoides abrigo contra condições climáticas mais extremas (PINTO et al., 2003).

Entre os tratamentos de temperatura avaliados, para o parasitoide *Tr. pretiosum*, não houve diferença estatística. Estes resultados corroboram trabalho de Bueno (2008), onde a porcentagem de emergência dos descendentes de *Tr. pretiosum* não foi influenciada pela variação da temperatura. Assim, nas diferentes condições de temperaturas estudadas, a liberação de pupas desprotegidas ou em cápsulas do parasitoide podem ser realizadas com a mesma eficiência.

Para os outros parasitoides em estudo, *Te. remus* e *Te. podisi*, os resultados apresentados mostraram que a temperatura é um dos fatores abióticos que afetam a emergência. De acordo com Christensen (2007), pequenas alterações na temperatura já são suficientes para comprometer o desenvolvimento dos organismos mais suscetíveis. No entanto, é necessário considerar que em ensaios de laboratório a manipulação dos ovos favorece a perda de umidade dos mesmos sobre o solo (MOLINA, 2003). Em campo o efeito desse ressecamento é reduzido em função da deposição dos ovos sobre as folhas de soja, que formam um microclima favorável ao desenvolvimento do parasitoide.

Na liberação de pupas em cápsulas, o local onde é liberado as cápsulas deve ser levado em consideração. As cápsulas contendo pupas protegidas de parasitoides devem ser liberadas na entrelinha da soja sombreada pelas plantas, evitando assim o contato com os raios solares, que podem matar o parasitoide, influenciando a eficiência desse agente benéfico no campo (PINTO et al., 2003).

4.5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que para todos os parâmetros avaliados a cápsula oferece proteção para os parasitoides, sendo uma técnica de liberação que garante uma superior emergência destes parasitoides. A cápsula oferece proteção contra umidade do solo, principalmente para os parasitoides *Tr. pretiosum* e *Te. remus*, somente *Te. podisi* apresentou boa emergência em pupa desprotegida e em cápsula. Para o fator chuva verificou-se que as cápsulas oferecem proteção, porém em altas intensidades ela não é eficiente. No parâmetro temperatura a utilização de pupas desprotegidas é superior para *Te. remus*, a 25°C, e *Te. podisi* em todas as temperaturas. Em todos os fatores o parasitoide que se mostra mais resistente às variações dos fatores abióticos, independente da tática de liberação utilizada é *Te. podisi*.

REFERÊNCIA

BELO, M. S. da S. P. et al. Uso de agrotóxicos na produção de soja do estado do Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, [s.l.], v. 37, n. 125, p.78-88, 2012.

BENTO, F. M. O. M. **Influência da umidade em quatro tipos de solo no desenvolvimento pupal de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824), *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830), do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmed, 1905) e de *Gymnandrosoma aurantianum* (Lima, 1927)**. 78f. 2008. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.

BOTELHO, P. S.M. Eficiência de *Trichogramma* em campo. In: Parra JRP, Zucchi RA (Eds), *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ. p. 303-318, 1997.

BUENO, R. C. O. F. **Bases biológicas para a utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) e *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctidae) em soja**. 119 f. Tese (Doutorado em Ciências: Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

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**, [s.l.] v.30, p.937-945, 2011.

BURR, I. W.; FOSTER. L. A. A test for equality of variances. **West Lafayette: University of Purdue**, p.26, 1972.

CHRISTENSEN, J. H. Regional climate projections. In: [SOLOMON, S. et al. (Eds.)]. **Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of working group to the fourth assessment report of the Intergovernmental panel on climate change**. Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University, p.848-940, 2007.

CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. V. 6 - SAFRA 2018/19. Primeiro levantamento, Brasília, p. 1-125 outubro 2018. Disponível em <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra> Acesso em: 05 nov. 2018.

CÔNSOLI, F.L.; ROSSI, M.M.; PARRA, J.R.P. Developmental time and characteristics of the immature stages of *Tichogramma galloi* and *Tr. pretiosum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 43, n. 3-4, p. 271-275, 1999.

CONTE, O. et al. **Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2013/14 no Paraná**. Embrapa soja, Londrina. p. 56, 2014.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 11, p.1067-1072, 2005.

COSTA, M. A. et al. Sublethal and transgenerational effects of insecticides in developing *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ecotoxicology**, New York, v. 23, p. 1399-1408, 2014.

DINIZ, F. R.; RODRIGUES, K. F.; ROSSI, M. M. Produção do parasitoide *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) para controle biológico da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) (Lepidoptera: Crambidae). **Nucleus**, [s.l.], v. 5, n. 2, p.39-48, 26 2008.

GUILLÉN, L. et al. Performance of two fruit fly (Diptera: Tephritidae) pupal parasitoids [*Coptera haywardi* (Hymenoptera: Diapriidae) and *Pachycrepoideus*

vindemiae (Hymenoptera: Pteromalidae)] under different environmental soil conditions. **Biological Control**, Orlando, v. 23, p. 219-227, 2002.

HARRISON, W. W.; KING, E. G.; OUZTS, J. D. Development of *Trichogramma exiguum* and *Tr. pretiosum* at five temperature regimes. **Environ Entomology**, n.14 p.118-121, 1985.

LUNDIN, O. et al. Neonicotinoid Insecticides and Their Impacts on Bees: A Systematic Review of Research Approaches and Identification of Knowledge Gaps. **Plos One**, [s.l.], v. 10, n. 8, p.1-20, 27 2015.

MCDUGALL, S. J; MILLS, N. J. The influence of hosts, temperature and food sources on the longevity of *Trichogramma platneri*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Vlasakker, v.83, p. 195-203, 1997.

MOLINA, R.M.S. **Bioecologia de duas espécies de *Trichogramma* para o controle de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae) em citros**. 2003. 80 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MOSCARDI, F. et al. Baculovirus pesticides: present state and future perspectives. In: AHMAD, L. et al. **Microbes and microbial technology agricultural and environmental applications**. 1st ed. Chapter 16. Springer Science Business Media, p. 415-445, 2011.

NOLDUS, L.P. Semiochemicals, foraging behaviour and quality of entomophagous insects for biological control. **Journal of Applied Entomology**, [s.l.], v. 108, n. 1-5, p. 425-451, 1989.

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**, [s.l.], v. 82, p. 153-160, 1987.

PARRA, J. R. P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado**. Piracicaba: FEALQ, p. 324, 1997.

PARRA, J.R.P. et al. **Controle Biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, cp. 1; p. 1-16, 2002.

PARRA, J. R. P. Biological Control in Brazil: An overview. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 5, p. 345-355, 2014.

PERES, W.A.A.; CORRÊA-FERREIRA, B.S. Methodology of mass multiplication of *Telenomus podisi* Ash. and *Trissolcus basalís* (Woll.) (Hymenoptera: Scelionidae) on eggs of *Euschistus heros* (Fab.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology** v.33, p. 457–462, 2004

PINTO, A.S.; PARRA, J. R. P. Liberações de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CÔRREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole. p. 325-342, 2002.

PINTO, A.S. et al. Comparação de técnicas de liberação de *Trichogramma galloí* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae). **Neotropical Entomology**, v.32; p.311-318, 2003.

POMARI, A. F. et al. Biological characteristics and thermal requirements of the biological control agent *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) reared on eggs of different species of the genus *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of Entomological Society of America**, Knoxville, v. 105, n. 3, p. 72 -8 1, 2012.

PREZOTTI, L. et al. Teste de voo como critério de avaliação da qualidade de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Adaptação de metodologia. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, n.3, p.411-417, 2002

QUEIROZ, A. P. et al. Influence of host preference, mating, and release density on the parasitism of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera, Scelionidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 61, n. 1, p. 86-90, 2016.

REICHARDT, Klaus. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. In: **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. Fundação Cargill, 1985.

ROTH, C.H.; MEYER, B.; FREDE; H.G. A portable rainfall simulator for studying factors affecting runoff, infiltration and soil loss. **Catena**, v. 12, p.79-85,1985.

ROUSSE, P. et al. Biotic and abiotic factors affecting the flight activity of *Fopius arisanus*, an egg-pupal parasitoid of fruit fly pests. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 38, n. 3, p. 896-903, 2009.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics, version 8e. Cary, NC: SAS Institute (2001), 2009.

SHAPIRO, S.S; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, London, v.52, p.591-611, 1965.

SILVA, A. F. **Seleção, biologia e exigências térmicas de *Trichogramma* sp. criados em ovos de *Diaphanitanitidalis* Cramer (Lepidoptera: Pyralidae)**. 2007. 44 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo.

SMITH, S.M. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. **Annual Review of Entomology**, [s.l.], v.41, n.2, p. 375-406, 1996.

SONG, F.; SWINTON, S.M. Returns to integrated pest management research and outreach for soybean aphid.J. **Entomology**, v. 102, p. 2116-2125, 2009.

STEIN, C.P.; PARRA, J.R.P. Uso da radiação para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) visando estudos com *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 16, n. 1, p. 229-231, 1987.

THOMSON, L. J; HOFFMANN, A. A. Laboratory fecundity as predictor of field success in *Trichogramma carverae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Economic Entomology**, [s.l.], v. 95, n. 5, p.912-917, 2002.

VAN LENTEREN, et al. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl** v.62, p.1-25, 2017.

WAJNBERG, E., HASSAN, S. A. **Biological control with egg parasitoids**. British Library, Wallingford, p. 286, 1994.

ZALUCKI, M.P., ADAMSON, D., FURLONG, M.J. The future of IPM: whither or wither? **Aust. Austral Entomology**, v. 48, n. 2, p. 85-96, 2009.

5 ARTIGO C: EFEITO DA CÁPSULA PROTETORA NA PROTEÇÃO E SOBREVIVÊNCIA DE PUPAS DE *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* E *Telenomus podisi* EM SOJA E MILHO EM CONDIÇÕES DE CAMPO

RESUMO

O controle biológico com parasitoide de ovos é uma técnica em ascensão no controle de pragas. Porém fatores bióticos e abióticos podem reduzir a eficiência dos parasitoides. O objetivo deste trabalho foi avaliar se a técnica de liberação de pupas de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), *Telenomus remus* e *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae), pode influenciar na predação dessas espécies, variações térmicas e outras intempéries climáticas. Os experimentos foram conduzidos em Londrina, PR, nos cultivos de milho (inverno), e soja e milho (verão). Os experimentos foram realizados separadamente para cada espécie de parasitoide. Pupas desprotegidas e pupas dentro de cápsulas de papelão distribuídas sobre o solo em vasos, foram levadas a campo. Após 24 horas de exposição no campo, os vasos foram recolhidos e encaminhados ao laboratório para avaliação da taxa de predação através da contagem dos adultos emergidos. Nas culturas de soja e milho com *Tr. pretiosum*, a análise fatorial foi significativa para a interação entre as culturas e as formas de liberação. Nas duas culturas, independente da forma de liberação, houve alta taxa de predação, chegando a predação total no tratamento de pupas que foram liberadas desprotegidas de *Tr. pretiosum*. Para *Te. remus* e *Te. podisi*, não houve interação entre as culturas e formas de liberação. A maior emergência de adultos foi observada no tratamento com pupas em cápsula, sendo significativamente maior à emergência do tratamento de pupas desprotegidas. Resultado semelhante ocorre para *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi* no experimento de soja e milho (verão), onde não houve diferença estatística entre os tratamentos. No milho a maior quantidade de adultos de *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi* emergidos foi observada na liberação de pupas em cápsula, sendo superior ao tratamento de pupa desprotegida. Conclui-se que a sobrevivência das pupas é ainda um grande desafio para o CBA. Assim, a utilização de cápsulas na liberação de pupas é uma tática importante, que proporcionou maior proteção contra a predação e variações térmicas e outras intempéries climáticas.

Palavras-chave: tecnologia de liberação, controle biológico, parasitoide de ovos.

EFFECT OF THE PROTECTIVE CAPSULE ON THE PROTECTION AND SURVIVAL OF *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* AND *Telenomus podisi* IN SOYBEAN AND CORN IN FIELD CONDITIONS

ABSTRACT

Biological control with egg parasitoids is a rising technique for pest control. However, biotic and abiotic factors may reduce parasitoid efficiency. The objective of this work was to evaluate if the pupal release of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), *Telenomus remus* and *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae) can influence the degree of predation of these species, and thermal variations and other climatic interperes. The experiments were conducted in Londrina, PR, in corn (winter), and soybean and corn (summer) crops. The experiments were performed separately for each species of parasitoid. Loose pupae and pupae inside cardboard capsules distributed over the soil in pots were taken to the field. After 24 hours of exposure in the field, the vessels were collected and sent to the laboratory to evaluate the predation rate through counting of emerged adults. In soybean and corn crops with *Tr. pretiosum*, factorial analysis was significant for the interaction between cultures and release forms. In both cultures, regardless of the release form, there was a high predation rate, reaching total predation in the treatment of isolated pupae. For *Te. remus* and *Te. podisi*, there was no interaction between cultures and forms of release. The greater adult emergence was observed in the treatment with pupae in capsule, being significantly greater to the emergency of the treatment of loose pupae. A similar result occurs for *Tr. pretiosum*, *Te. remus* and *Te. podisi* in the experiment of soybean and corn (summer), where there was no statistical difference between treatments. In corn, the highest amount of *Tr. pretiosum*, *Te. remus* and *Te. podisi* emerged was observed in the release of pupae in capsule, being superior to the treatment of loose pupae. It is concluded that the survival of the pupae is still a great challenge for the CBA. Thus, the use of capsules in the release of pupae is an important tactic, which provided greater protection against predation and thermal variations and other climatic interperes.

Key words: release technology, biological control, egg parasitoid.

5.1 INTRODUÇÃO

A medida de controle de insetos predominantemente utilizada pelos produtores de soja e milho é a aplicação de inseticidas químicos, que muitas das vezes é realizada de forma abusiva sem considerar os níveis populacionais das pragas (SONG; SWINTON, 2009). Isto acarreta vários problemas à saúde humana, contaminação do solo e da água, seleção de insetos-praga resistentes às moléculas químicas, redução da fauna benéfica, bem como, aumento nos custos de produção (SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2012). Assim, com o objetivo de reduzir os impactos negativos do uso abusivo de agrotóxicos no sistema produtivo, o controle biológico aumentativo (CBA) pode ser utilizado no manejo integrado de pragas (MIP) (VAN LENTEREN et al., 2017). Nesse contexto, uma das táticas de CBA que tem mostrado bons resultados, é a liberação de inimigos naturais (PARRA; ZUCCHI; SILVEIRA NETO, 1987; MOSCARDI et al., 2011) entre os quais os parasitoides de ovos merecem destaque por controlarem a praga em um estágio de desenvolvimento anterior a qualquer injúria à planta (WITTING; ORR; LINKER, 2007).

Dentre os parasitoides de ovos, aqueles do gênero *Trichogramma* (Nixon, 1937) e *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Scelionidae) apresentam grande potencial de controle de algumas pragas-chaves da soja e milho (BUENO et al., 2008; CORRÊA-FERREIRA; PERES, 2003). A utilização de parasitoides de ovos é uma realidade em todo o mundo em várias culturas, em casas de vegetação e pequenas áreas, porém não é usualmente realizada em grandes áreas devido à falta de pesquisas detalhadas sobre os principais desafios em sua utilização. Por exemplo, alguns fatores podem prejudicar a eficiência das liberações de parasitoides no campo, entre eles a presença de outros inimigos naturais e a conseqüente predação dos parasitoides sendo liberados merece destaque (BUENO, 2008; PINTO; PARRA, 2002).

Predadores e também patógenos podem reduzir a eficiência dos parasitoides no agroecossistema e anular o impacto do parasitismo sobre as populações hospedeiras (CAMPOS; ARAÚJO, 1994). Assim, a forma de liberação desses parasitoides assim como possíveis recipientes (cápsulas) utilizados para liberação no campo pode ser de grande importância, já que esses recipientes podem promover a proteção das pupas dos parasitoides liberadas, proporcionando maior

segurança contra a predação (PINTO et al., 2003). Entre as formas de liberação de pupas de parasitoides em campo estão a liberação de pupas em cápsulas de papelão ou a liberação de pupas desprotegidas. Alguns autores consideram a escolha do método de liberação do parasitoide como um dos principais fatores que influenciam sua eficiência em campo (MILLS et al., 2000; PINTO; PARRA, 2002). Assim, este trabalho objetivou avaliar o efeito, da liberação de pupa em cápsula de papelão em comparação com a liberação da pupa desprotegida, na proteção e sobrevivência de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), *Telenomus remus* (Nixon, 1937) (Hymenoptera: Scelionidae) e *Te. podisi* em condições de campo com o objetivo de determinar a melhor forma de liberação.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na fazenda experimental da Embrapa Soja localizada em Londrina, PR (23°11'58.94"S 51°11'0.54"O), nos anos de 2015, 2016 e 2017. Estes estudos foram realizados separadamente para cada espécie de parasitoide, onde foi avaliado o número de adultos capturados após a liberação de pupas de *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi* liberadas de forma desprotegida e dentro de cápsulas de liberação nas culturas da soja (primeira safra) e milho (primeira e segunda safra), o que permitiu avaliar a sobrevivência dessas pupas em condições de campo sob efeitos da predação natural e intempéries climáticas (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 Experimentos conduzidos com *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi* em diferentes safras nas culturas da soja e milho

Safra	Parasitoide	Cultura	Variedades	Experimento
2015/2016	<i>Tr. pretiosum</i>	Soja e Milho (primeira safra)	BRS 284, BM388	1
2016	<i>Tr. pretiosum</i> , <i>Te. remus</i> e <i>Te. podisi</i>	Milho (segunda safra)	BM 709 pro2	2, 3 e 4
2016/2017	<i>Tr. pretiosum</i> , <i>Te. remus</i> e <i>Te. podisi</i>	Soja e Milho (primeira safra)	BRS 284, BM388	5, 6 e 7

5.2.1 CRIAÇÃO E MULTIPLICAÇÃO DOS PARASITÓIDES DE OVOS *Tr. pretiosum*, *Te. remus* E *Te. podisi*

Os insetos utilizados neste estudo foram obtidos de colônias mantidas na Embrapa Soja, Londrina, Paraná, sob condições controladas dentro de câmaras climatizadas de Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD - ELETROLab®, modelo EL 212) a 25°C ± 2°C, 70 ± 10% de UR e fotoperíodo de 14h (L/D). *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi* foram criados de acordo com Parra (1997), Pomari et al. (2012) e Peres e Corrêa-Ferreira (2004), respectivamente, conforme descrito resumidamente a seguir.

Trichogramma pretiosum foi originalmente coletado em plantas de soja (*Glycine max*) em Londrina, estado do Paraná, Brasil, e criado em laboratório por um ano. *Telenomus podisi* também foi originalmente coletado em campos de soja em Londrina e mantido no laboratório por aproximadamente seis anos. Diferentemente, *Te. remus* foi originalmente coletado no Equador em 1986 e multiplicado nas instalações de criação de parasitoides da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”/ Universidade de São Paulo (ESALQ/ USP), e depois transferido para a Embrapa Soja, onde foram criados em laboratório desde então.

Os parasitoides foram colocados em gaiolas (potes plásticos transparentes de 2L, fechados com filme de PVC) com gotas de mel para alimentação de adultos. Para *Tr. pretiosum*, ovos do hospedeiro *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), foi usado por ser considerado o hospedeiro

mais apropriado para criação massiva (SMITH, 1996; WAJNBERG; HASSAN, 1994). Estes ovos foram colados em papel cartão e mortos pela exposição à luz ultravioleta durante 30 minutos (STEIN; PARRA, 1987) e posteriormente ofertados ao parasitoide. Para *Te. podisi*, ovos de *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) foram mantidos nitrogênio líquido a -196°C por até seis meses antes do parasitismo. Para *Te. remus* foram utilizadas massas de ovos de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) com até 24 h sem qualquer tipo de esterilização. Ovos hospedeiros foram colados em papel cartão e depois oferecidos para parasitismo por 24 h. Os parasitoides recém-emergidos foram usados para os experimentos ou para manutenção das colônias de insetos.

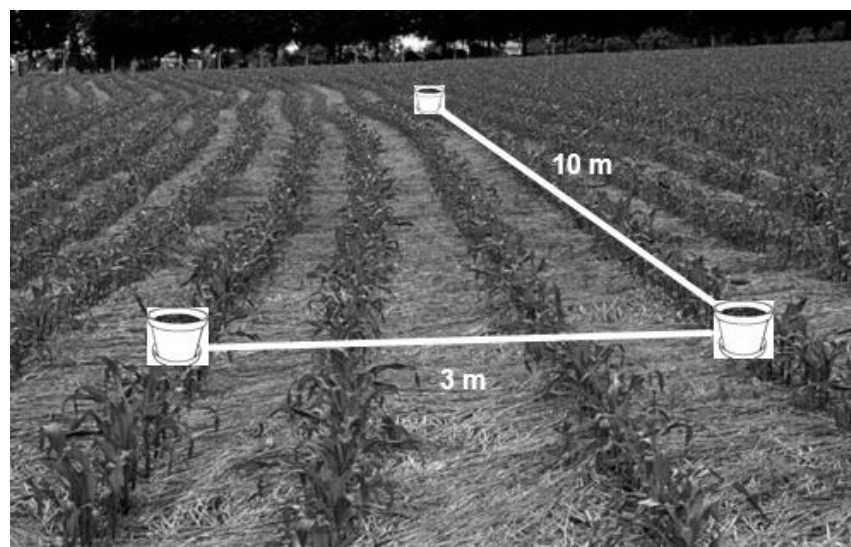
5.2.2 EFEITO DA CÁPSULA PROTETORA NA LIBERAÇÃO DE PUPAS DE *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus remus* E *Telenomus podisi* EM SOJA E MILHO EM CONDIÇÕES DE CAMPO

O delineamento experimental dos ensaios (1, 5, 6 e 7) da safra 2015/16 e 2016/17 foi blocos em ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2, duas formas de liberação (pupas desprotegidas ou protegidas em cápsulas) X duas culturas (soja e milho). Nos experimentos (2, 3 e 4) realizados na segunda safra, 2016, o delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, apenas no milho (Tabela 5.1). Todos os experimentos foram desenvolvidos com 10 repetições compostas por 60 ± 20 ovos de *A. kuehniella* e *S. frugiperda* parasitados por *Tr. pretiosum* e *Te. remus*, respectivamente, e 120 ± 20 ovos de *E. heros* parasitados por *Te. podisi* (todos na fase de pupa com 48 horas antes da emergência dos adultos). As cápsulas (cápsula de papelão 4 x 2,5 cm) comerciais utilizadas foram da empresa BUG Agentes Biológicos (Koppert Brasil). Os tratamentos avaliados foram: 1) pupa (liberadas desprotegidas sem a utilização de cápsulas comerciais de liberação) sobre vaso; 2) pupa (liberadas dentro de cápsulas comerciais) sobre vaso; 3) pupa (liberadas dentro de cápsulas comerciais) liberada diretamente sobre o solo; 4) testemunha pupa desprotegida; 5) testemunha pupa dentro de cápsulas comerciais. As testemunhas foram mantidas em sala com condições controladas (T: $25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$; fotoperíodo: 14/10 h [C/E]).

Cada parcela experimental foi composta de um vaso (12 cm de altura e 14 cm de diâmetro maior, 9 cm de diâmetro menor) preenchidos com solo

Latossolo Vermelho distroférico - LVdf. As pupas foram utilizadas desprotegidas distribuídas sobre vasos e dentro de cápsulas de liberação (2,5 x 4 cm). Essas cápsulas foram distribuídas sobre vasos ou diretamente no solo de acordo com cada tratamento. Os vasos foram levados a campo e dispostos nas linhas de plantio, entre as plantas, a 10 metros de distância um do outro e a 3 metros de distância na entrelinha (Figura 5.1).

Figura 5.1 Esquema de distribuição dos vasos no campo nas culturas de soja e milho



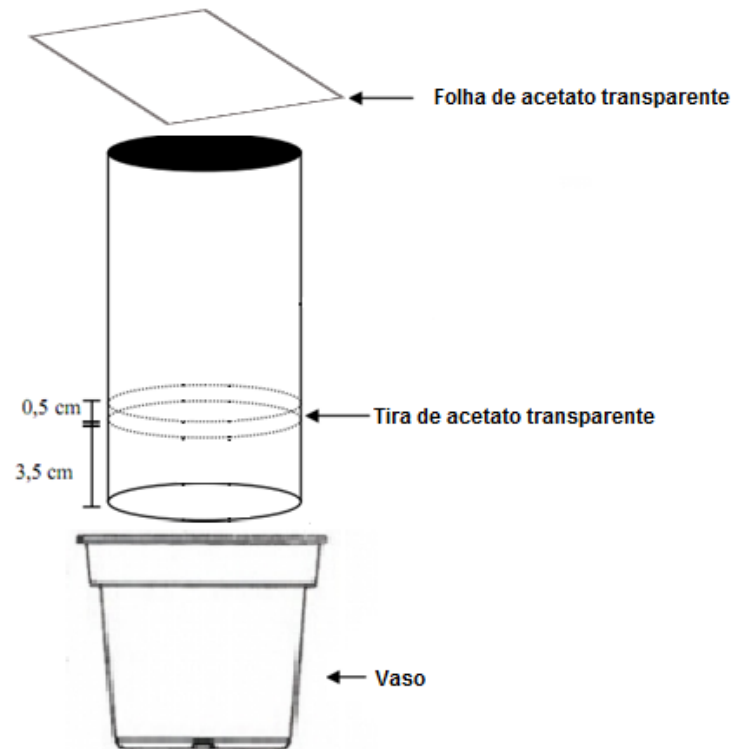
Após 24 horas de exposição no campo (Tabela 5.2), os vasos com os tratamentos e as pupas em cápsulas liberadas diretamente no solo, foram recolhidos e levados para a sala com condições controladas ($T: 25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; fotoperíodo: 14/10 h [C/E]), onde receberam a gaiola de captura, para posterior avaliação do número de adultos capturados e assim estimar a sobrevivência ao período de exposição.

Tabela 5.2 Dados meteorológicos coletados na estação agrometeorológica da Embrapa Soja - Londrina-PR

Data da coleta	Temperatura do ar (°C)			Precipitação pluviométrica acumulada (mm)	Experimentos
	Média	Máxima	Mínima		
25/01/2016	22,3	29,8	19,2	18,9	<i>Tr. pretiosum</i>
03/05/2016	19,0	25,6	12,5	0,0	<i>Te. podisi</i>
11/05/2016	18,7	22,0	16,2	0,1	<i>Te. remus</i>
19/05/2016	15,8	18,2	14,0	0,2	<i>Tri. pretiosum</i>
12/01/2017	24,1	29,5	20,6	0,0	<i>Te. podisi e Tr. pretiosum</i>
06/02/2017	26,3	31,2	21,0	0,0	<i>Te. remus</i>

Para avaliar a emergência dos parasitoides foi utilizado a gaiola do teste de voo proposto por Dutton e Bigler (1995) adaptado por Prezotti et al. (2002) (Figura 5.2).

Figura 5.2 Gaiola de captura de parasitoides emergidos proposto por Dutton e Bigler (1995) e adaptado por Prezotti et al. (2002) utilizada na avaliação da emergência dos parasitoides



O tubo consiste de um cilindro de PVC (18 cm de altura e 11 cm de diâmetro) pintado na parte interior com tinta acrílica preta atóxica e fixada com tinta látex branca. O fundo do tubo foi fixado no solo, evitando a fuga dos parasitoides. Para a barreira ao caminhamento dos parasitoides foi utilizada tira de acetato transparente, colocada na extremidade inferior do tubo de pvc, e pincelada com cola entomológica (polibutenoésílica sintética). Uma folha de acetato transparente, pincelada com cola entomológica foi colocada na parte superior do cilindro, servindo como armadilha para aprisionar os parasitoides. Os parasitoides emergidos e capturados nas barreiras de cola foram contabilizados com a utilização de um estereomicroscópio.

Os dados foram submetidos à análise exploratória para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos (SHAPIRO; WILK 1965) e homogeneidade de variância dos tratamentos (BURR; FOSTER 1972) para permitir a aplicação da ANOVA. Quando necessário os dados foram transformados. Atendidos os pressupostos para realização da ANOVA, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (SAS Institute, 2009).

5.3 RESULTADOS

Nos experimentos com o parasitoide *Tr. pretiosum*, na safra 2015/2016, pode-se observar que houve interação significativa entre as culturas e forma de liberação. Na cultura do milho, os tratamentos apresentaram valores similares de adultos capturados (Tabela 5.3). Na cultura da soja o tratamento de pupa desprotegida no vaso apresentou emergência inferior aos outros tratamentos.

Tabelas 5.3 Número de adultos de *Tr. pretiosum* capturados, após pupas desprotegidas e em cápsulas serem submetidas às condições de campo de soja e milho por 24h

Formas de liberação	Safra 2015/16 ^{1,2}		Segunda safra 2016 ^{1,2}	Safra 2016/17 ^{1,3}	
	Milho	Soja	Milho	Milho	Soja
Pupa desprotegida (vaso)	28,9 ± 5,5 aA	13,1 ± 8,0 bB	9,2 ± 3,0 b	0,8 ± 0,8 bA ²	0,7 ± 0,5 cA ²
Test. pupa desprotegida	24,0 ± 2,3 aA	47,7 ± 2,9 aA	21,6 ± 1,7 a	30,2 ± 3,6 aA	30,2 ± 3,6 aA
Pupa cápsula (vaso)	26,4 ± 10,0 aA	14,1 ± 4,6 bA	28,8 ± 2,9 a	0,0 ± 0,0 bB	4,4 ± 1,1 bA
Pupa cápsula (solo)	10,1 ± 3,1 aA	12,5 ± 5,1 bA	17,3 ± 3,2 ab	0,1 ± 0,1 bA	0,5 ± 0,2 cA
Test. pupa cápsula	-	-	18,0 ± 2,0 a	33,2 ± 2,9 aA	33,2 ± 2,9 aA
CV	49,9		23,6	22,7	
F _{total} ; p _{total} ; GL _{total}	2,1; 0,0178; 75		7,6; 0,0001; 45	68,1; <0,0001; 99	
F _{Liberação*Cultura}	3,6;		-	3,9;	
p _{Liberação*Cultura}	0,0192		-	0,0061	

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada safra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ²Dados transformados em $\sqrt{X + 1}$. ³Dados transformados em $\sqrt{X + 0.5}$. – Dados não existentes.

Na cultura do milho de segunda safra (2016) o número de adultos de *Tr. pretiosum* capturados em todos os tratamentos foram estatisticamente iguais, diferindo apenas do tratamento de pupa desprotegida sobre o vaso foi o que apresentou o menor número de parasitoides capturados (9,2), apresentando maior influência de fatores abióticos.

Nos experimentos realizados com o parasitoide *Tr. pretiosum*, na safra 2016/2017 nas culturas de soja e milho, mostraram resultados com interação significativa entre cultura e forma de liberação. Na cultura do milho pôde-se observar, através do número de adultos capturados, que após exposição de pupas a campo por um período de 24 horas houve alta mortalidade das pupas liberadas desprotegidas e dentro de cápsulas de liberação, reduzindo drasticamente a emergência dos parasitoides a 0 a 0,8 parasitoides capturados, respectivamente.

Na cultura da soja, o tratamento das pupas dentro de cápsulas que foram distribuídas sobre o vaso, apresentou maior número de parasitoides emergidos (4,4) quando comparado aos tratamentos das pupas desprotegidas ou em cápsulas distribuídas diretamente sobre solo. Isto pode indicar que o vaso foi uma barreira para possíveis predadores (Tabela 5.3). Contudo, nas duas culturas, independente da forma de liberação, houve alta taxa de predação chegando a ocorrer mortalidade total no tratamento pupas que estavam sobre vasos, na cultura do milho.

Durante a safra 2016/2017 de soja e milho, os experimentos realizados com os parasitoides *Te. remus* e *Te. podisi*, não apresentaram interação entre as culturas e as formas de liberação, podendo observar que a menor quantidade de parasitoides capturados ocorreu no tratamento de pupas desprotegidas, 2,4 e 0,80, para *Te. remus* e *Te. podisi* respectivamente. O tratamento de pupas em cápsulas distribuídas sobre vaso foi o que apresentou o maior número de parasitoides capturados, sendo 12,2 adultos de *Te. remus* e 14,9 adultos de *Te. podisi*. Quando comparado às culturas de soja e milho, as médias foram similares (Tabela 5.4).

Tabelas 5.4 Número de adultos de *Te. remus* e *Te. podisi* capturados, na safra 2016/17, após pupas desprotegidas e em cápsulas serem submetidas as condições de campo de soja e milho por 24h

		Safra 2016/17^{1,2}	
Fontes de Variação		<i>Telenomus remus</i>	<i>Telenomus podisi</i>
Cult.	Milho	24,3 ± 3,7 A	34,4 ± 7,2 A
	Soja	20,8 ± 3,7 A	30,1 ± 7,2 A
Liberação	Pupa desprotegida	2,4 ± 1,5 c	0,8 ± 0,5 b ²
	Test. pupa desprotegida	51,9 ± 5,6 a	82,8 ± 5,8 a
	Pupa cápsula (vaso)	12,2 ± 3,6 b	14,9 ± 7,2 b
	Pupa cápsula (solo)	3,5 ± 1,3 bc	6,6 ± 3,1 b
	Test. pupa cápsula	42,7 ± 4,3 a	56,0 ± 6,5 a
	CV	38,2	35,2
	F _{Liberação}	68,07	48,73
	F _{cultura}	2,24	0,53
	F _{Liberação*Cultura}	0,56	2,05
	F _{Total}	17,0	16,0
	ρ _{Liberação}	<0,0001	<0,0001
	ρ _{cultura}	0,1385	0,4727
	ρ _{Liberação*Cultura}	0,6945	0,1082
	ρ _{Total}	<0,0001	<0,0001

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna, minúscula para liberação e maiúscula para cultura, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ²Dados transformados em $\sqrt{X + 0.5}$.

Na segunda safra (2016), na cultura do milho, pôde-se observar baixa emergência das pupas no tratamento contendo pupas desprotegidas, obtendo apenas 0,1 adultos de *Te. remus* capturados, e atingindo mortalidade total no experimento utilizando *Te. podisi* (Tabela 5.5). O tratamento com maior número de adultos coletados foi o de pupas em cápsula sobre o solo, com 21,7 e 73,3 parasitoides capturados, para *Te. remus* e *Te. podisi*, respectivamente.

Tabelas 5.5 Número de adultos de *Te. remus* e *Te. podisi* capturados, na segunda safra 2016, após pupas desprotegidas e em cápsulas serem submetidas as condições de campo de soja e milho por 24h

Liberação	Segunda safra 2016 ^{1,2}	
	Milho	
	<i>Telenomus remus</i>	<i>Telenomus podisi</i>
Pupa desprotegida	0,1 ± 0,1 c	0,0 ± 0,0 c
Test. pupa desprotegida	75,1 ± 12,8 a	151,2 ± 17,7 a
Pupa cápsula (vaso)	8,6 ± 3,1 bc	62,3 ± 9,3 b
Pupa cápsula (solo)	21,7 ± 5,3 b	73,3 ± 15,5 b
Test. pupa cápsula	56,9 ± 9,5 a	111,6 ± 17,0 ab
CV	38,8	17,8
F _{Liberação}	-	-
F _{cultura}	-	-
F _{Liberação*Cultura}	-	-
F _{Total}	25,7	45,4
ρ _{Liberação}	-	-
ρ _{cultura}	-	-
ρ _{Liberação*Cultura}	-	-
ρ _{Total}	<0,0001	<0,0001

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ²Dados transformados em $\sqrt{X + 1}$.

5.4 DISCUSSÃO

Diversos fatores bióticos e abióticos exercem influência sobre os aspectos biológicos dos parasitoides, interferindo em sua eficiência (MCDUGALL; MILLS, 1997; THOMSON; HOFFMANN, 2002). Entre estes fatores estão o nível pluviométrico, umidade relativa, temperatura, velocidade e direção do vento (CAVE, 2000). No entanto, no campo, além da presença dos hospedeiros, há outros insetos predadores que podem interferir na eficiência do parasitoide, chegando a anular o parasitismo sobre as populações hospedeiras (CAMPOS; ARAÚJO, 1994). No experimento realizado durante a safra 2016/2017 nas culturas de soja e milho,

independente da forma de liberação, houve alto impacto sobre a emergência das pupas, corroborando outros resultados da literatura que mostram que no campo há interferência de fatores bióticos, como a predação das pupas dos parasitoides liberadas, principalmente por formigas e lesmas (PINTO; PARRA, 2002).

Em todos os experimentos realizados, o tratamento em que pupas de *Te. remus* e *Te. podisi* foram liberadas em cápsula, foi o que obteve o maior número de parasitoides capturados. Isto mostrou que a utilização de cápsulas na liberação pode assegurar a proteção das pupas de possíveis variações térmicas ou contra a predação (PINTO et al. 2003). No milho, também pôde-se observar alta mortalidade nos tratamentos contendo pupa desprotegida, sendo assim, esta técnica de liberação deve ser evitada, já que alguns fatores podem interferir na emergência do parasitoides no campo, como por exemplo, a morte em decorrência de fatores climáticos como chuva e temperaturas elevadas e aplicações de agrotóxicos, entre outros (PINTO; PARRA 2002, BOTELHO 1997).

5.5 CONCLUSÃO

Conclui-se que a interferência de predação e outras intempéries climáticas é elevada no campo. A cápsula de liberação de pupas, é uma tática importante, pois proporciona proteção ao parasitoide, como *Tr. pretiosum*. *Te. remus* e *Te. podisi* são parasitoides não diferem na emergência em função da técnica de liberação utilizada e nas culturas de soja e milho.

REFERÊNCIAS

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

BUENO, R. C. O. F. **Bases biológicas para a utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) e *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctidae) em soja**. 119 f. Tese (Doutorado em Ciências: Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

BUENO, A. F. et al. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid

Trichogramma pretiosum. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 38, n. 6, p.1495-1503, set. 2008.

BUENO, R. C. O. D. F. et al. Parasitism capacity of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 53, n. 1, p. 133-139, 2010.

BURR, I. W.; FOSTER. L. A. A test for equality of variances. **West Lafayette: University of Purdue**, p.26, 1972.

CAMPOS, W. G.; ARAÚJO, E. R. Ecologia de insetos parasitoides e o controle biológico de pragas. **Vertentes**, [s.l.], n. 4, p. 79-93, 1994.

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

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; PERES, W.A.A. Uso de parasitoides no manejo dos percevejos-pragas da soja. In: CORRÊA-FERREIRA, B.S. (Org.). **Soja orgânica: Alternativas para o manejo dos insetos-pragas**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. p. 33-45.

MCDUGALL, S. J.; MILLS, N. J. The influence of hosts, temperature and food sources on the longevity of *Trichogramma platneri*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Vlasakker, v.83, n. 2, p.195-203, 1997.

MILLS, N. et al. Mass releases of *Trichogramma* wasps can reduce damage from codling moth. **California Agriculture**, Davis, v.56, p.22-25, 2000.

MOSCARDI, F. et al. Baculovirus pesticides: present state and future perspectives. In: AHMAD, L. et al. (Ed.). **Microbes and microbial technology agricultural and environmental applications**. 1st ed. Chapter 16. Springer Science Business Media, 2011. p. 415-445.

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**, [s.l.], v. 82, p. 153-160,1987.

PARRA, J. R. P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado**. Piracicaba: FEALQ, p. 324, 1997.

PERES, W.A.A.; CORRÊA-FERREIRA, B.S. Methodology of mass multiplication of *Telenomus podisi* Ash. and *Trissolcus basalus* (Woll.) (Hymenoptera: Scelionidae) on eggs of *Euschistus heros* (Fab.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology** v.33, p. 457–462, 2004

PINTO, A. S.; PARRA, J. R. P. Liberação de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. Barueri, SP: Manole, 2002. cap. 19, p. 325-342.

PINTO, A. S. et al. Comparação de técnicas de liberação de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 311-318, 2003.

POMARI, A. F. et al. Biological characteristics and thermal requirements of the biological control agent *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) reared on eggs of different species of the genus *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of Entomological Society of America**, Knoxville, v. 105, n. 3, p. 72 -8 1, 2012

PREZOTTI, L. et al. Teste de voo como critério de avaliação da qualidade de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Adaptação de metodologia. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, n.3, p.411-417, 2002.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**, version 8e. Cary, NC: SAS Institute (2001), 2009.

SHAPIRO, S.S; WILK, M.B. An analysys of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, London, v.52, p.591-611, 1965.

SMITH, S.M. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. **Annual Review of Entomology**, [s.l.], v.41, n.2, p. 375-406, 1996.

SONG, F.; SWINTON, S.M. Returns to integrated pest management research and outreach for soybean aphid.J. **Entomology**, v. 102, p. 2116-2125, 2009.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. In HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FEREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Org.). **Soja: Manejo Integrado de**

Insetos e outros Artrópodes-Praga. 1 ed. Londrina: Embrapa, p. 673-723, 2012.

STEIN, C.P.; PARRA, J.R.P. Uso da radiação para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) visando estudos com *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 16, n. 1, p. 229-231, 1987.

THOMSON, L. J; HOFFMANN, A. A. Laboratory fecundity as predictor of field success in *Trichogramma carverae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Economic Entomology**, [s.l.], v. 95, n. 5, p.912-917, 2002.

VAN LENTEREN, J. C. et al. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, Dordrecht, p. 1-21, 2017.

WAJNBERG, E., HASSAN, S. A. **Biological control with egg parasitoids**. British Library, Wallingford, p. 286, 1994.

WITTING, B. E.; ORR, D. B.; LINKER, H. M. Attraction of insect natural enemies to habitat plantings in North Carolina. **Journal of Entomological Science**, Georgia, v. 42, n. 4, p.439-456, 2007.

6 ARTIGO D: DIFERENTES DOSES E TÉCNICAS DE LIBERAÇÃO DE *Trichogramma pretiosum* E *Telenomus podisi* NA CULTURA DA SOJA

RESUMO

Uma das táticas de controle biológico que tem mostrado bons resultados no controle de pragas, é a liberação parasitoides de ovos. Apesar de promissora e utilizada em pequena escala, em culturas como a soja e milho a liberação de inimigos naturais ainda não é realizada massivamente pois falta de pesquisas sobre o assunto. Portanto o presente trabalho avaliou a liberação de *Tr. pretiosum* e *Te. podisi* na cultura da soja a partir de diferentes técnicas de liberação e quantidade de pupas dos parasitoides/ha. O experimento foi conduzido em lavouras de soja dos municípios de Cambé – PR (23°19'10.7"S 51°16'18.3"W) e Sabáudia – PR (23°21'55.3"S 51°34'33.0"W). Os tratamentos testados foram manejo integrado de pragas (testemunha), liberação de pupas desprotegidas do parasitoide no início do estágio R3, liberação de pupas em cápsulas no início do estágio R3, ambos, dos dois parasitoides em diferentes quantidades. Semanalmente foi monitorada as populações de lagartas e percevejos, a porcentagem de parasitismo de *Te. podisi* e a porcentagem de predação de ovos de *A. gemmatilis*. As liberações de *Tr. pretiosum*, nas duas safras de soja e nos dois locais onde foram desenvolvidos os experimentos, não alcançaram o sucesso efetivo esperado no combate das lagartas, independentemente da forma de liberação e dose utilizada. *Te. podisi* mostrou-se eficiente no parasitismo de ovos de *E. heros*, com altas taxas de parasitismo mesmo após o fim das liberações.

Palavras-chave: parasitoide de ovos, manejo integrado de pragas, tecnologia de liberação.

DIFFERENT DOSES AND RELEASE TECHNIQUES OF *Trichogramma pretiosum* AND *Telenomus podisi*

ABSTRACT

One of the biological control tactics that has shown good results in pest control is the release of parasitoids from eggs. Although promising and used on a small scale, in crops such as soybeans and corn the release of natural enemies is not yet massively carried out due to lack of research on the subject. Therefore the present work evaluated the release of *Tr. pretiosum* and *Te. podisi* in the soybean culture from different release techniques and the amount of parasitoids / ha pupae. The experiment was conducted in soybean fields of the municipality of Cambé - PR (23 ° 19'10.7 "S 51 ° 16'18.3" W) and Sabáudia - PR (23 ° 21'55.3 "S 51 ° 34'33.0" W) . The treatments tested were integrated pest management (control), release of pupae isolated from the parasitoid at the beginning of stage R3, release of pupae into capsules at the beginning of the R3 stage, both of the two parasitoids in different amounts. Weekly, the populations of caterpillars and bedbugs, the percentage of *Te. podisi* parasitism and the percentage of predation of *A. gemmatalis* eggs were monitored. The *Tr. pretiosum*, in the two soybean crops, did not reach the expected effective success in the caterpillars combat, independently of the form of release and dose used. *Te. podisi* proved to be efficient in the parasitism of *E. heros* eggs, with high rates of parasitism even after the end of the releases.

Key words: parasitoid eggs, integrated pest management, release technology

6.1 INTRODUÇÃO

Dentro do manejo integrado de pragas (MIP), uma das principais ferramentas é o controle biológico, uma prática de manejo de pragas que vem sendo cada vez mais utilizada no Brasil e no mundo (PARRA et al., 2015; VAN LENTEREN et al., 2017), com potencial de diminuir o uso abusivo de inseticidas químicos (NAVA, 2007; CORRÊA-FERREIRA, 2012). Uma das táticas de controle biológico que tem mostrado bons resultados, é a liberação de inimigos naturais (PARRA; ZUCCHI; SILVEIRA NETO, 1987; MOSCARDI et al., 2011). Na cultura da soja, o parasitoide de ovos *Trissolcus basal* (Wollaston, 1958) (Hymenoptera: Scelionidae) foi o caso de maior sucesso para o controle percevejos, e que mais tarde, foi incrementado com a utilização do *Telenomus podisi* (Ashmead 1893) (Hymenoptera: Scelionidae) (CORRÊA-FERREIRA; PERES, 2003). Além desses, os parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) apresentam benefícios devido à facilidade de criação em hospedeiros alternativos (PARRA, 1997; HAJI et al., 1998; EMBRAPA, 2011), além da agressividade no parasitismo de ovos dos insetos-praga (BOTELHO, 1997).

A liberação de *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) na soja aumentou após a confirmação de ocorrência da *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil (PARRA, 2014) sendo realizada por meio de liberações manuais de cápsulas contendo pupas do parasitoide próximo da emergência dos adultos (CONTE et al., 2014).

As diferentes técnicas de liberação devem ser levadas em consideração. A utilização de cápsula contendo pupas protegidas de *Tr. pretiosum* deve ser usada quando a entrelinha da soja está sombreada pelas plantas, evitando o contato com os raios solares, que podem matar o parasitoide, influenciando a eficiência desse agente benéfico no campo (FAVETTI, 2017). Essa tática pode propiciar maior segurança quanto interferência de fatores abióticos, como a ocorrência de chuvas após as liberações, pois fornece aos parasitoides uma proteção contra condições climáticas extremas e predação (PINTO et al. 2003).

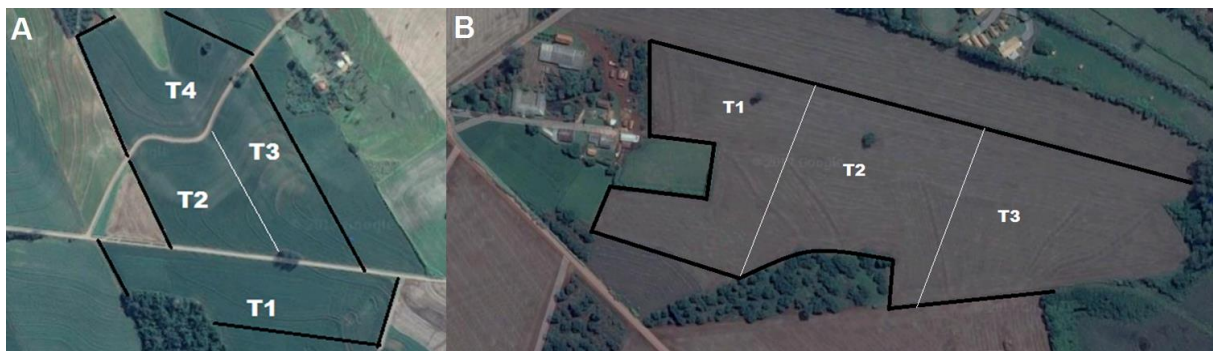
Assim, avaliar diferentes estratégias de liberação de parasitoides no agroecossistema de soja é de grande interesse teórico e prático. Portanto, o presente trabalho avaliou se a técnica de liberação, assim como a quantidade de pupas/ha liberadas de *Tr. pretiosum* e *Te. podisi*, influenciam na eficiência de

parasitismo destes parasitoides no campo.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em lavouras de soja na região de Cambé – PR (23°19'10.7"S 51°16'18.3"W) na safra 2015/16, em 12,81 ha com plantio de soja da SYN1163-RR e em Sabáudia – PR (23°21'55.3"S 51°34'33.0"W) nas safras 2015/16 e 2016/17, em 30,79 ha em plantios de soja com a variedade TMG 1264. O espaçamento nas lavouras foi de 45 cm em um sistema de semeadura direta. Sendo estas áreas divididas conforme a Figura 6.1.

Figura 6.1. A – Área experimental no município de Sabáudia. B- Área experimental no município de Cambé



Legenda: T1: manejo integrado de pragas (MIP) sem liberação de parasitoides (testemunha); T2: liberações de pupas desprotegidas de *Tr. pretiosum* e *Te. podisi* na dose de 250.000 pupas/liberação/ha para *Tr. pretiosum* e dose de 7.500 pupas/liberação/ha de *Te. podisi* (Dose 1); T3: liberações de pupas em cápsulas de *Tr. pretiosum* e *Te. podisi* na dose de 250.000 pupas/liberação/ha de *Tr. pretiosum* e dose de 7.500 pupas/liberação/ha de *Te. podisi* (Dose 1); T4: liberações de pupas em cápsulas de *Tr. pretiosum* na dose reduzida de 80.000 pupas/liberação/ha e de *Te. podisi* na dose reduzida de 5.000 pupas/liberação/ha (Dose 2).

O material utilizado nas liberações foi fornecido pelas empresas Koppert biological systems (pupas de *Tr. pretiosum* desprotegida e em cápsula) e Bug agentes biológicos (pupas de *Te. podisi* e *Tr. pretiosum* desprotegidas e em cápsula).

6.2.1 LIBERAÇÃO DE PUPAS DE *Tr. pretiosum* E *Te. podisi* NO MUNICÍPIO DE SABÁUDIA – PR.

Os tratamentos testados foram: 1) Manejo integrado de pragas (MIP) sem liberação de parasitoides (testemunha); 2) MIP com liberações de pupas desprotegidas de *Tr. pretiosum* e *Te. podisi* na dose de 250.000 pupas/liberação/ha para *Tr. pretiosum* e dose de 7.500 pupas/liberação/ha de *Te. podisi* (Dose 1); 3) MIP com liberações de pupas em cápsulas de *Tr. pretiosum* e *Te. podisi* na dose de 250.000 pupas/liberação/ha de *Tr. pretiosum* e dose de 7.500 pupas/liberação/ha de *Te. podisi* (Dose 1); 4) MIP com liberações de pupas em cápsulas de *Tr. pretiosum* na dose reduzida de 80.000 pupas/liberação/ha e de *Te. podisi* na dose reduzida de 5.000 pupas/liberação/ha (Dose 2). Foram realizadas três liberações sequenciais (semanais), iniciando na primeira safra (2015/16) no estágio de desenvolvimento R3 (1ª liberação), posteriormente nas fases R4/R5 (2ª liberação) e R5.3-R5.4 (3ª liberação). Na segunda safra (2016/17), as liberações ocorreram em R3 (1ª liberação), R4-R5 (2ª liberação) e R5.1 (3ª liberação). Cada tratamento foi alocado em uma área contendo aproximadamente 12 hectares, dividida em parcelas de 3 hectares cada.

As pupas desprotegidas foram liberadas com a utilização de um equipamento liberador de ovos soltos parasitados (BioBOT - desenvolvido pela NCB Sistemas Embarcados), acoplado a uma motocicleta (Yamaha XTZ 225) e regulado de acordo com a dosagem de cada tratamento. Durante a liberação a motocicleta percorreu toda parcela a uma distância de 32 metros entre as passadas, nas entrelinhas. A liberação das cápsulas foram realizadas manualmente por caminhamento, distribuindo-as equidistantes nas parcelas. A liberação dos parasitoides foi realizada quando os ovos da praga estavam presentes no campo e durante as horas mais frescas do dia, no início da manhã.

O monitoramento da flutuação populacional foi realizado semanalmente. Em cada parcela foram realizados 4 pontos de batida, totalizando 16 em cada tratamento. O método de coleta utilizado foi o pano de batida em 1 metro das linhas de plantio da soja. Foram retiradas amostras de plantas aleatoriamente nas parcelas (20 plantas/tratamento), levadas ao laboratório para o acompanhamento da ocorrência de ovos dos lepidópteros-praga da soja. As plantas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft (capacidade de 10 kg) e

encaminhadas para o laboratório para quantificação dos ovos. Em cada amostragem de insetos foram registrados o estágio de desenvolvimento da soja, segundo a escala de Fehr et al. (1971), bem como a caracterização da desfolha segundo Corrêa-Ferreira (2012).

A porcentagem de parasitismo por *Te. podisi* foi avaliada através da postura de ovos de *E. heros*, os quais foram coletados (20 posturas/tratamento) antes e após cada liberação. Cada postura foi acondicionada individualmente em tubos de vidro de fundo chato (8 x 2) e mantidos em câmaras climatizadas (temperatura de 25°C, umidade relativa de 70±10% e fotoperíodo: 14/10 h [C/E]) até a emergência dos adultos. O monitoramento do parasitismo de *Tr. pretiosum* foi realizado através de ovos sentinela de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Eribidae), que foram expostos em 40 pontos/tratamento aleatoriamente, por 24 horas, no campo antes e após as liberações, conforme a Figura 6.2.

Figura 6.2. Ovos sentinelas de *Anticarsia gemmatalis* expostos 24 horas no campo antes e após as liberações



Após a exposição, as cartelas sentinelas contendo aproximadamente 80 ovos foram retiradas, levadas ao laboratório e individualizadas em tubos de vidro, para avaliação do parasitismo. Os parâmetros avaliados, em ambos os experimentos, foram o parasitismo (%), flutuação populacional, desfolha (%) e produtividade.

6.2.2 LIBERAÇÃO DE PUPAS DE *Tr. pretiosum* E *Te. podisi* NO MUNICÍPIO DE CAMBÉ – PR.

O experimento realizado na área do município de Cambé foi realizado somente na safra 2015/16. Os tratamentos testados foram: 1) Manejo integrado de pragas (MIP) sem liberação de parasitoides (testemunha); 2) MIP com liberações de pupas desprotegidas de *Tr. pretiosum* e *Te. podisi* na dose de 250.000 pupas/liberação/ha para *Tr. pretiosum* e dose de 7.500 pupas/liberação/ha de *Te. podisi*; 3) MIP com liberações de pupas em cápsulas de *Tr. pretiosum* e *Te. podisi* na dose de 250.000 pupas/liberação/ha de *Tr. pretiosum* e dose de 7.500 pupas/liberação/ha de *Te. podisi*. A liberação das pupas e a avaliação foram idênticas ao que foi descrito no bioensaio realizado na área do município de Sabáudia.

6.2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados dos ensaios foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos (SHAPIRO; WILK, 1965), homogeneidade de variância dos tratamentos e aditividade do modelo (BURR, FOSTER, 1972) para permitir a aplicação da ANOVA. Em seguida, as médias foram comparadas pelo teste F ou teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (SAS Institute 2009).

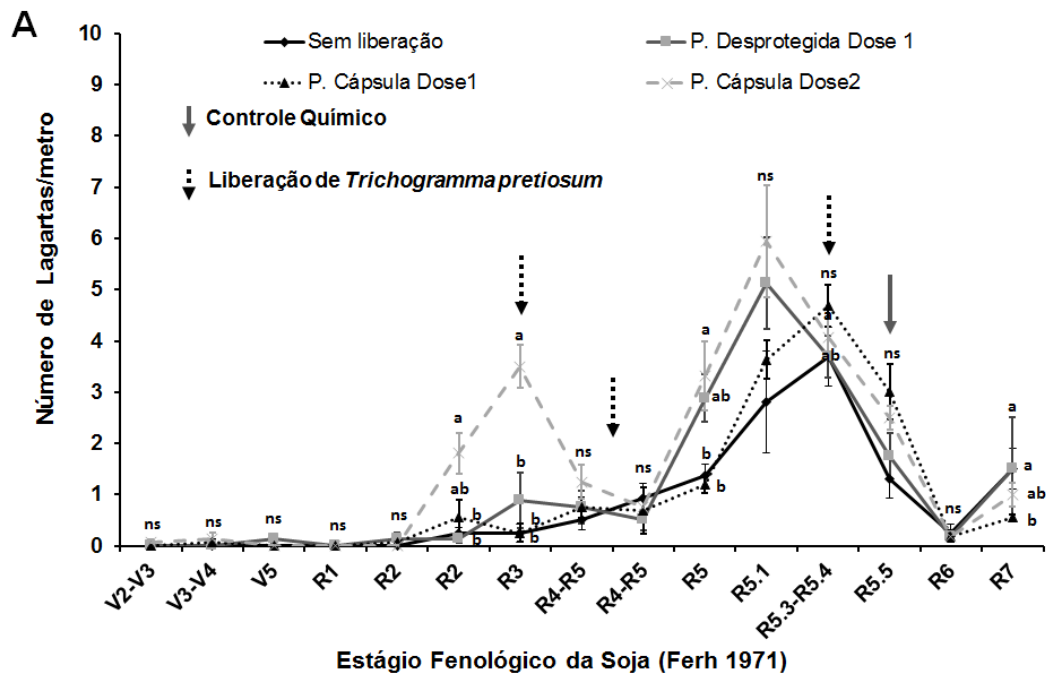
6.3 RESULTADOS

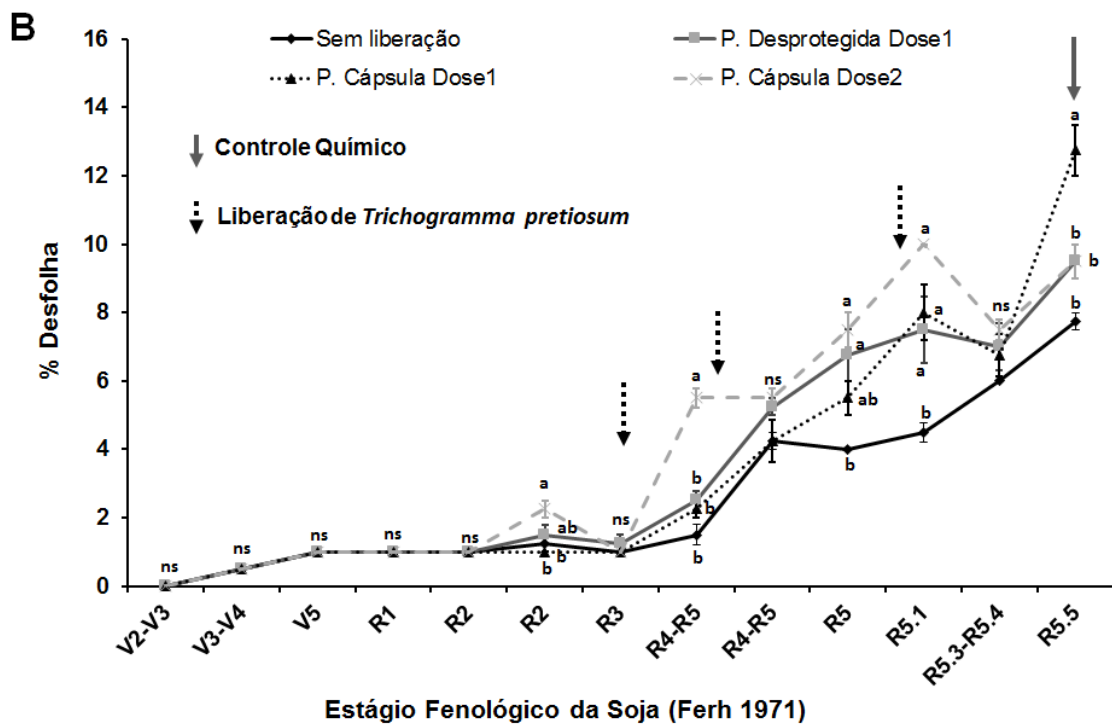
6.3.1 LIBERAÇÃO DE PUPAS DE *Tr. pretiosum*, E *Te. podisi* NO MUNICÍPIO DE SABÁUDIA – PR.

Na safra de 2016-2017, o início da infestação das lagartas ocorreu no começo do período reprodutivo da soja (R1), com progressivo aumento na densidade ao longo do desenvolvimento do ciclo da soja, tendo picos populacionais em R5. Houve diferenças entre os tratamentos durante o estágio de R2, onde o

tratamento com cápsula contendo a dose 2 (80.000 pupas/liberação/ha) apresentou maior número de lagartas por metro (Figura 6.3).

Figura 6.3 - Flutuação populacional de lagartas (A) e desfolha (%) (B) no cultivo de soja na safra 2016/17, Sabáudia-PR. Dose 1: 250.000 pupas/liberação/ha de *Tr. pretiosum* (Dose 2). Dose 2: 80.000 pupas/liberação/ha de *Tr. pretiosum*

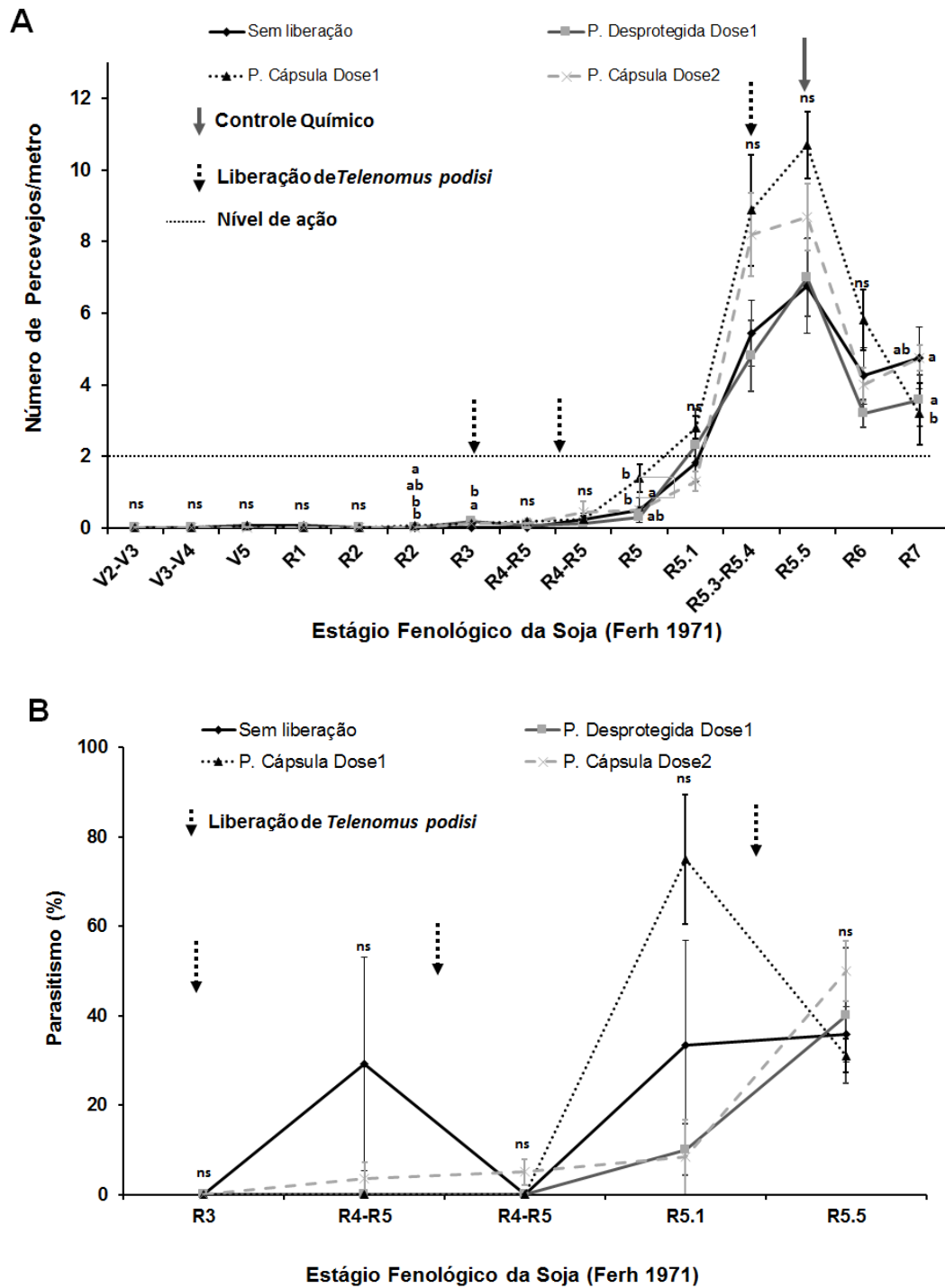




Apesar de não atingir o nível de ação em nenhum dos tratamentos, em R3 foi realizada a primeira liberação de *Tr. pretiosum*, que resultou em uma pequena redução populacional, seguida então da segunda liberação (R4-R5). A terceira e última liberação foi realizada em R5.3-R5.4. Porém em R5 a população voltou a crescer, então o proprietário da área decidiu fazer a intervenção química em toda área com (imidacloprid + lambda-cialotrhina 500 mL ha⁻¹).

A desfolha aumentou gradativamente ao longo do tempo, porém, sem ultrapassar o nível de ação (15% de desfolha durante o reprodutivo), em todas as áreas durante o período avaliado (Figura 6.3). As liberações realizadas para a população de percevejo iniciaram no estágio R3 da cultura, quando a população ainda se encontrava abaixo do nível de ação. Porém, houve crescimento progressivo da população de percevejos, atingindo rapidamente o nível de ação em R5.1 (Figura 6.4), coincidindo com a última liberação (terceira) das pupas de *Te. podisi*.

Figura 6.4 - Flutuação populacional de percevejos (A), parasitismo de ovos de *E. heros* por *Te. podisi* (B) no cultivo de soja na safra 2016/17, Sabáudia-PR. Dose1: 7.500 pupas/liberação/ha de *Te. podisi*. Dose 2: 5.000 pupas/liberação/ha de *Te. podisi*

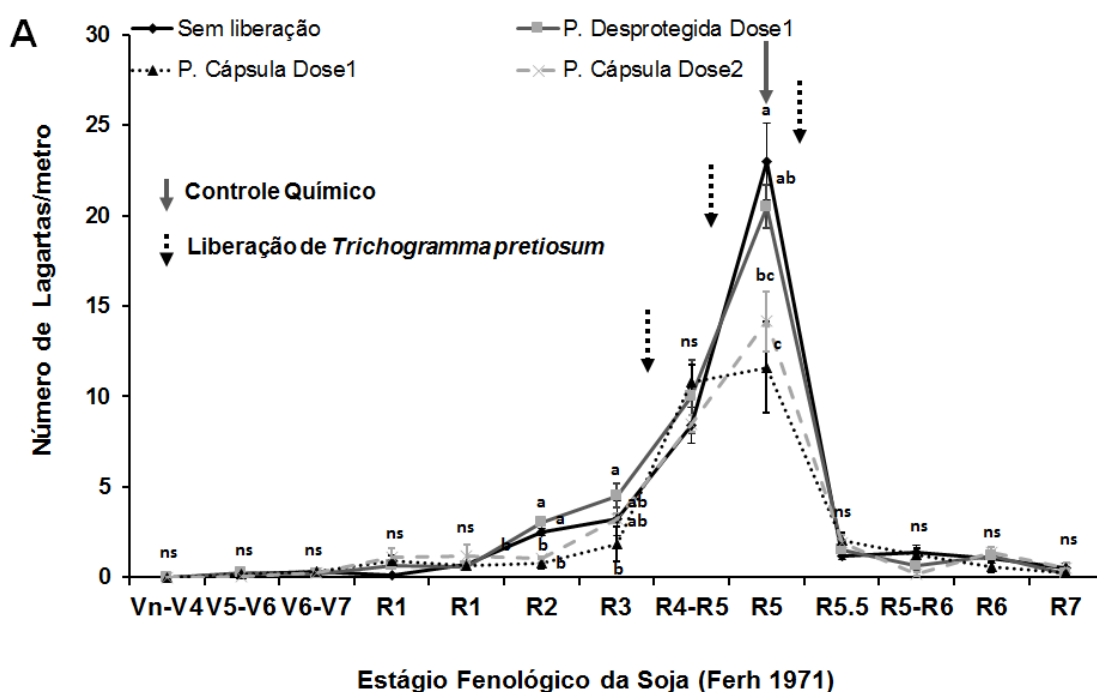


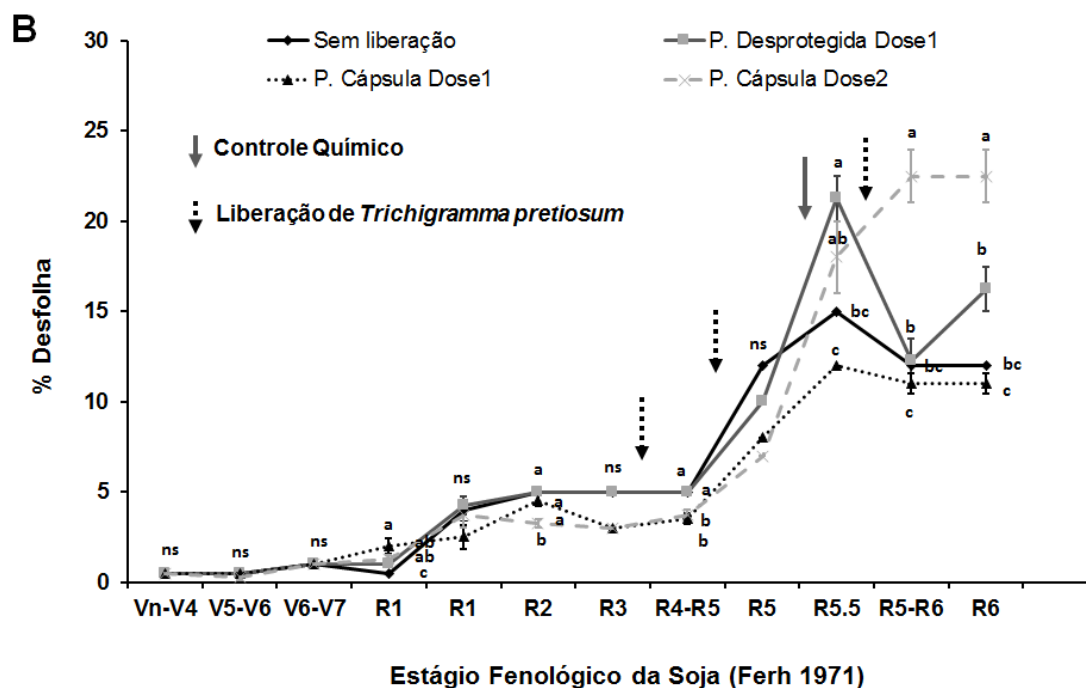
As liberações não surtiram efeito sobre a população de percevejos e, com isso o controle químico foi realizado no estágio R5.5 (acefato 2 Kg ha⁻¹). Não foi

possível avaliar o parasitismo do *Tr. pretiosum*, pois todos os ovos sentinela foram predados. O parasitismo do *Te. podisi* atingiu pico em R5 (entre a segunda e a terceira liberação), no tratamento de pupas em cápsulas na dose 1 (7.500 pupas/liberação/ha de *Te. podisi*) (Figura 6.4).

Na safra 2017/18, a população de lagartas apresentou um crescimento no transcorrer do ciclo da cultura em todas as áreas, com o pico em R5. Em R3 foi realizada a primeira liberação, seguida da segunda liberação em R4-R5, a quais não foram suficientes, independente da dose, para impedir o crescimento populacional da praga. Antes de ser realizada a terceira liberação, a população das lagartas atingiu o nível de ação (20 lagartas/m) em todos os tratamentos, sendo necessário a aplicação de inseticida methoxyfenozide (150 mL ha⁻¹), que foi realizada em toda área por opção do proprietário da área. Após a terceira liberação de *Tr. pretiosum* (R5.5) e aplicação de inseticida, a população de lagartas reduziu drasticamente mantendo-se abaixo do nível de ação (Figura 6.5).

Figura 6.5 - Flutuação populacional de lagartas (A) e desfolha (%) (B) no cultivo de soja na safra 2017/18, Sabáudia-PR. Dose 1: 250.000 pupas/liberação/ha de *Tr. pretiosum*. Dose 2: 80.000 pupas/liberação/ha de *Tr. pretiosum*

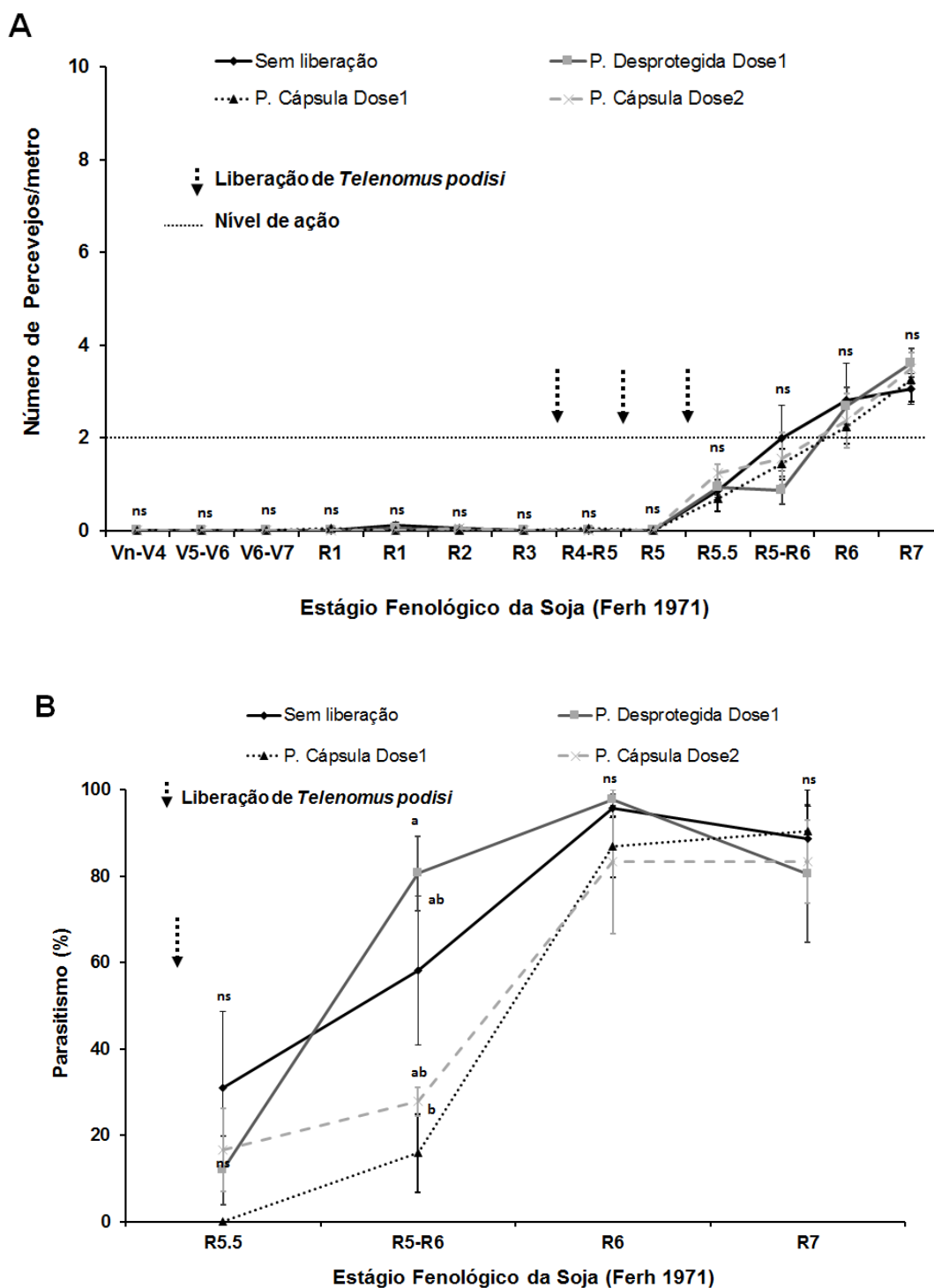




A porcentagem da desfolha, foi proporcional ao crescimento populacional das lagartas, ficando abaixo do nível de ação (15% de desfolha durante o reprodutivo), apenas no tratamento de pupas liberadas em cápsulas na dose 1 (250.000 pupas/liberação/ha) (Figura 6.5).

O crescimento populacional de percevejos ocorreu relativamente tarde na safra de 2017/18 (R5.1). As liberações do parasitóide *Te. podisi* iniciaram-se em R3, mesmo sem a presença de ovos de *E. heros* na área, acompanhando as liberações de *Tr. pretiosum*. Estas mantiveram as populações em baixos níveis, porém, após a terceira e última liberação do parasitóide a população de percevejos cresceu rapidamente, atingindo o nível de ação em R5-R6 (Figura 6.6).

Figura 6.6 - Flutuação populacional de percevejos (A), parasitismo de ovos de *E. heros* por *Te. podisi* (B) no cultivo de soja na safra 2017/18, Sabáudia-PR. Dose1: 7.500 pupas/liberação/ha de *Te. podisi*. Dose 2: 5.000 pupas/liberação/ha de *Te. podisi*



Por estar, a soja, em estágio avançado e próximo à colheita, não foi realizado o controle químico. Após a última liberação e com o aumento do número

de percevejos na área foi possível realizar a quantificação de parasitismo de *Te. podisi*, através da avaliação de posturas coletadas. Podendo-se observar altos níveis de parasitismo (acima de 80%), após R5-R6 (Figura 6.6). Não houve diferença entre os tratamentos na produtividade (Tabela 6.1).

Tabela 6.1 – Produtividade e peso de mil grãos da área de soja de Sabáudia - PR, das safras de 2016/17 e 2017/18

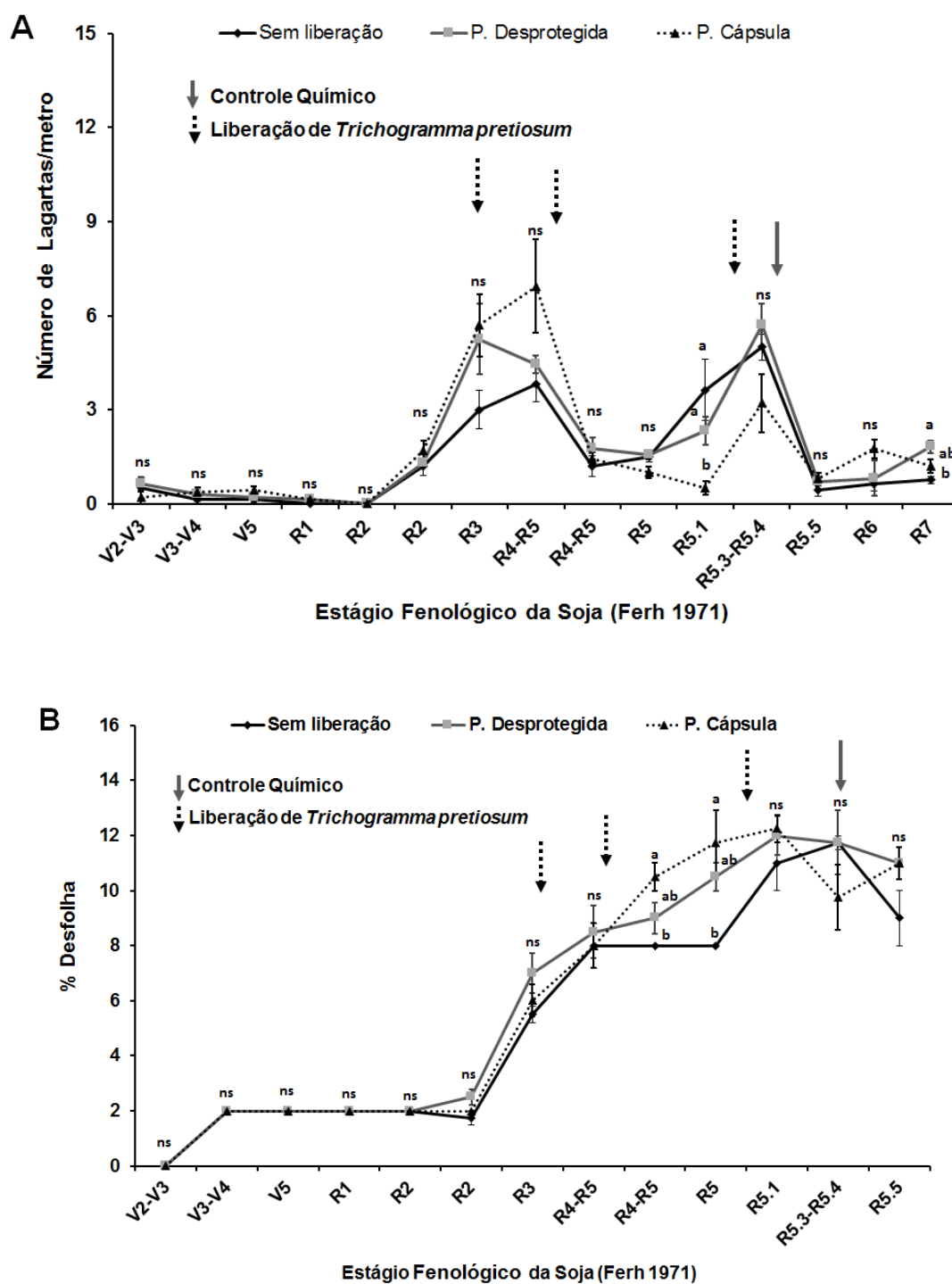
Tratamentos	Produtividade Kg ha ⁻¹		Peso mil grãos (g)	
	Safras ¹			
	2016/17	2017/18	2016/17	2017/18
T1	4412,43 ± 117,55 ^{ns}	164,38 ± 1,81 ^{ns}	3501,01 ± 180,12 ^{ns}	175,69 ± 1,38 ^{ns}
T2	4668,46 ± 123,30	159,52 ± 1,97	3447,78 ± 132,19	175,90 ± 1,93
T3	3910,56 ± 289,55	156,86 ± 4,75	3269,73 ± 246,28	173,53 ± 2,09
T4	4525,46 ± 42,25	161,15 ± 1,63	3869,58 ± 150,61	185,10 ± 1,76

¹Médias ± EPM não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). T1: manejo integrado de pragas (MIP) sem liberação de parasitoides (testemunha); T2: pupas desprotegidas na dose de 250.000 pupas/liberação/ha para *Tr. pretiosum* e dose de 7.500 pupas/liberação/ha de *Te. podisi*; T3: liberações de pupas em cápsulas na dose de 250.000 pupas/liberação/ha de *Tr. pretiosum* e dose de 7.500 pupas/liberação/ha de *Te. podisi*; T4: liberações de pupas em cápsulas na dose reduzida de 80.000 pupas/liberação/ha e de *Te. podisi* na dose reduzida de 5.000 pupas/liberação/ha.

6.3.2 LIBERAÇÃO DE PUPAS DE *Tr. pretiosum* E *Te. podisi* NO MUNICÍPIO DE CAMBÉ – PR.

No experimento realizado na safra de 2016-2017, a população de lagartas iniciou em R2, sendo que o pico populacional ocorreu entre os estágios R4 e R5 da soja, porém, não atingiu o nível de ação em todos os tratamentos. Após as duas primeiras liberações de *Tr. pretiosum* houve uma redução na população de lagartas, principalmente no tratamento contendo pupas em cápsulas (Figura 6.7).

Figura 6.7 - Flutuação populacional de lagartas (A) e desfolha (%) (B) no cultivo de soja na safra 2016/17, Cambé-PR

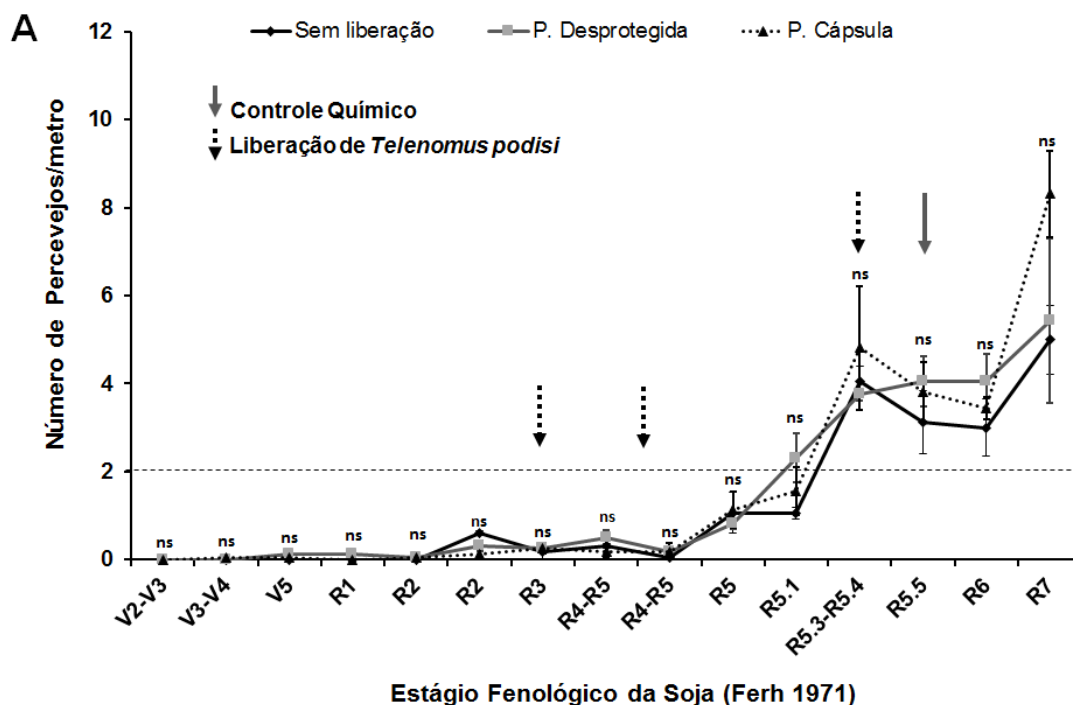


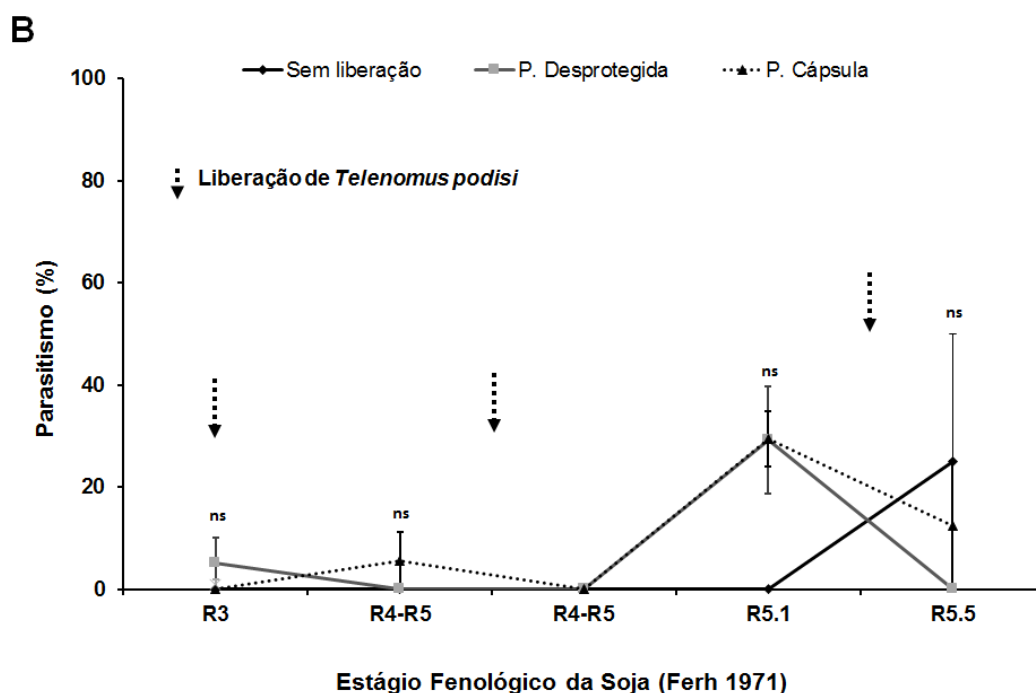
Em todos os tratamentos o nível populacional das lagartas voltou a aumentar em R5.2, período que coincidiu com a terceira liberação, a qual não foi suficiente, nas duas doses avaliadas, para reduzir o número de lagartas. Mesmo não atingindo o nível de ação, foi realizado o controle químico em toda área

(clorantraniliprole 150ml.ha⁻¹) por decisão do proprietário da área onde foi realizado o experimento.

Os primeiros percevejos foram observados na área no período reprodutivo (R2) e, gradativamente, sua população cresceu com o desenvolvimento da soja, atingindo o nível de ação em R5.2. A primeira liberação de *Te. podisi* foi realizada quando a soja se encontrava em R3, seguida da segunda liberação entre R4 e R5 (Figura 6.8).

Figura 6.8 - Flutuação populacional de percevejos (A), parasitismo de ovos de *E. heros* por *Te. podisi* (B) no cultivo de soja na safra 2016/17, Cambé-PR





A terceira liberação foi realizada quando os percevejos atingiram o nível de ação, não sendo suficiente para reduzir a população abaixo do nível de ação. Devido ao período crítico em que a soja se encontrava (enchimento de grão) foi necessária aplicação de inseticida químico (acefato 2 Kg ha⁻¹). Não havendo diferença entre os tratamentos na produtividade (Tabela 6.2)

Tabela 6.2 – Produtividade e peso de mil grãos da área de soja de Cambé - PR, na safra de 2017/18

Tratamentos	Produtividade ¹ Kg ha ⁻¹	Peso mil grãos ¹ (g)
T1	3876,72 ± 189,55 ^{ns}	156,99 ± 1,48 ^{ns}
T2	4089,58 ± 212,06	154,25 ± 0,90
T3	4185,66 ± 208,67	152,44 ± 2,59

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). T1: MIP; T2: pupas desprotegidas na dose de 250.000 pupas/liberação/ha para *Tr. pretiosum* e dose de 7.500 pupas/liberação/ha de *Te. podisi*; T3: liberações de pupas em cápsulas na dose de 250.000 pupas/liberação/ha de *Tr. pretiosum* e dose de 7.500 pupas/liberação/ha de *Te. podisi*.

6.4 DISCUSSÃO

Na safra de 2016-2017, em ambas as áreas (Cambé e Sabáudia), ocorreram lagartas nas áreas, apesar de não atingir o nível de ação em nenhum dos tratamentos. Essa ocorrência e frequência do complexo de lepidópteros na soja são similares entre as regiões produtoras de soja no Brasil (MASSAROLI; BUTNARIU; DOETZER, 2014; CARVALHO, 2014; AITA, 2013; GOLIN, 2014; CONTE et al., 2014).

Nas áreas avaliadas, as liberações de *Tr. pretiosum* não foram suficientes para inibir o crescimento populacional das lagartas, isto pode ter ocorrido devido ao pequeno raio de dispersão de espécies de *Trichogramma*, que é inferior a 20 m do ponto de liberação (ZACHRISSON; PARRA, 1998). Estes resultados foram opostos aos encontrados por Conte et al. (2014), também em lavouras no estado do Paraná, em que, ao liberar *T. pretiosum* em 19 lavouras de soja, apenas em duas áreas, a população de lagartas atingiu o nível de ação.

Em todas as áreas a porcentagem de desfolha aumentou gradativamente ao longo do tempo, paralelamente ao crescimento populacional das lagartas. Os maiores valores de desfolha, se deram no período reprodutivo da soja, que é quando a planta precisa de maior quantidade de fotoassimilados (GAZZONI; MOSCARDI, 1998; RIBEIRO; COSTA, 2000; MOSCARDI et al., 2012). Porém, as plantas de soja possuem alta capacidade de recuperação, podendo produzir mais área foliar do que necessário, o que favorece maior captação de radiação solar e, conseqüentemente, maior produção de fotoassimilados para geração de energia às plantas (DAVIDSON; DONALD, 1958; WATSON, 1958).

As liberações realizadas de *Te. podisi* para controle de percevejo, iniciaram quando a população ainda se encontrava abaixo do nível de ação e a colonização dos percevejos na soja é uma etapa relevante para o sucesso do estabelecimento dos parasitoides liberados e, conseqüentemente e sua efetividade no controle de percevejos (CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI, 1996). Assim, utilização de *Te. podisi* não conseguiu manter os níveis populacionais de percevejos abaixo do nível de ação, sendo necessário a utilização do controle químico. Outros trabalhos mostraram que a utilização de parasitoide de ovos no controle de percevejos foi eficiente com resultados promissores, reduzindo a população de percevejos de forma significativa após as liberações de parasitoides em várias

regiões como no Triângulo Mineiro (VENZON et al. 1999) e no Paraná (CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI, 1996).

Na safra de 2017/18, a população de percevejos iniciou tardiamente em R5.1, e atingiu o nível de ação entre R5 e R6 em todos os tratamentos, e por decisão do proprietário não foi realizada a intervenção com inseticida químico. Porém segundo Musser et al. (2011), os danos de percevejos são significativos até o estágio R7.

Os resultados de parasitismo de *Te. podisi* foram altos em todos os experimentos. Assim, o sucesso depende do estabelecimento dos agentes que são liberados em sincronia com o hospedeiro (CROWDER, 2007). Aliado a isso, a realização do monitoramento, adoção do nível de ação, o maior tempo até a primeira aplicação tanto para lepidópteros quanto percevejos, bem como a não utilização de produtos de amplo espectro no início do desenvolvimento dessa cultura, traz benefícios para a manutenção dos agentes de controle biológico e, conseqüentemente, reflexos no controle de sugadores e desfolhadores no período reprodutivo, contribuindo para um ambiente produtivo mais sustentável (CONTE et al., 2014).

6.5 CONCLUSÃO

As liberações de *Tr. pretiosum*, nas doses de 250.000 pupas/liberação/ha e 80.000 pupas/liberação/ha, não inibem o aumento da população de lagartas. As liberações de *Te. podisi*, nas doses utilizadas, 7.500 pupas/liberação/ha e 5.000 pupas/liberação/ha, não alcançam o sucesso efetivo esperado para manter a população de adultos de *E. heros* abaixo do nível de ação. Apesar de ser possível encontrar ovos parasitados após as liberações até a colheita, são necessários mais estudos para que possa ser definida uma dose ideal para liberação dos parasitoides.

REFERÊNCIAS

AITA, V. **Manejo de lagartas e percevejos da soja com controle localizado**. 2013. 100 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

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

BURR, I. W.; FOSTER. L. A. A test for equality of variances. **West Lafayette: University of Purdue**, p. 26, 1972.

CARVALHO, M. M. **Influência de sistemas de semeadura na população de pragas e nas características morfofisiológicas em cultivares de soja**. 2014. 96 f. Dissertação (Agronomia – Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2014.

CONTE, O., et al. Resultados do Manejo Integrado de Pragas da Soja na Safra 2013/14 no Paraná. **Embrapa Soja**, Londrina, 2014, 56p. (Documentos 356).

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. Biological control of soybean stink bugs by inoculative releases of *Trissolcus basal*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Vlasakker, v.79, p.1-7, 1996.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; PERES, W.A.A. Uso de parasitoides no manejo dos percevejos-pragas da soja. In: CORRÊA-FERREIRA, B.S. (Org.). **Soja orgânica: Alternativas para o manejo dos insetos-pragas**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. p. 33-45.

CORRÊA-FERREIRA, B.S. Amostragem de pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-pragas**. Londrina: Embrapa, p. 631-672, 2012.

CROWDER D.W. Impact of release rates on the effectiveness of augmentative biological control agents. **Journal of Insect Science**, [s.l.], v.7: 1-11, 2007.

DAVIDSON, J.L., DONALD, C.M. The growth of swards of subterranean clover with particular reference to leaf area. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 9, p. 53-72, 1958.

EMBRAPA MILHO E SORGO. Artigo: Incidência de pragas na safra de milho. **Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo**. ed 31, 2011. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/41610/1/Incidencia-pragas.pdf>. Acesso em: 13 nov., 2016.

FAVETTI, B. M. **Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* riley (Hymenoptera: trichogrammatidae) e o seu papel no manejo de lepidópteros-praga na cultura da soja.** 126f, 2017. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, 2017.

FEHR, W.R., et al. Stage development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, [s.l.], v. 11, p. 929-931, 1971.

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

GOLIN, V. **Incidência natural, biologia, seletividade e efeito de liberações inoculativas de parasitoides de ovos (Hymenoptera: Scelionidae) no controle de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) no Mato Grosso.** 2014. 106f. Tese (doutorado em Ciências: Zoologia) - Universidade Federal do Paraná. 2014.

HAJI, F.N.D, et al. **Tecnologia de produção massal de *Trichogramma* spp.** Petrolina: EMBRAPA CPATSA, [s.l.], p. 24, 1998.

MASSAROLI, A., BUTNARIU, A.R., DOETZER, A.K. Occurrence of *Trichogramma* Parasitoids in Eggs of Soybean Lepidopteran Pests in Mato Grosso, Brazil. **International Journal of Biological Sciences**, [s.l.], v.6, P.97-103, 2014.

MOSCARDI F, et al. Soybean response to different injury levels at early developmental stages. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, p. 389-394, 2012.

MUSSER, F.R. et al. Economic injury levels for Southern green stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in R7 growth stage soybeans. **Crop Protection**, [s.l.], v. 30, p. 63- 69, 2011.

NAVA, D. E. **Controle biológico de insetos-praga em frutíferas de clima temperado: uma opção viável, mas desafiadora** (Documentos 2008). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p. 20, 2007.

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**, [s.l.], v. 82, p. 153-160, 1987.

PARRA, J. R. P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado**. Piracicaba: FEALQ, p. 324, 1997.

PARRA JRP. 2014. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.71, n. 5, p. 345-355.

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.

PINTO, A. S. et al. Comparação de técnicas de liberação de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 311-318, 2003.

RIBEIRO ALP, COSTA EC. Desfolhamento em estádios de desenvolvimento da soja, cultivar BR 16, no rendimento de grãos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 30, p. 767-771, 2000.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**, version 8e. Cary, NC: SAS Institute (2001), 2009.

SHAPIRO, S.S; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, London, v.52, p.591-611, 1965.

VAN LENTEREN, J. C. et al. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, Dordrecht, v. 62 p. 1-25, 2017.

WATSON D.J. The dependence of net assimilation rate on leaf area index. **Annals of Botany**. [s.l.], v. 22, p. 37-54, 1958..

VENZON, M. et al. Controle biológico de percevejos-dasoja no Triângulo Mineiro. **Ciência e Agrotécnica**, [s.l.], v. 23, p. 70-78, 1999.

ZACHRISSON B.A, PARRA J.R.P. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para o controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 em soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, p. 133-137, 1998.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Controle Biológico Aplicado de pragas em grandes áreas utilizando parasitoide de ovos é um desafio. Os resultados apresentados nesta tese trazem contribuições para a performance e potencial da eficiência dos parasitoides de ovos *Tr. pretiosum*, *Te. remus* e *Te. podisi* para controle das principais pragas na cultura da soja e milho. Além de estabelecer o nível de interferência de diversos fatores abióticos na liberação, seja ela com cápsula ou através de pupa desprotegida.

A forma de liberação desses parasitoides é um dos fatores que está diretamente ligada a eficiência destes. Assim a cápsula se mostrou um artifício de proteção das pupas de todas as espécies avaliadas, porém até um certo limite de temperatura e umidade do solo. Em temperaturas e umidades do solo elevados o efeito começa a ser inverso, prejudicando, a eficiência da liberação. As liberações de pupas desprotegidas se mostraram mais suscetíveis aos fatores abióticos avaliados.

As doses utilizadas de *Tr. pretiosum* e *Te. podisi* não foram suficientes para impedir o crescimento populacional das pragas. Entretanto o parasitismo de *Te. podisi* pode ser observado até o final da safra, o que indica sua eficiência na atividade de parasitismo, porém necessita de liberações com maiores doses. Apesar dos avanços obtidos no desenvolvimento dessa tese de doutoramento, é importante ressaltar a necessidade de estudos adicionais, principalmente em condições de campo.

O controle biológico com parasitoides de ovos é eficiente, no entanto, para a liberação de inimigos naturais não há uma recomendação padrão. Os fatores abióticos e a predação influenciam de diferentes formas para as diferentes espécies estudadas.