

UNIOESTE

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ

**CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
NÍVEL MESTRADO**

EDERVAL SILVA CORDEIRO

**LIBERAÇÃO DE LINHAGENS DE *Trichogramma pretiosum* PARA
CONTROLE BIOLÓGICO DE *Spodoptera frugiperda* NA CULTURA DO
MILHO**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON
SETEMBRO/2006**

EDERVAL SILVA CORDEIRO

**LIBERAÇÃO DE LINHAGENS DE *Trichogramma pretiosum*
PARA CONTROLE BIOLÓGICO DE *Spodoptera frugiperda* NA
CULTURA DO MILHO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Nível Mestrado, para obtenção do título de Mestre.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Robinson Luiz Contiero

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
SETEMBRO/2006

Ata –página de aprovação

Metade

Que a força do medo que tenho não me impeça de ver o que anseio
Que a morte de tudo em que acredito não me tape os ouvidos e a boca
Porque metade de mim é o que eu grito,
a outra metade é silêncio.

Que a música que ouço ao longe seja linda ainda que tristeza
Que a mulher que amo seja pra sempre amada mesmo que distante
Porque metade de mim é partida,
a outra metade é saudade.

Que as palavras que falo não sejam ouvidas como prece nem repetidas com fervor
Apenas respeitadas
Como a única coisa que resta a um homem inundado de sentimentos
Porque metade de mim é o que ouço,
a outra metade é o que calo.

Que a minha vontade de ir embora se transforme na calma e paz que mereço
Que a tensão que me corrói por dentro seja um dia recompensada
Porque metade de mim é o que penso,
a outra metade um vulcão.

Que o medo da solidão se afaste
E o convívio comigo mesmo se torne ao menos suportável
Que o espelho reflita meu rosto num doce sorriso que me lembro ter dado na infância
Porque metade de mim é a lembrança do que fui,
a outra metade não sei.

Que não seja preciso mais do que uma simples alegria pra me fazer aquietar o espírito
E que o seu silêncio me fale cada vez mais
Porque metade de mim é abrigo,
a outra metade é cansaço.

Que a arte me aponte uma resposta mesmo que ela mesma não saiba
E que ninguém a tente complicar, pois é preciso simplicidade pra fazê-la florescer
Porque metade de mim é platéia
a outra metade é canção.

Que a minha loucura seja perdoada porque metade de mim é amor
e a outra metade também


Oswaldo Montenegro

Dedico este trabalho aos meus pais, Ana e Abílio Cordeiro, pelo incansável apoio e constante torcida.

AGRADECIMENTOS

A Deus onipresente, fonte de energia e perseverança.

Aos meus pais Ana e Abílio Cordeiro, que me apoiaram e torcem constantemente em todos os momentos de minha vida. Perdoem-me o distanciamento físico, mas a alma sempre esteve grudada. A vocês minha admiração sem tamanho.

À Michele Potrich (Mi)  minha amiga de uma nota só, que consegue ser a melodia de uma orquestra inteira, o meu carinho e agradecimento infundável. Você foi uma dádiva em minha vida. Faltam-me as palavras, sobram os sentimentos (C. D. Andrade), meu obrigado eterno.

À Mariza Bortoli de Barba, por suas orações e torcida.

A galera do Laboratório: Fernando, Gilmar, Simone, Marta, Bárbara, Nilvo, Ju (Talkinho), Mauricele e Karollyn, que foram fundamentais na realização deste trabalho.

Aos alunos especiais Alana (Dora) e Annata (Nana Coelhinha) pelo apoio moral, e ao Robson (Rosquevar) e Henrique (Paparazzo) pela força braçal.

Aos demais alunos desse período, pela compreensão.

Aos professores e funcionários dos Colégios Incomar (Toledo) e Vinícius de Moraes (Tupãssi), pelo apoio e compreensão.

À Prof^a. Silvana Brianeze e sua bondade de sempre alterar os horários quando necessários. Obrigado por ser tão especial.

À Shana Pansera sou grato por seu trabalho fotográfico e companheirismo, durante este período.

A minha segunda mãezona Delci E. Carneiro, pelo carinho, conselhos, que segurou minhas pontas e “contas”. Adoro você de paixão Délcis.

À Ju (Bruxa) e Michelle Bedin que sempre me ajudaram nos horários mais improváveis, vocês foram fundamentais. Obrigado de coração.

À Professora Vera Lúcia Henn Ferreira, que é a maior responsável pelo meu sucesso profissional. Com você aprendi demais. Foi muito difícil este período de afastamento; porém, mesmo longe, o que me ensinou manteve solidificado. Obrigado por ajudar a construir-me como profissional e ser humano. A você meu eterno carinho e admiração.

À galera descolada dos encontros desbaratinados e regados à muitas cervejas e caipirinhas no bambu: Everton, Mi, Regininha Poltergeist, Mary, Laércinho (Chimbinha), Diorgeee, Rodolfo Cofrinho. Alô meu povo!!!!!!!!!!

Ao Profº. Dr. Robinson Luiz Contiero – Obrigado pelo crescimento, apoio e gentileza.

De maneira muito especial a minha orientadora Profª. Drª. Vanda Pietrowiski, **guerreira incansável** na luta pela ciência. Obrigado pelo carinho, ensinamentos, compreensão e dedicação infindável. Sempre terei o prazer de dizer e esnober que tive a melhor orientadora do mundo, pois você não só me mostrou o caminho, mas continua ajudando a tirar as pedras. Meu eterno carinho e gratidão.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 <i>Spodoptera frugiperda</i>	14
2.1.1 Caracterização e importância.....	14
2.1.2 Biologia e reprodução da <i>S. frugiperda</i>	15
2.1.3 Controle de <i>S. frugiperda</i>	16
2.2 Controle biológico.....	18
2.2.1 Biologia e reprodução do <i>Trichogramma</i>	19
2.2.2 <i>Trichogramma</i> como agente de controle biológico.....	20
2.2.3 <i>Trichogramma</i> como agente de controle biológico da <i>S. frugiperda</i>	24
3. OBJETIVOS	26
4. MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1 Coleta de posturas de <i>S. frugiperda</i> para verificar a ocorrência de parasitismo natural de <i>Trichogramma</i>	27
4.2 Avaliação dos parâmetros biológicos das linhagens de <i>T. pretiosum</i> em <i>A. kuehniella</i>	28
4.3 Liberação de <i>Trichogramma</i> sp para o controle de <i>S. frugiperda</i> a campo.....	29
4.3.1 Caracterização da área experimental.....	29
4.3.2 Avaliação da eficiência do controle a campo.....	29
4.3.3 Experimento 1.....	31
4.3.4 Experimento 2.....	31
4.4 Análise dos dados	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1.1 Seleção e identificação de linhagens de <i>T. pretiosum</i>	33
5.1.2 Seleção de linhagens de <i>T. pretiosum</i>	33
5.1.3. Avaliação da eficiência do controle a campo.....	42
5.1.3.1 Experimento 1.....	42
5.1.3.2 Experimento 2.....	46
6. CONCLUSÕES	51
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Número de ovos parasitados, emergência, proporção fêmea/macho e longevidade de <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley em ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 10\%$ UR e 14h de fotofase) ...	34
TABELA 2	Número médio de plantas danificadas por <i>Spodoptera frugiperda</i> por pontos amostrados nos tratamentos com e sem liberação de <i>Trichogramma pretiosum</i> ao longo das semanas de avaliação, com liberação correspondente a $100.000 \text{ parasitoides ha}^{-1}$	43
TABELA 3	Número médio de plantas danificadas por <i>Spodoptera frugiperda</i> por pontos amostrados nos tratamentos com e sem liberação de <i>Trichogramma pretiosum</i> ao longo das semanas de avaliação, com liberação correspondente a $200.000 \text{ parasitoides ha}^{-1}$	47

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Graxa pastosa utilizada na base da estaca para proteger contra predadores os ovos parasitados por <i>Trichogramma pretiosum</i> (A). Copo plástico usado para proteger da chuva e de predadores as cartelas com ovos parasitados (B). Cartela com ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> parasitados por <i>Trichogramma pretiosum</i> (C).....	30
FIGURA 2	Parasitismo médio diário e acumulado da linhagem L ₂ de <i>Trichogramma pretiosum</i> em ovos de <i>Anagasta kuehniella</i>	37
FIGURA 3	Parasitismo médio diário e acumulado da linhagem E ₃ de <i>Trichogramma pretiosum</i> em ovos de <i>Anagasta kuehniella</i>	38
FIGURA 4	Parasitismo médio diário e acumulado da linhagem E ₁ de <i>Trichogramma pretiosum</i> em ovos de <i>Anagasta kuehniella</i>	39
FIGURA 5	Parasitismo médio diário e acumulado da linhagem L ₆ de <i>Trichogramma pretiosum</i> em ovos de <i>Anagasta kuehniella</i>	40
FIGURA 6	Semanas de Liberação de <i>Trichogramma pretiosum</i> e Precipitação pluviométrica	45
FIGURA 7	Semanas de Liberação de <i>Trichogramma pretiosum</i> e Precipitação pluviométrica	48

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram: identificar linhagens de *Trichogramma* que ocorrem naturalmente em ovos de *Spodoptera frugiperda*, na região Oeste do estado do Paraná; selecionar em laboratório, sobre ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller), a linhagem com o maior potencial de parasitismo e avaliar a eficiência a campo da linhagem selecionada no controle de *S. frugiperda*. Para isso foram realizadas coletas em plantações comerciais, convencionais e orgânicas em propriedades da região Oeste do Paraná. As linhagens coletadas a campo foram denominadas de (E1, E3, L6) e posteriormente identificadas como *T. pretiosum*. Foi realizada a biologia das linhagens coletadas a campo e também da linhagem (L2) criada massalmente em laboratório em ovos de *Anagasta kuehniella* em temperatura de 25 ± 2 °C; $70 \pm 10\%$ U.R. e 14 h. de fotofase. Após a seleção da linhagem pela análise dos parâmetros biológicos, foram realizados dois experimentos de liberação em campo. No experimento 1, 100 mil parasitóides por hectare foram liberados e avaliados semanalmente, levando em consideração as plantas que sofreram ou não, o ataque da lagarta-do-cartucho, observando os danos foliares, como raspagem e perfuração. No experimento 2, 200 mil parasitóides por hectare foram liberados e avaliados semanalmente, levando em consideração os mesmos danos causados pela *Spodoptera* citado no experimento anterior. Foi selecionado a L2, devido esta linhagem apresentar maior número de ovos parasitados e maior quantidade de fêmeas em relação aos machos para posterior uso em campo. No geral, pode se concluir que em ambos os experimentos (1 e 2) houve redução significativa do número de plantas danificadas por *S. frugiperda* em áreas tratadas com *T. pretiosum*.

Palavras-chaves: Parasitismo, Trichogrammatidae, lagarta-do-cartucho.

ABSTRACT**Release of lineages of *Trichogramma pretiosum* for control of organic *Spodoptera frugiperda* the culture of maize**

The objectives of this work were: to identify lineages of *Trichogramma* which occur naturally in eggs of *Spodoptera frugiperda*, in the West of Paraná; to select, under laboratory conditions, about eggs of the alternative host *Anagasta kuehniella* (Zeller), the lineage with the highest potential of parasitism and to evaluate the efficiency of the selected line to control *S. frugiperda* in field conditions. Collections were realized in commercial, conventional and organic crops in properties in the West of Paraná. The collected lineages in the field were named (E1, E3, L3) and after, identified as *T. pretiosum*. The biology of the collected lineages in the field and the line (L2) breded massively under laboratory conditions in *Anagasta kuehniella* eggs, were realized in temperature of 25 ± 2 °C; $70 \pm 10\%$ R.U. and 14 h. photophase. After the line selection through the analysis of biological parameters, two liberation experiments were performed in field conditions. On experiment 1, 100 thousand parasitoids per hectare were liberated and evaluated weekly, evaluating the plants which suffered or not, the fall armyworm attack, observing the leaf damages, as scrape and perforation. On experiment 2, 200 thousand parasitoids per hectare were liberated and evaluated weekly, observing the same damages caused by *Spodoptera* related on the previous experiment. L2 was selected, due to this line large number of parasited eggs and larger number of females presented, when compared to males for later use in the field. In general, the conclusion is that in both experiments (1 and 2), there was significant reduction of the number of the damaged plants by *S. frugiperda* in treated areas with *T. pretiosum*.

Key words: Parasitism, Trichogrammatidae, fall armyworm.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo do milho (*Zea mays*) ocorre praticamente em todo o mundo e, devido a essa grande adaptação, a cultura vem sofrendo intenso processo de seleção e melhoramento, passando a ser uma das mais importantes culturas no contexto sócio-econômico.

No Brasil, o cultivo do milho ocorre praticamente em toda a extensão de seu território. Esse cereal é o mais produzido no Estado do Paraná, sendo que, desde a década de 70, o estado vem se consagrando como o maior produtor nacional, correspondendo a 27% do total produzido no país, principalmente nas regiões sul, norte e sudoeste. A região oeste é responsável por 13% da produção do estado na safra normal e 40% na safrinha, sendo que nos municípios de Toledo, Cascavel e Marechal Cândido Rondon a produtividade supera 6.000 Kg ha⁻¹ (Seab/Deral, 2006).

Dada sua versatilidade, o milho é aproveitado *in natura* para o consumo humano e animal, podendo ainda ser industrializado como o farelo de milho, o óleo bruto e refinado, o fubá e a farinha.

Embora com alta produtividade, a cultura do milho sofre o ataque de várias espécies de insetos-praga, destacando-se a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith). Essa espécie é a principal praga dessa cultura no Brasil e, nos últimos anos, vem aumentando a severidade de seus danos, fato esse atribuído principalmente ao cultivo de milho safrinha, que disponibiliza alimento o ano todo.

No Brasil, ocorrem reduções expressivas da produtividade do milho devido ao ataque da lagarta-do-cartucho. Esse percentual de danos depende da fase de

desenvolvimento em que a planta está quando é atacada, sendo a fase de oito a dez folhas a mais sensível.

O controle desta praga normalmente é feito com inseticidas, os quais nem sempre são eficientes. Tal controle é dificultado pelo hábito da praga, que permanecendo dentro do cartucho das plantas, dificulta o contato com o produto químico.

Embora severa em seus danos, essa espécie tem uma ampla gama de inimigos naturais, tanto na fase de ovo, como de larva e de pupa. Dentre esses se destacam os parasitóides de ovos, pois controlam a praga antes que cause danos. Entre as espécies com esse hábito, citam-se às pertencentes ao gênero *Trichogramma*, que é produzido em laboratório e liberados a campo para reduzir a população de *S. frugiperda*.

Com a liberação de *Trichogramma* a campo tem-se se reduziu o uso de produtos químicos na cultura do milho, pois estes controlam também a lagarta da espiga (*Helicoverpa zea*) e a broca (*Diatraea* sp.), que tem aumentado nas últimas safras.

Entretanto, estudos mostram que muitos dos insucessos ocorridos nessas liberações são ocasionados pela falta de conhecimento da biologia dos parasitóides, principalmente no tocante à seleção de linhagens adaptadas a cada região e mais especificamente à praga em questão.

Portanto, é de suma importância no planejamento de liberações a campo, conhecer as linhagens já presentes na região, avaliar seu desempenho e selecionar a linhagem a ser produzida visando um melhor controle da praga, buscando com este método produtividade e redução do impacto ambiental.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Spodoptera frugiperda*

2.1.1 Caracterização e Importância

A espécie *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) foi descrita primeiramente como praga em 1797, nos Estados Unidos e em 1964 no Brasil (Cruz et al., 1999).

Essa espécie encontra-se amplamente distribuída pelas Américas e em algumas ilhas a oeste da Índia. Na América Latina, além do Brasil, vem causando expressivos danos na Colômbia, Venezuela, Guatemala, México, Peru e Chile. No Brasil essas perdas variam entre 20 e 40% , chegando a um prejuízo de 400 milhões de dólares por ano. (Cruz & Turpin, 1982; Gallo et al., 2002).

A implantação do sistema de plantio direto também favoreceu o desenvolvimento e sobrevivência dessa praga em outras culturas (cana-de-açúcar, sorgo, trigo, alfafa, feijão, amendoim, soja, tomate, batata, repolho, espinafre, abóbora, couve e algodão) devido a constante disponibilidade de alimento (Zucchi et al., 1993).

Na cultura do milho, *S. frugiperda*, alimenta-se principalmente de cartuchos de plantas jovens, porém pode ocorrer em todas as fases de desenvolvimento da planta (Loeck et al., 1993), sendo atualmente considerada a praga de maior importância para essa cultura (Cruz et al., 1999).

A oviposição desse inseto tem início logo nas primeiras fases de desenvolvimento da cultura do milho, sendo os ovos normalmente depositados na face superior das folhas ou bainha destas (Gallo et al., 2002). Após a eclosão dos ovos, as lagartas iniciam sua alimentação raspando as folhas, ocasionando na planta sintoma típico denominado “folha raspada” (Cruz & Monteiro, 2004). À medida que a larva vai se desenvolvendo, consegue perfurar a folha e danificá-la completamente dirigindo-se à região do cartucho (Gallo et al.,

2002). Com o desenvolvimento da planta e formação do pendão, a lagarta migra para as espigas em formação (Parra, 1991) e para as regiões mais baixas da planta (Labatte, 1993).

Com a intensificação do plantio de milho, principalmente na safrinha, essa praga passou a ter comportamento diferente, perfurando a planta rente ao solo, em sua base ou cortando-a de forma semelhante à lagarta-rosca (Gallo et al., 2002).

2.1.2 Biologia e Reprodução da *Spodoptera frugiperda*

As mariposas de *Spodoptera frugiperda* apresentam fecundidade que varia de 1500 a 2000 ovos (Gallo et al., 2002) sendo esses depositados em massas, cuja média varia em torno de 150 ovos (Cruz & Monteiro, 2004). Os ovos são depositados em camadas (uma a três), e estas recobertas por escamas (Cruz et al., 1999).

O período embrionário varia de 3 a 10 dias dependendo da temperatura, sendo que em temperaturas elevadas o período é reduzido e em temperaturas baixas é prolongado (Cruz & Monteiro, 2004).

A duração do período larval é de 12 a 30 dias (Gallo et al., 2002), sendo que o número de instares varia de quatro a sete dependendo da temperatura, sexo, genética e nutrição do indivíduo (Fernandes, 2003). Na fase larval as lagartas são canibais, encontrando-se apenas uma larva por planta. Algumas vezes podem-se encontrar duas larvas, porém de instares diferentes (último instar e instares iniciais), contudo, estas estão isoladas entre si por folhas (Gallo et al., 2002).

Quando completado o período larval, as lagartas direcionam-se ao solo, onde se transformam em pupa, cujo período pode variar de 8 a 25 dias até transformar-se em insetos adultos (Melo & Silva, 1987; Gallo et al., 2002).

O ciclo de vida da *S. frugiperda* completa-se em torno de trinta dias nas épocas mais quentes do ano (Cruz, 1995). As mariposas adultas medem aproximadamente 35 mm de envergadura e 15 mm de comprimento. A coloração do corpo varia de cinza escuro a

marrom, sendo que os machos diferem das fêmeas por possuírem manchas mais claras no ápice das asas anteriores (Cruz, 1999, Bianco, 2006).

2.1.3 Controle de *Spodoptera frugiperda*

De acordo com Cruz et al. (1999), a seletividade é a chave do manejo de pragas em sistemas que visam reduzir a população de insetos nocivos, sem alterar ou promover desequilíbrios em outros componentes do agroecossistema.

O controle de *S. frugiperda* é feito principalmente pela aplicação de inseticidas nas lavouras, que na maioria dos casos não solucionam o problema e ainda causam inúmeros impactos negativos ao meio ambiente como contaminação dos cursos d'água, problemas de resistência das pragas e um grande desequilíbrio biológico (Cortez & Trujillo, 1994).

Atualmente tem-se aumentado o uso dos inseticidas pertencentes ao grupo dos reguladores de crescimento, que atuam na síntese de quitina, alterando o processo de ecdise (Grützmacher et al., 1999). Esses produtos apresentam baixa toxicidade para mamíferos em geral (Schroeder et al., 1976; Schroeder & Sutton, 1978), porém atuam no organismo humano quando estes ingerem os produtos de cultivares onde foi aplicado, podendo provocar a esterilidade e reduzindo a fecundidade (Ávila & Nakano, 1999).

Buscando diminuir custos de produção, impactos ambientais e problemas à saúde humana causados pela aplicação de inseticidas, cada vez mais o manejo integrado de pragas tem sido utilizado (Bianco, 1995). Segundo esse autor, muitas vezes, a tomada de decisões de controle é feita de maneira empírica, o que resulta no uso indevido e exagerado de produtos químicos, elevando os custos de produção, provocando desequilíbrio no ecossistema, e ainda podendo provocar perdas na produção quando tomadas tardiamente.

O controle de *S. frugiperda* e a redução de suas populações envolvem o uso de estratégias que aumentem o número e a eficiência dos seus inimigos naturais em resposta às infestações da praga, significando que, para maximizar o controle desta praga deve-se

utilizar grandes populações de parasitóides nas áreas atacadas ou aumentar a eficiência desses parasitóides através da manipulação ambiental (Lewis & Nordlund, 1984).

Tentando solucionar este problema com o mínimo de impacto é que vem sendo estudado o controle biológico da lagarta-do-cartucho, sendo empregado vírus (*Baculovirus*) fungos (*Nomuraea rileyii*, *Botrytis rileyi*, *Beauveria globulifera*) e bactérias (*Bacillus thuringiensis*) e também inimigos naturais como tesourinhas (*Doru luteipes*) e vespinhas (*Trichogramma spp.*, *Telenomus sp.*, *Chelonus insularis* e *Campoletis flavicincta*) (Cruz et al., 2000).

Entre os agentes de controle microbiano de insetos, destaca-se o *Baculovirus* devido à sua especificidade e virulência ao hospedeiro. Para o controle da *S. frugiperda* tem sido bastante estudado o vírus de granulose e o de poliedrose nuclear, sendo que este último destaca-se por possuir um elevado potencial patogênico (Valicente & Cruz, 1991). Os autores verificaram que o consumo foliar das lagartas infectadas ($2,5 \times 10^6$ poliedros mL⁻¹) pelo vírus foi 93% menor do que as lagartas não infectadas.

Figueiredo et al. (1999) comprovaram que a liberação do inimigo natural *Telenomus remus* (200 mil adultos/ha⁻¹) em parcelas de milho apresentou-se bastante eficiente no controle deste inseto. Estes chegaram a resultados animadores, pois houve redução dos danos foliares no tratamento (média de 1,00), se comparado com as parcelas testemunhas (média de 2,94), avaliados depois de 22 dias de infestação.

Além de vírus e inimigos naturais, o uso de parasitóides vem sendo empregado no controle da lagarta-do-cartucho. Beserra & Parra (2004) avaliaram duas espécies de *Trichogramma* (*T. pretiosum* e *T. atopovirilia*) em ovos de *S. frugiperda*, e constataram que ambos os parasitóides demonstraram-se aptos ao parasitismo deste inseto.

Dentre os agentes utilizados no controle biológico da lagarta-do-cartucho, o parasitóide *Trichogramma sp.* apresenta grande importância, pois parasita exclusivamente os ovos da lagarta-do-cartucho do milho e são facilmente multiplicados em laboratório (Cruz et al., 1999).

2.2. Controle Biológico

O controle biológico consiste na utilização de inimigos naturais (Van Leteren, 2000), e patógenos visando à manutenção da população das pragas a níveis não-econômicos (Alves, 1998).

No controle biológico é muito importante a escolha adequada da espécie de inimigo natural a ser utilizada, portanto, devem-se primeiramente realizar avaliações para detectarem-se fatores que possam influenciar a ação sobre o hospedeiro (Hassan, 1994).

Dentre as observações a serem realizadas, destacam-se às preferências alimentares em ambiente natural do agente de controle em potencial, evitando assim, um desequilíbrio ecológico que pode ocorrer caso esse agente seja direcionado para um fim, porém, em situação de campo ele tenha preferência natural por outro hospedeiro. Outra característica que deve ser levada em consideração, no caso do agente de controle biológico ser um parasitóide é sua capacidade em atacar e se desenvolver no hospedeiro, pois o hospedeiro não pode apresentar fatores que evitem a oviposição ou inibam o desenvolvimento do parasitóide, diminuindo a eficiência do controle (Navarro & Marcano, 1999).

Um outro ponto importante sobre o controle biológico, segundo Ferguson e Stiling citado por Faria (2001), é a forma como diferentes inimigos naturais de um mesmo indivíduo interagem caso sejam liberados com o mesmo propósito no ambiente. Segundo Parra (2002) existem poucos estudos sobre o controle biológico e o impacto que poderia causar ao meio ambiente. No entanto, o mesmo não deve ser visto como uma atividade isolada dentro de um programa de manejo de pragas, mas sim analisado sobre o ponto de vista global. A tecnologia terá papel fundamental no avanço do controle biológico, permitindo que ocorra a transposição de alguns obstáculos, como a utilização do controle biológico em cultura de subsistência.

2.2.1 Biologia e reprodução do *Trichogramma*

Os insetos do gênero *Trichogramma* são holometabólicos, ou seja, passam pelas fases de ovo, larva, pré-pupa, pupa e adulto, e seu ciclo de vida dura em média 10 dias em temperatura de 25°C (Molina, 2003).

Após quatro dias da oviposição pela fêmea, já pode ser identificado o parasitismo, pelo escurecimento do córion. A emergência do adulto normalmente ocorre no período da manhã, através de um orifício aberto no córion pelo próprio *Trichogramma* sp, sendo que, logo após a emergência ocorre a cópula e algumas horas após as fêmeas estão aptas a ovipositar (Cruz & Monteiro, 2004).

A reprodução partenogenética é comum no *Trichogramma*, sendo que esta pode ser telítoca (ovos não fecundados originam fêmeas), deuterótoca (ovos não fecundados originam machos e fêmeas) ou arrenótoca (ovos não fertilizados originam machos) (Doutt, 1959).

Vários fatores como temperatura, umidade, hospedeiro e idade das fêmeas podem influenciar na biologia dos Trichogrammatídeos, afetando diretamente seu desenvolvimento, fertilidade e razão sexual, entre outras características (Molina, 2003).

A razão do sexo de *Trichogramma* sofre influência de diversos fatores, entre eles: distribuição espacial, densidade e tamanho do hospedeiro, idade da fêmea, número de cópula e superparasitismo. O número de fêmeas diminui com a idade da fêmea genitora, devido ao esvaziamento da espermateca, não ocorrendo a fecundação dos ovos (Schmidt & Smith, 1987). Segundo Cañete & Foerster (2003) em trabalhos com *T. atopovirilia*, nos três primeiros dias de oviposição, a prole foi predominantemente composta por fêmeas, a partir do quinto dia de oviposição houve redução do número dos ovos parasitados e a predominância de descendentes machos.

Segundo Vinson (1997), o *Trichogramma* localiza e reconhece o hospedeiro através de feromônios sexuais, secreções liberadas na postura dos ovos e ainda escamas

no caso de mariposas, bem como características físicas do próprio ovo. A fêmea do parasitóide sinaliza com feromônio os ovos parasitados, mais ainda assim, pode ocorrer o superparasitismo. A quantidade de ovos por postura do parasitóide depende do tamanho e da quantidade de nutrientes disponível no interior do ovo do hospedeiro.

Besera & Parra (2004) em estudos com *T. pretiosum* e *T. atopovirilia*, concluíram que a longevidade das fêmeas de ambas espécies diferiu estatisticamente, sendo que *T. pretiosum*, com 7,37 dias foi mais longeva que *T. atopovirilia*, com 5,47 dias. Os autores também constataram que a tibia posterior e o ovipositor eram maiores em *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* quando desenvolvidos em ovos de *S. frugiperda* que em *Anagasta kuehniella*. O tamanho da tibia posterior está relacionado positivamente com a capacidade dos machos em localizarem as fêmeas para reprodução, com a capacidade da fêmea em localizar o hospedeiro, na fecundidade e na longevidade.

2.2.2 *Trichogramma* como agente de controle biológico

Uma das opções de controle biológico de *Spodoptera frugiperda* é o uso de parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma*. Este é amplamente utilizado no controle biológico de pragas, sendo liberado a campo em milhões de hectares em todo o mundo (Botelho et al., 1988; Bleicher & Parra, 1989). Algumas das culturas das quais estes organismos são inimigos naturais de suas pragas são: milho, arroz, soja, cana-de-açúcar, sorgo, algodão, beterraba, tomate, florestas, pomares, hortaliças, oliveira, banana, mandioca e de plantas ornamentais (Bleicher & Parra, 1989; Nikonov et al., 1991; Hassan, 1993).

Contudo, para a maioria das pragas desses sistemas, o controle pela população nativa de *Trichogramma* não é suficiente para prevenir que a praga atinja o nível de dano, sendo necessário liberá-la (Knutson, 2000).

De acordo com Zucchi & Monteiro (1997), no Brasil o gênero *Trichogramma* possui um registro de ocorrência natural que corresponde a 31,8% de todo continente sul-americano, onde foram registradas 17 espécies de pragas com a presença de 14 espécies desse parasitóide, sendo que todas as pragas pertenciam à ordem Lepidoptera. E segundo Clausen (1985), grande parte das espécies de *Trichogramma* parasitam ovos de diferentes hospedeiros independente do estágio de desenvolvimento em que se encontram. Pesquisas confirmam que a fêmea do parasitóide pode introduzir o ovipositor, matar o embrião do hospedeiro, porém não ovipositar.

Segundo Pratisoli & Oliveira (1999) a idade do hospedeiro interfere no parasitismo do *Trichogramma*, estes constataram que ovos com apenas um dia de idade apresentaram maior parasitismo, viabilidade e número de descendentes por fêmea. Além disso, verificaram que *T. pretiosum* tem maior eficiência em campo quando parasitam ovos de *Helicoverpa zea* de no máximo dois dias de desenvolvimento embrionário.

No uso de *Trichogramma* em projetos de controle biológico deve-se analisar também que, para a liberação de uma grande quantidade desses parasitóides no ambiente, há necessidade de considerar a origem do hospedeiro em que foram coletadas, as culturas em que foram reproduzidos e as condições climáticas onde este se desenvolveu (Hassan, 1994; Fernandes et al., 1999).

Cada parasitóide linhagem do parasitóide possui uma preferência por um tipo de hospedeiro, a partir da qual estes parasitóides desenvolveram mecanismos que os guiam até esses hospedeiros, através de sinais químicos, físicos e visuais (os mais utilizados são os sinais químicos). Estes sinais são também de grande importância na localização e na aceitação e reconhecimento dos hospedeiros (Vinson, 1997).

Devido ao gênero *Trichogramma* possuir muitas espécies distintas, sua preferência por hospedeiros varia muito, o que é refletido no comportamento de busca e tolerância às condições ambientais (Hassan & Guo, 1991; Wührer & Hassan, 1993). Essa escolha por hospedeiro segundo Schmidt e Smith (1987), também depende do alimento que este pode

oferecer para suas larvas, pois o tipo de hospedeiro pode alterar completamente o ciclo de vida do parasitóide.

De acordo com o mesmo autor, dentre os fatores que interferem na postura dos ovos de *Trichogramma* estão as barreiras físicas, pois a fêmea do *Trichogramma* estima o tamanho do ovo a ser parasitado baseando-se na superfície de contato e desta forma define qual o melhor local para sua oviposição.

Pratissoli et al. (2002), avaliaram no estado de Espírito Santo, o uso do *Trichogramma* no controle de pragas de tomateiro, e perceberam que a temperatura afeta o desenvolvimento durante o ciclo de vida, na viabilidade dos ovos e na razão sexual.

Parra & Zucchi (1997) descrevem as principais etapas que devem ser respeitadas e minuciosamente observadas para se obter sucesso na utilização de qualquer parasitóide no controle de pragas, as quais são: coleta e identificação das linhagens e/ou espécies no campo; manutenção no laboratório; seleção de espécies e/ou linhagens do parasitóide para as pragas visadas; estudo das exigências térmicas e hídricas das linhagens selecionadas; seletividade de produtos químicos aos parasitóides; técnicas de liberação com avaliação da eficiência e modelo da dinâmica do parasitóide, aliado à dinâmica da praga e dos ovos da mesma no campo.

Os Trichogrammatídeos de acordo com Hassan et al. (1993), devem ser selecionados de acordo com sua preferência por hospedeiro, assim como sua adaptação ao desenvolvimento do inimigo natural, pois o hospedeiro, dependendo da sua espécie e idade, pode inibir a ação do parasitóide por mecanismos como o endurecimento gradual do córion não permitindo a penetração do ovipositor. Para a utilização de Trichogrammatídeos a campo, devem-se selecionar previamente os indivíduos de acordo com o grupo de hospedeiros e com suas características biológicas: fecundidade, fertilidade, longevidade e razão sexual que contribuem substancialmente para a capacidade reprodutiva do inseto.

Condições climáticas como chuva e temperatura afetam a eficiência do *Trichogramma* a campo, temperaturas inferiores a 15,5° C normalmente diminuem a dispersão e conseqüentemente o parasitismo por *Trichogramma*, Parker (1988), uma

diminuição drástica de temperatura (18° para 4,3° C) provocou uma redução de 75% no parasitismo.

A liberação dos parasitóides no campo deve ocorrer preferencialmente nos períodos mais frescos do dia, evitando-se dias chuvosos ou com muito vento. A liberação normalmente se dá na fase de pupa, de forma mecânica ou manualmente, na qual pode ser feita a manipulação dos indivíduos (Cruz, et al. 1999).

Pinto et al. (2003) avaliaram a campo diferentes técnicas de liberação do parasitóide *T. galloi*, e verificaram que a partir do terceiro dia da instalação do ensaio, houve maior atividade parasítica em ovos de *Diatraea saccharalis*, para todas técnicas, sendo significativamente maior para aquelas resultantes de pupas, em cartões protegidos.

O sucesso da utilização dos parasitóides de modo geral, depende também de uma coincidência temporal, espacial e numérica entre o hospedeiro e o parasitóide, o que requer estudos avançados sobre a dinâmica populacional da praga, de forma que possa correlacionar as densidades dos ovos do hospedeiro e o parasitismo, em relação aos diferentes estágios das culturas e as condições climáticas (Voegelé, 1988).

Segundo Cruz & Monteiro (2004), para uma eficiente liberação de parasitóides no campo, com o intuito de controle, os cuidados que devem ser tomados e respeitados são: número de insetos liberados, densidade da praga, espécie ou linhagem de *Trichogramma* liberada, época e número de liberações, método de distribuição, fenologia da cultura, número de outros inimigos naturais presentes e condições climáticas.

Por outro lado, a eficiência do *Trichogramma* está relacionada ao desenvolvimento da cultura de forma que o aumento da massa foliar provoca uma diminuição do parasitismo. Este aumento de área foliar em função do desenvolvimento da cultura é utilizado no cálculo da quantidade de indivíduos a serem liberados por unidade de área, Need & Burbutis (1979).

Para algumas espécies, segundo Cruz & Monteiro (2004), as alterações climáticas também podem provocar oscilações de comportamento e por isso devem ser consideradas estáveis nos períodos de soltura. Em algumas espécies, a umidade relativa do ar tem efeito

na sobrevivência e na capacidade de dispersão do parasitóide. O vento, em velocidades maiores que 3,6 m/seg, influencia na dispersão das fêmeas.

O número de pontos em que serão liberados varia com a capacidade de dispersão dos parasitóides, estudos mostram que a distribuição do *Trichogramma* pode ser passiva, com direção e extensão controladas pelo vento. Porém em alguns casos estes indivíduos apresentam dispersão ativa onde se percebe que estes se dispersam mais para o sul e sudeste e para as partes mais altas e iluminadas das plantas (Schread & Kot citados por Lopes, 1988).

A taxa de dispersão (cm/min) do parasitóide, em ambos os sexos, é maior se a temperatura estiver mais elevada. Contudo, os machos parecem ser mais sensíveis às altas temperaturas do que as fêmeas, embora temperaturas abaixo de 20°C possam reduzir a capacidade de dispersão delas. De modo geral a integração das liberações dos parasitóides com outras medidas culturais, microbiológica, físicas e mecânicas podem aumentar a eficiência geral do controle (Cruz & Monteiro, 2004).

Alguns estudos feitos por Zachrisson & Parra (1998), avaliaram a distância média e dispersão após 24 horas de liberação do *T. pretiosum* em cultura de soja, obtendo 8m e 77m², respectivamente. Também avaliando a capacidade de dispersão desse parasitóide na cultura do milho, Sá et al. (1993) após 36 horas de liberação, encontraram índices de 80 a 102m².

2.2.3. *Trichogramma* como agente de controle biológico de *Spodoptera frugiperda*

Em culturas de milho foram observadas a presença de espécies de *Trichogramma* parasitando os ovos das pragas de maior importância agrícola, *Helicoverpa zea* e *S. frugiperda* (Beserra, 2000), conforme o autor, o parasitismo natural de *S. frugiperda* por *Trichogramma* em campo é mais baixo durante o ciclo vegetativo do milho. O parasitismo natural de ovos de *S. frugiperda* por *T. pretiosum* pode variar de 0,06 a 98%, segundo Sá

(1991), sendo esses valores influenciados por características de postura como camadas de ovos e presença de escamas, sendo que para Hoffmann et al. (1995), esses valores podem variar de 8 a 98%.

O *T. atopovirilia* e *T. pretiosum* são dois parasitóides freqüentes em posturas de *S. frugiperda* (Alvarez & Roa, 1995; Zucchi & Monteiro, 1997). Visando avaliar a espécie mais adequada para o controle de *S. frugiperda*, Beserra & Parra (2004) verificaram a capacidade de parasitismo e desenvolvimento dessas suas espécies. Os autores constataram que o número de ovos parasitados por *T. atopovirilia* foi maior que *T. pretiosum*, exceto em posturas com alta densidade de escamas, onde não houve diferença significativa na postura dessas duas espécies.

Outros trabalhos foram realizados utilizando os mesmos parasitóides com o intuito de avaliar o impacto da barreira física formada pelas escamas presentes na postura da *S. frugiperda*. Beserra & Parra (2005) comprovaram que a presença de escamas sobre a postura aumenta o tempo gasto em cada etapa do comportamento para ambos parasitóides e diminui o tempo da fêmea sobre a postura.

Esses mesmos autores também verificaram que o parasitismo do *T. atopovirilia* em ovos de *S. frugiperda* foi superior quando parasitado uma única camada de ovos, chegando a média de 66,24%, se comparado com duas (45,20%) ou três camadas (40,10%).

Nesse mesmo sentido, ao trabalhar com 20 linhagens de *T. pretiosum*, Beserra et al. (2003) verificaram que algumas linhagens (Lsg1, Lsg11, Lsg18) apresentaram elevada capacidade de se desenvolver em ovos de *S. frugiperda* e outras (Lsg11 e Lsg18) apresentaram maior agressividade e preferência pelo hospedeiro natural (*S. frugiperda*), embora tenha sido criada por sucessivas gerações em hospedeiro alternativo (*A. kuehniella*).

A quantidade de insetos a ser liberada por unidade de área varia em relação à densidade populacional da praga. Segundo Cruz & Monteiro (2004) em média, para a cultura do milho, tem-se liberado cerca de 100.000 indivíduos por hectare.

3 OBJETIVOS

Os objetivos desse trabalho foram:

- Coletar e identificar linhagens de *Trichogramma* spp. que parasitam naturalmente ovos de *Spodoptera frugiperda*, na região oeste do Estado do Paraná.
- Selecionar em laboratório, sobre ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller), a linhagem com o maior potencial de parasitismo.
- Avaliar a eficiência a campo da linhagem selecionada no controle de *S. frugiperda*.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Coleta de posturas de *Spodoptera frugiperda* para verificar a ocorrência de parasitismo natural de *Trichogramma*

Visando identificar linhagens de *Trichogramma* sp. em ovos de *Spodoptera frugiperda*, foram realizadas coletas de posturas em lavouras de milho, nos municípios da região oeste do Paraná. As coletas foram realizadas ao acaso em plantações comerciais, convencionais e orgânicas. Posteriormente, os ovos foram levados para o laboratório de Controle Biológico da UNIOESTE, *Campus* de Marechal Cândido Rondon. Estes foram acondicionados em tubos de ensaio (10 × 2cm), fechados com filme de PVC transparente e mantidos em câmara climatizada tipo B.O.D à temperatura de 25 ±2 °C; 70 ± 10% U.R. e 14 h. de fotofase.

Diariamente foram realizadas observações para eliminar lagartas de *S. frugiperda* que nasceram e verificar a ocorrência de parasitismo por *Trichogramma* sp.. As linhagens obtidas que apresentaram emergência de machos e fêmeas foram denominadas E1 (coletada em 06/11/04, plantio convencional, Linha Guavirá, Marechal Cândido Rondon), E3 (coletada em 06/11/04, plantio convencional, Linha Guarivá, Marechal Cândido Rondon) e L6 (coletada em 17/11/04, plantio orgânico, Nova Santa Rosa). Posteriormente, exemplares machos das linhagens foram encaminhados para a Dr^a. Ranyse Barbosa Quirino da Silva da Universidade Estadual de Montes Claros, *Campus* de Janaúba – Minas Gerais, para identificação da espécie.

Além das linhagens coletadas a campo para os experimentos, foi utilizada a linhagem criada massalmente no laboratório de controle biológico, sendo esta denominada L2.

Essa linhagem foi coletada em ovos da traça do tomate (*Tuta absoluta*) no município de Marechal Cândido Rondon em outubro de 2002. As linhagens apresentavam no momento do estudo de sua biologia as seguintes gerações: E1 (F7); E3 (F7); L6 (F12); L2 (F90).

4.2 Avaliação dos parâmetros biológicos das linhagens de *Trichogramma pretiosum* em *Anagasta kuehniella*

Para avaliação dos parâmetros biológicos foram utilizados 30 casais de cada linhagem com até 12 horas de emergência. Os casais foram individualizados em tubos de vidro (10 x 2 cm), fechados com tampas de algodão envolvidas por um tecido tipo voal, preso por elástico. A cada casal, foi oferecido diariamente uma cartela com ovos e um filete de mel. As cartelas (8,0 x 1,5 cm) foram confeccionadas com papel cartolina e continham aproximadamente 100 ± 20 ovos do hospedeiro com até 12 horas de idade, esterilizados em luz ultravioleta. As cartelas foram fornecidas até a morte da fêmea e o mel até a morte do casal.

Diariamente, as cartelas foram substituídas e aquelas contendo os ovos parasitados foram individualizadas em tubos semelhantes ao descrito anteriormente e mantidos em câmara climatizada tipo B.O.D à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70\% \pm 10\%$ U.R. e 14 horas de fotofase. Após a emergência e morte da progênie determinou-se o número de ovos parasitados, a porcentagem de emergência, o número de descendentes e a proporção de sexo.

Para determinação do ciclo evolutivo, foi considerado como data de emergência quando 50% dos adultos emergiram. O número de ovos parasitados foi determinado, considerando-se apenas aqueles nos quais alguma das fases do parasitóide foi reconhecida, independente de ter completado ou não o desenvolvimento.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (linhagens) e inicialmente 30 repetições, sendo cada casal considerado uma repetição. Ao final do experimento foram eliminadas as repetições onde as fêmeas morreram no mel ou acidentalmente no manuseio.

4.3. Liberação de *Trichogramma* sp. para o controle de *Spodoptera frugiperda* a campo

4.3.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi instalado na Estação Experimental Prof. Dr. Antonio Carlos dos Santos Pessoa da UNIOESTE, localizado na linha Guará, município de Marechal Cândido Rondon. A área situa-se a 24° 31' 42" de latitude sul e 54° 01' 45" de longitude oeste e a uma altitude de 420 m.

O solo da área é classificado como Latossolo vermelho eutoférico, textura argilosa (Embrapa, 1999). De acordo com a classificação de Koeppen, o clima da região da região é tropical úmido com inverno seco e verão chuvoso.

Precipitação média anual de 1800 mm e temperatura média anual entre 14 e 28°C.

4.3.2. Avaliação da eficiência de controle a campo

Para a avaliação da eficiência de controle em campo, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos (com e sem liberação de *Trichogramma pretiosum*) e seis repetições. As parcelas tinham 200m² (10 × 20m) com 10 metros de bordadura e 20 metros entre as parcelas. Cada parcela foi delimitada por estacas de madeira e fita plástica. A variedade de milho utilizada foi a CD 3121 – COODETEC.

A liberação de *Trichogramma pretiosum* foi realizada em dois pontos com espaço de 10 metros lineares entre eles e 5 m da bordadura. O parasitóide foi levado a campo um dia antes da emergência, em cartelas (4 × 4 cm) nas quais os ovos foram colados, sendo que em cada cartela tinham aproximadamente 2.000 ovos parasitados. No verso das cartelas foram colocados filetes de mel, para alimentação dos adultos.

Para proteger as cartelas da chuva e de predadores, foram utilizados copos plásticos pretos, tendo ao centro um fio de arame com a ponta recurvada (estilo anzol), onde as cartelas eram colocadas (Figura 1B e 1C respectivamente). Os copos foram amarrados com arames em estacas de madeira e sua altura foi regulada de acordo com o crescimento do milho.

Para evitar que predadores subissem e destruíssem os ovos com os parasitóides utilizou-se graxa pastosa na base das estacas (Figura 1A). Não foi realizado nenhum outro método de controle de pragas no experimento. Apenas aplicado herbicida para o controle de plantas daninhas na fase inicial.



Figura 1: Graxa pastosa utilizada na base da estaca para proteger contra predadores os ovos parasitados por *Trichogramma pretiosum* (A). Copo plástico usado para proteger da chuva e de predadores as cartelas com ovos parasitados (B). Cartela com ovos de *Anagasta kuehniella* parasitados por *Trichogramma pretiosum* (C).

4.3.3. Experimento 1

Para a instalação do primeiro experimento, o milho foi semeado no início de outubro de 2005. A liberação do *Trichogramma pretiosum* teve início uma semana após a semeadura, sendo realizada uma vez por semana, correspondendo a aproximadamente 100.000 parasitóides por hectare, conforme a recomendação de Cruz et al. (1999). Foram realizadas liberações até o milho atingir a fase de pendoamento, período aproximado de 70 dias após a semeadura.

As avaliações foram realizadas semanalmente, observando seis pontos em cada parcela, e seis plantas em cada ponto amostrado. Verificou-se o número de plantas que sofreram ataque da lagarta-de-cartucho (folhas raspadas e perfuradas) e as que não foram danificadas. As avaliações foram feitas até o milho atingir a fase de pendoamento.

As amostragens foram feitas em zigue-zague, tomando-se o cuidado de, a cada data de amostra, iniciar o zigue-zague em diferentes locais, evitando coincidir os pontos amostrados nas semanas anteriores.

4.3.4. Experimento 2

Para a instalação do segundo experimento, o milho foi semeado no início de fevereiro de 2006 e a liberação do *Trichogramma pretiosum* iniciou-se uma semana após a semeadura. Nesse experimento foram realizadas duas liberações semanais com o intervalo de três dias, correspondendo a 200.000 parasitóides por hectare.

As liberações e amostragens foram realizadas conforme descrito no experimento 1.

4.4 Análise dos dados

Os dados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar® 4.3.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1.1. Coleta e identificação das linhagens

Verificou-se que as linhagens E1, E2 e L6 apresentaram parasitismo em várias posturas, mas somente em três coletas em nível de campo, pode ser observada emergência de machos e fêmeas. Essas linhagens foram mantidas em laboratório, sobre os ovos de *Anagasta kuehniella*.

Todas as linhagens coletadas foram identificadas como *Trichogramma pretiosum*, diferindo dos resultados mostrados por Zucchi & Monteiro (1997) e Beserra & Parra (2005) que relataram ser *T. atopovirilia* a espécie mais freqüente parasitando ovos de *S. frugiperda*.

5.1.2 Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum*

Observou-se que em relação ao número de ovos parasitados por *T. pretiosum*, as linhagens apresentaram diferenças entre si, sendo que a linhagem L2 apresentou maior média de ovos parasitados (233,2) e a linhagem L6 a menor média (171,2), contudo essa diferença somente foi significativa entre a L2 e L6 (Tabela 1).

Todas as linhagens estudadas apresentaram uma média superior no número de ovos parasitados quando comparadas com os resultados obtidos por Pietrowski (1993), que obteve nesse mesmo hospedeiro uma fecundidade média de 103,5 e fecundidade inferior à obtida nesse trabalho para *Anticarsia gemmatalis* com uma média de 103 ovos, para *Heliothis virescens* com 94,9 e para *Sitotroga cerealella* com 26,2 ovos.

Tabela 1: Número de ovos parasitados, emergência, proporção fêmea/macho e longevidade de *Trichogramma pretiosum* Riley em ovos de *Anagasta kuehniella* ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70\% \pm 10\%$ UR e 14h de fotofase).

Linhagem	Nº de repetições	Nº de Ovos parasitados		Emergência (%)	Razão sexual* ♀ : ♂	Longevidade	
						♀*	♂*
L6	27	171,2±11,9	b	90,1±1,2 a	0,42±0,03	16,7±1,3	5,7±0,2
L2	25	233,2±22,4	a	85,3±1,8 b	0,52±0,03	14,2±1,4	5,7±0,2
E1	27	206,2±14,0	ab	91,6±0,8 a	0,47±0,03	17,2±1,6	6,1±0,4
E3	26	190,5±14,0	ab	93,8±0,5 a	0,5±0,1	17,6±1,5	6,0±0,3
Média Geral		199,7		90,2	0,48	16	5,8
C.V		39,9		3,5	35,15	43,8	25,1

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Para a emergência os dados foram transformados em $\arcseno \sqrt{x/100}$.

* Dentro da mesma coluna, não diferiram estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Fecundidade inferior também foi obtida por Bleicher (1985), para três populações de *T. pretiosum* em ovos de *A. kuehniella*, sendo que a fecundidade variou de 75,6 a 102,3 ovos. Resultados semelhantes foram observados por Lopes (1988) para *T. galloi* com uma fecundidade média de 114,8 ovos com *T. galloi*.

Com relação ao período ovo-adulto, todas as linhagens desse experimento apresentaram a mesma duração, com 8 dias. Nessas mesmas condições Pietrowski (1993) analisando o parasitismo em ovos de *A. kuehniella* obteve média de 9,2 dias, diferindo da média de 11 dias verificada por Bleicher (1985). Ainda Beserra et al. (2003), avaliando o parasitismo em ovos de *S. frugiperda* obtiveram médias que variaram de 9,6 a 10,1 dias.

Em relação à porcentagem de emergência, os resultados obtidos foram inversos aos observados para o número de ovos parasitados, onde a L2 apresentou menor porcentagem de emergência, sendo essa diferença estatisticamente significativa das demais linhagens. Observou-se que a média de emergência para todas as linhagens estudadas neste trabalho foi semelhante à observada por Beserra et al. (2003) em ovos de *S. frugiperda*, sendo que as linhagens de *T. pretiosum* que apresentaram maiores médias ficaram em torno de 95,3%.

Molina (2003) obteve em experimentos com *E. aurantiana* emergência média baixa em torno de 40%, quando comparada a este experimento com média de 90,2%, mais do dobro do percentual. A emergência de *T. pretiosum* em ovos de *S. frugiperda* observados por Beserra & Parra (2004) foi de 93,81% corroborando os dados aqui apresentados. Desta forma, a emergência de *T. pretiosum* em ovos de *A. kuehniella* obtidos nesse trabalho mostrou-se dentro da média obtida pelos demais autores.

Comparando a razão sexual de fêmea/macho, verificou-se que as linhagens não diferiram estatisticamente entre si, sendo que a variação média foi de 0,42 a 0,52 fêmeas para cada macho, estes dados não diferem dos obtidos por Borba et al. 2006, que constataram valores acima de 0,5 para as linhagens avaliadas.

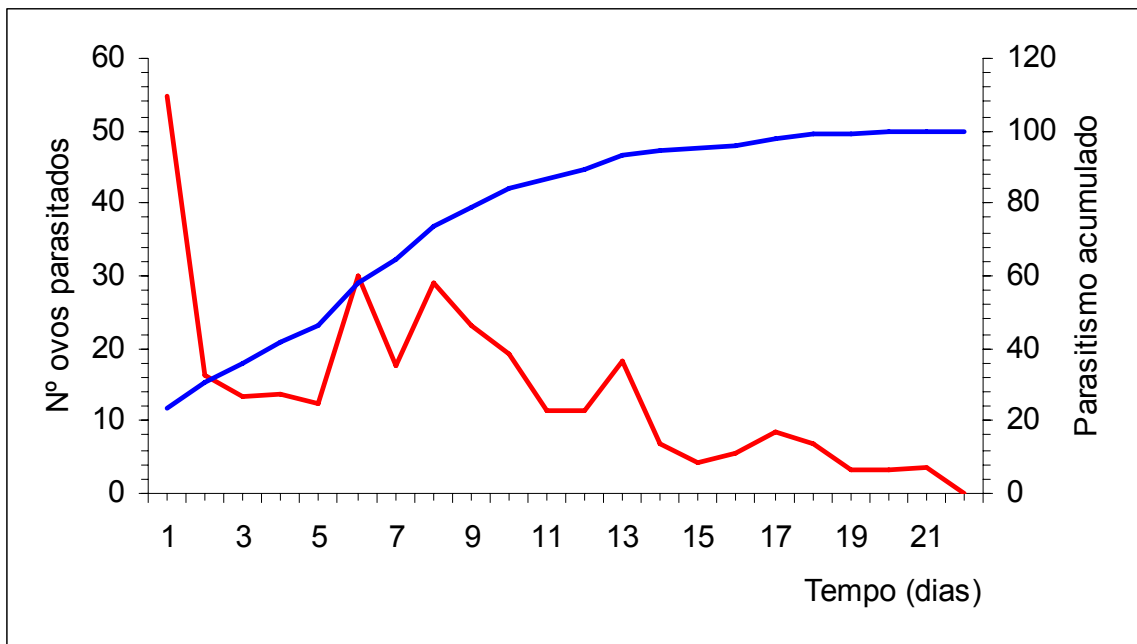
Analisando o parâmetro longevidade, as linhagens não apresentaram diferenças significativas entre si, tanto em relação à longevidade de machos quanto em relação à de fêmeas.

A longevidade média das fêmeas variou de 14,2 a 17,6, concordando com os dados de Pietrowski (1993), onde a longevidade de fêmeas de *T. pretiosum* em ovos de *A. kuehniella* foi de 18,9 dias. No entanto, Alencar et al. (2000) verificaram longevidade média de fêmeas de *T. pretiosum* em ovos de *S. cerealella* de 5,53 dias. Cañete & Foerster (2003) verificaram uma média de longevidade de 11,4 dias para fêmeas de *T. atopovirilia* em ovos de *A. gemmatalis* e, em ovos de *E. aurantiana*, Molina (2003) obteve uma variação média de 6,3 a 9,3 dias.

A longevidade média dos machos variou de 5,7 a 6,1 dias, diferindo da média obtida por Pietrowski (1993), que foi de 9,82 dias, e de Alencar et al. (2000) com 3,08 dias em *S. cerealella*. No entanto, confirma os dados de Molina (2003), que obteve média de 5,6 a 6,5 dias.

Beserra et al. (2003) avaliando a longevidade de *T. pretiosum* em ovos de *S. frugiperda*, obteve número inferior ao deste trabalho, com médias que variaram de 2,6 a 9 dias.

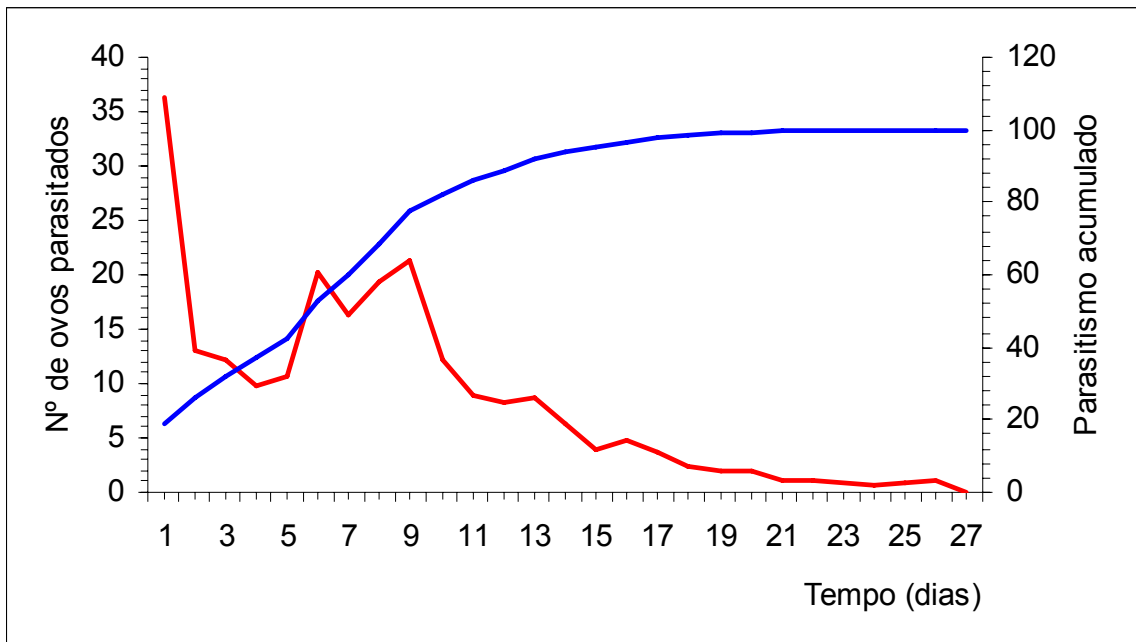
Analisando o parasitismo ao longo da longevidade das fêmeas, observam-se variações entre as linhagens (Figuras 2, 3, 4 e 5). O pico de oviposição da Linhagem L2 ocorreu nos dois primeiros dias, decrescendo até o quinto dia, com novos picos entre o sexto e nono dia, decrescendo gradativamente em seguida (Figura 2).



Linhagem L 2

Figura 2: Parasitismo médio diário e acumulado da linhagem L₂ de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Anagasta kuehniella*.

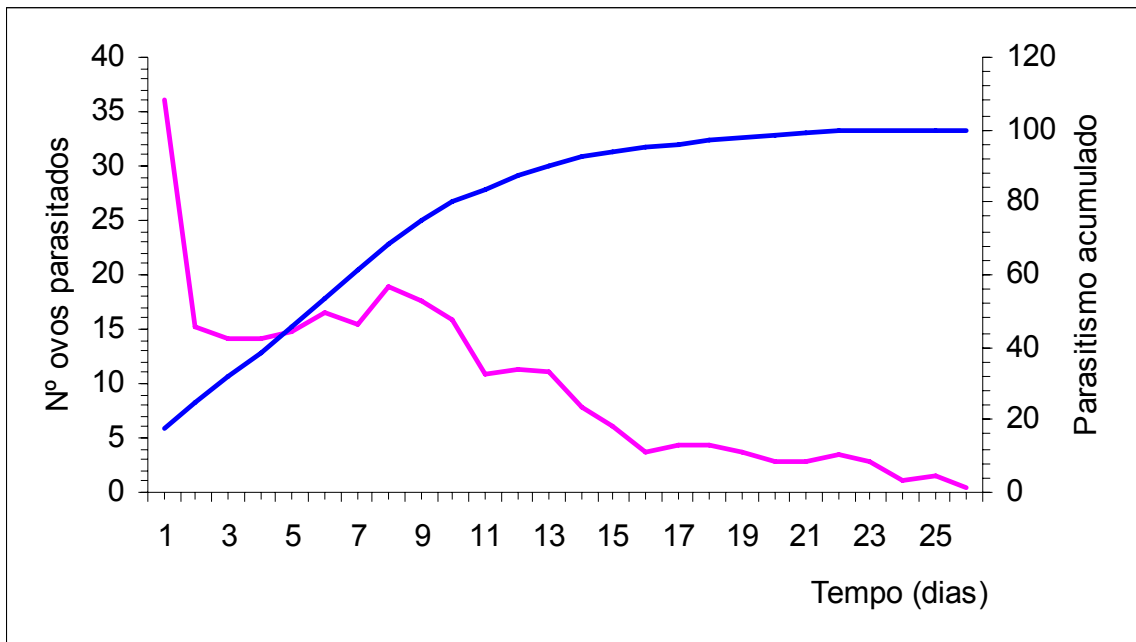
O pico de oviposição da Linhagem E3 ocorreu nos dois primeiros dias, havendo novos picos entre o sexto e nono dia, decrescendo gradativamente em seguida (Figura 3).



Linhagem E 3

Figura 3: Parasitismo médio diário e acumulado da linhagem E₃ de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Anagasta kuehniella*.

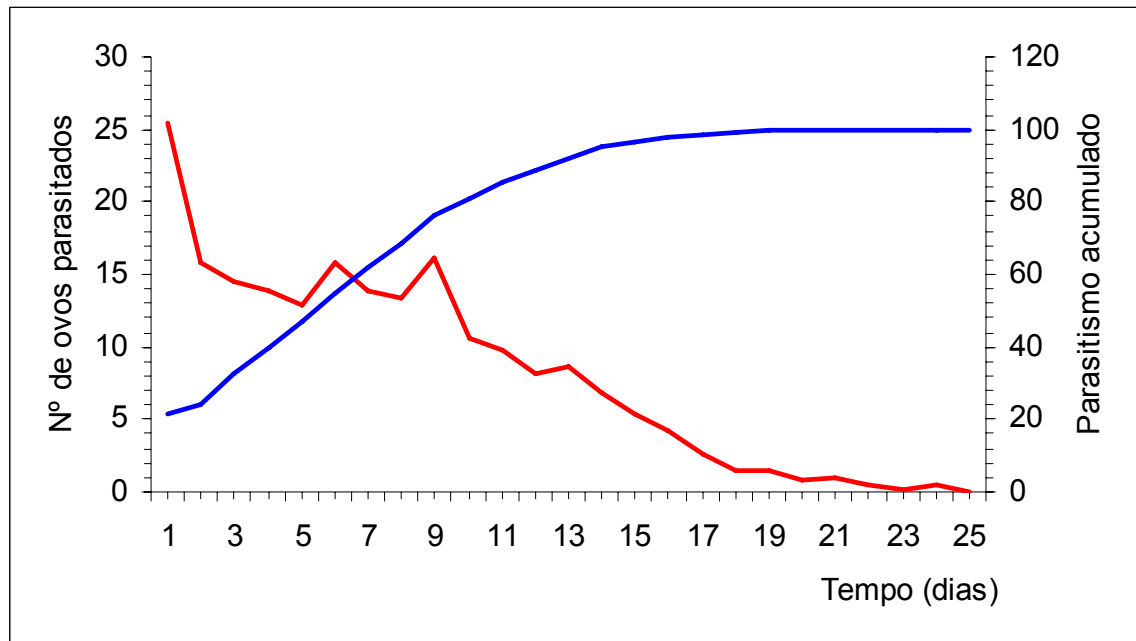
O pico de oviposição da Linhagem E1 ocorreu no primeiro dia, decrescendo gradativamente com a idade da fêmea (Figura 4).



Linhagem E 1

Figura 4: Parasitismo médio diário e acumulado da linhagem E₁ de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Anagasta kuehniella*.

O pico de oviposição da linhagem L6, embora menor quando comparado às demais linhagens, também ocorreu nos dois primeiros dias de vida da fêmea (Figura 5).



Linhagem L 6

Figura 5: Parasitismo médio diário e acumulado da linhagem L₆ de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Anagasta kuehniella*.

Pode ser verificado em todas as linhagens que o maior número de ovos parasitados por *T. pretiosum* em ovos de *A. kuehniella* foi registrado no primeiro dia de parasitismo, assim como Pratisoli e Oliveira (1999) que também observaram, nesse período, maior oviposição dessa espécie de parasitóide em ovos de *H. zea*.

Molina (2003) também verificou que linhagens de *T. pretiosum*, denominada de Atp e G18, apresentaram elevado grau de parasitismo no primeiro dia de oviposição em ovos de *A. kuehniella*, com média de 23,12 e 16,76 ovos parasitados, respectivamente. No entanto, o número de ovos parasitados foi decrescendo no decorrer dos dias de avaliação, chegando

a 0,04 (14 dias) na linhagem Atp e 0,16 (13 dias) na G18, fator esse também observado para as linhagens estudadas nesse trabalho.

Considerando a dinâmica do parasitóide a campo, um novo pico de oviposição entre o sexto e o nono dia é interessante, pois acaba parasitando ovos com posturas de 3 a 4 dias após a liberação do parasitóide, sendo portanto mais eficiente.

Pietrowski (1993) realizou estudos em laboratório e constatou que o parasitismo sobre ovos de *A. kuehniella*, *A. gemmatalis*, *H. virescens*, e *S. cerealella* apresentaram um ritmo maior nos cinco primeiros dias de oviposição, decrescendo no decorrer das avaliações. Segundo o autor, a oviposição caracterizada nos primeiros dias de emergência, pode estar relacionada ao desgaste da fêmea ao longo do tempo, apresentando assim, menor vitalidade associado ao esvaziamento da espermateca.

Ao analisar os parâmetros biológicos, verifica-se uma elevada longevidade das fêmeas e machos desse parasitóide nesse experimento. Segundo Gomes & Parra (1998) a longevidade aliada à capacidade de parasitismo é uma característica importante quando se pretende trabalhar com inimigo natural no controle de pragas, já que os insetos mais longevos permanecem por mais tempo no ambiente, e são teoricamente capazes de parasitar um maior número de ovos.

Sendo que as linhagens E1, E2 e L6 apresentaram-se mais longevos, porém com redução no parasitismo. Tal fato pode ser constatado neste trabalho em todas as linhagens avaliadas, sendo que a redução da fecundidade de *T. pretiosum* ocorreu a partir do 10º dia de emergência, e as fêmeas permaneceram reprodutivamente ativas até o 18º e 21º dia de avaliação.

Considerando esses fatores e demais parâmetros biológicos mencionados anteriormente, decidiu-se usar a linhagem L2 para trabalhos a campo, pois esta linhagem apresentou maiores médias de ovos parasitados e maior proporção de fêmeas em relação ao número de machos.

Essa seleção foi realizada segundo Van Leteren (2000), o qual sugere que os agentes devem ser selecionados com base em seus atributos biológicos ou características

do ciclo de vida (por exemplo, duração do desenvolvimento, fecundidade, eficiência de busca). Hassan (1997) coloca que apesar de linhagens locais estarem mais adaptadas ao ambiente, se sua eficiência não for satisfatória, devem-se realizar esforços para utilização de outros parasitóides.

Quanto ao parasitismo acumulado, pode ser verificado nos gráficos, que todas as linhagens apresentaram um baixo índice de parasitismo acumulado nos primeiros dias de oviposição. Contudo esses valores demonstraram-se crescentes, sendo que no sexto dia de liberação evidenciou-se mais de 50% de parasitismo em todas as linhagens avaliadas de *T. pretiosum*, o qual atingiu 100% até o vigésimo sexto dia de oviposição.

5.1.3. Avaliação da eficiência do controle a campo

5.1.3.1. Experimento 1

Os resultados referentes ao número médio de plantas danificadas por *S. frugiperda* nas parcelas com liberação de aproximadamente 100 mil parasitóides ha⁻¹, e sem liberação de *T. pretiosum* ao longo do desenvolvimento da planta são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Número médio de plantas danificadas por *Spodoptera frugiperda* por pontos amostrados nos tratamentos com e sem liberação de *Trichogramma pretiosum* ao longo das semanas de avaliação, com liberação correspondente a 100.000 parasitóides ha⁻¹.

Tratamento	Datas de amostragem (semanas)						
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
Com Liberação	1,0±0,2a	1,8±0,2b	3,4±0,3a	2,9±0,2a	1,7±0,3b	2,3±0,3a	2,3±0,3b
Sem Liberação	1,4±0,2a	3,7±0,2a	4,0±0,3a	3,5±0,2a	4,3±0,3a	2,9±0,2a	3,7±0,4a
Média	1,2	2,7	3,7	3,2	3	2,6	3
CV (%)	57,1						

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05)

Analisando os dados pode-se verificar que na primeira semana de avaliação, o número de plantas danificadas foi igual em ambos os tratamentos, não diferindo estatisticamente entre si.

Na segunda semana, o número de plantas danificadas no tratamento sem liberação de *T. pretiosum* chegou a 3,7 plantas, diferindo significativamente do tratamento com liberação, que apresentou apenas 1,8 plantas com danos foliares. Na terceira e quarta semana, ambos tratamentos não diferiram entre si.

Na quinta semana, as médias diferiram estatisticamente, sendo que o tratamento sem liberação de *T. pretiosum*, apresentou um número maior de plantas danificadas (4,3 plantas) se comparado com a liberação do parasitóide em campo (1,7 plantas). Observando a sexta semana, as médias apresentaram-se muito próximas, não diferindo entre si em ambos tratamentos. A partir da sétima semana houve diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que as médias foram de 2,3, 2,3 e 1,9 (com liberação) e 3,7, 3,4 e 3,7 (sem liberação do parasitóide), para a 7^o, 8^o e 9^o semanas, respectivamente.

Considerando o número médio total de plantas danificadas durante o período de amostragem, a liberação de *T. pretiosum* reduziu em 35% esse dano, sendo que a parcela com liberação teve uma média de 2,2 plantas danificadas enquanto que na área sem liberação, esse número foi de 3,4 plantas.

O presente trabalho constatou resultados muito próximos dos apresentados por Sá & Parra (1993), os quais obtiveram 26% de controle de *H. zea* quando realizadas três liberações de 100 mil *T. pretiosum*ha⁻¹ (intervalos de 7 dias de liberação). Segundo estes autores, os baixos resultados obtidos podem estar relacionados com o momento da liberação, o qual foi tardio, pois já havia 30 a 50% de plantas com estilo-estigmas.

Analisando-se a Figura 6, na qual são apresentadas a dinâmica do dano de *S. frugiperda* no milho quando foi liberado o equivalente a 100.000 por hectare, observa-se que ao longo de todo o período amostrado este foi menor na área em que houve a liberação. Considerando o número de plantas danificadas na área não liberada, constatou-se que o maior pico ocorreu na quinta semana, correspondendo a aproximadamente 40 dias

após a semeadura, confirmando observações feitas por Cruz (1999) que constatou pico populacional de *S. frugiperda* entre 40 e 45 dias.

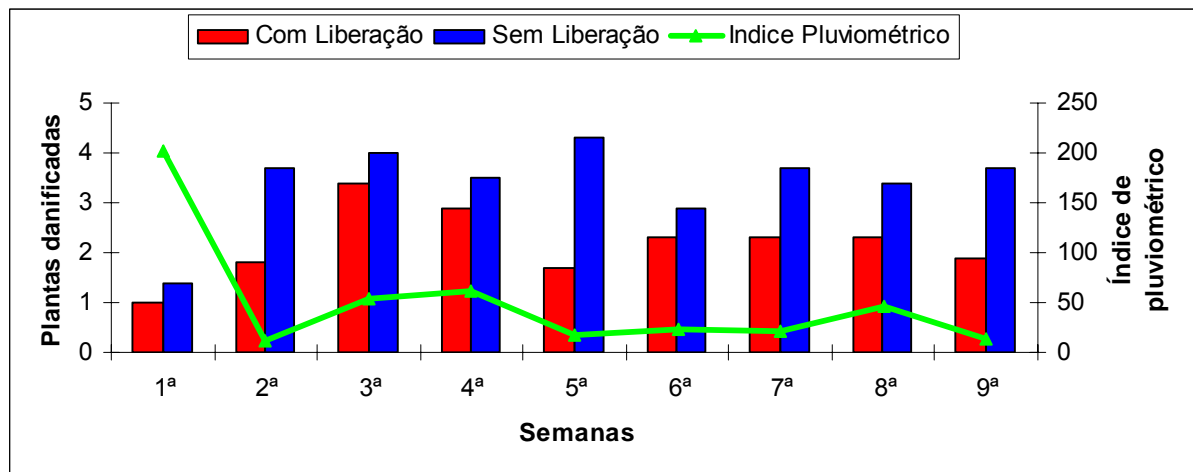


Figura 6: Semanas de Liberação de *Trichogramma pretiosum* e Precipitação pluviométrica

Nesse primeiro experimento pode ser verificado que o maior índice de precipitação pluviométrica (202 mm) se deu na primeira semana de liberação de *T. pretiosum* a campo, se comparado com as semanas de liberações subseqüentes (Tabela 2, Gráfico 6).

Tal fato pode ter influenciado no parasitismo, uma vez que a primeira semana de liberação não difere estatisticamente do tratamento sem liberação (Tabela 2).

Baixo parasitismo também foi registrado por Pinto et al. (2003) nos dois primeiros dias de liberação de *T. galloi*. Estes explicam que isso se deve a ocorrência de chuva (17,8 mm) algumas horas antes da liberação desse parasitóide a campo, além da diminuição da temperatura ($\pm 17^{\circ}\text{C}$).

Aparentemente a precipitação pluviométrica não afetou o parasitismo de *T. pretiosum* na 3ª (54 mm) e 6ª (24 mm) semana de liberação, já que Sá & Parra (1993) afirmam que 59,6 mm está dentro de uma faixa não prejudicial ao parasitóide.

5.1.3.2 Experimento 2

Os resultados referentes ao número médio de plantas danificadas por *S. frugiperda* nas parcelas com liberação (200 mil parasitóides ha⁻¹) e sem liberação de *T. pretiosum* ao longo do desenvolvimento da planta são apresentados na Tabela 3

Tabela 3: Número médio de plantas danificadas por *Spodoptera frugiperda* por pontos amostrados nos tratamentos com e sem liberação de *Trichogramma pretiosum* ao longo das semanas de avaliação, com liberação correspondente a 200.000 parasitóidesha⁻¹.

Datas de amostragem (semanas)								
1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a
0,3±0,1a	1,1±0,2b	1,5±0,2b	1,7±0,2b	2,0±0,2b	1,6±0,2b	1,7±0,2b	1,6±0,2b	1,5±0,2b
0,7±0,2a	3,8±0,2a	4,1±0,3a	4,2±0,3a	4,2±0,2a	4,6±0,2a	4,4±0,3a	4,3±0,3a	3,8±0,2a
0,5	2,4	2,8	2,9	3,1	3,1	3,0	2,9	2,6
53,37								

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Considerando esses dados, observou-se que na primeira semana de amostragem as médias das plantas danificadas nos tratamentos com liberação (0,3 plantas) e sem liberação de parasitóide (0,7 plantas) não diferiram entre si. Contudo, a partir da segunda semana e ao longo de todas as semanas amostradas essa diferença foi significativa, sendo que em algumas situações essa diferença foi de mais de 2,5 vezes. Analisando-se a média total da área com liberação de *T. pretiosum* (1,4 plantas) e a área sem liberação (3,8 plantas) houve uma redução de 63% nos danos de *S. frugiperda*.

Analisando-se a figura 7, na qual são apresentadas a dinâmica do dano de *S. frugiperda* no milho, quando foi liberado o equivalente a 200.000 *T. pretiosum* por hectare, percebe-se que ao longo de todo o período amostrado este também foi significativamente menor na área em que houve liberação do parasitóide.

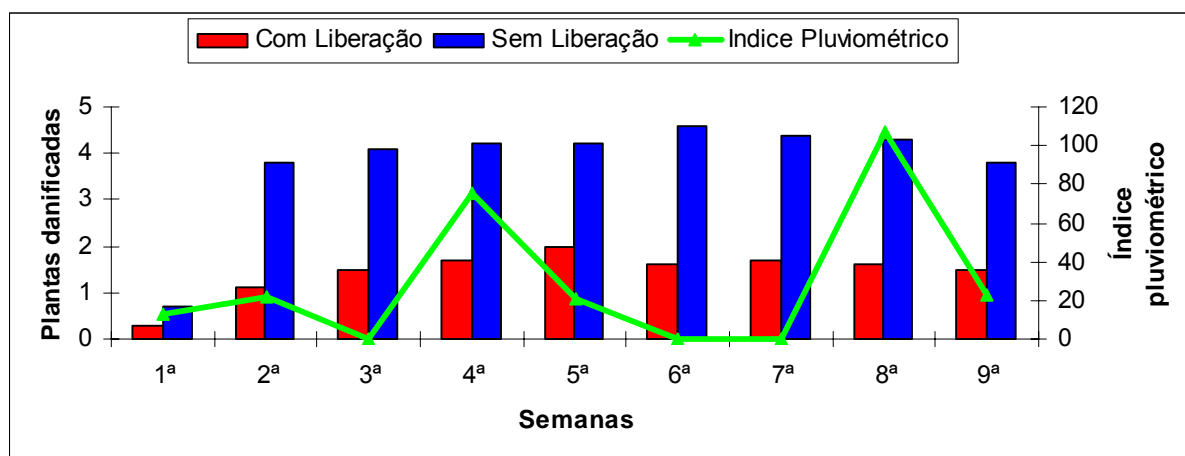


Figura 7: Semanas de Liberação de *Trichogramma pretiosum* e Precipitação pluviométrica

Verifica-se que o pico de plantas danificadas, na área onde não houve a liberação de *T. pretiosum*, ocorreu a partir da segunda semana e manteve-se praticamente constante, ao longo do período amostrado.

Considerando os resultados obtidos a campo, observa-se que *T. pretiosum* corroborou no controle de *S. frugiperda*, mesmo na área em que foi liberado 100.000 parasitóides por hectare. Contudo, em ambos os experimentos (liberação de 100 e 200 mil parasitóides por hectare), observou-se que o percentual de plantas danificadas nas parcelas

onde não foi liberado *T. pretiosum* foi em média de 10,6% e de 7,9% para a liberação de 100 e 200 mil parasitóides por hectare, respectivamente. Esse percentual de plantas danificadas fica abaixo do nível de dano estabelecido por Bianco (1980) que recomenda entrar com um método de controle quando tiver mais de 20% das planta danificadas.

Tal fato não era esperado, principalmente no segundo experimento, com plantio de milho safrinha, onde a pressão da praga teoricamente seria maior.

Esse resultado pode ter ocorrido pela dispersão do *T. pretiosum* das parcelas com liberação para as parcelas sem liberação, exercendo também um controle, embora menor, sobre *S. frugiperda*. Haja visto, que este parasitóide apresenta elevada capacidade de dispersão, como constatado por Zachrisson & Parra (1998) (média de 8 a 77 m²) e Sá et al. (1993) (média de 80 a 102 m²), depois de 24 e 36 horas de liberação, respectivamente.

Outra possibilidade para a baixa incidência do ataque de *S. frugiperda* pode ter sido a ocorrência de chuvas elevadas nesse período, principalmente entre a 4^a (75,7 mm) e 8^a (107 mm) semanas (Tabela 3, Figura 7), pois conhecidamente, sabe-se que esse fator é eficiente na redução da população desse inseto em nível de campo.

Além desses fatores, como não houve a aplicação de produtos fitossanitários na área, favoreceu a incidência de inimigos naturais dessa espécie, tais como *Doru luteipes*, *Telonomus* sp, *Chelonus insularis* e *Campoletis flavicincta*, que segundo Cruz et al. (2000) são eficientes agentes de controle dessa espécie.

Contudo, mesmo com baixa incidência de *S. frugiperda*, os resultados mostram que a liberação de *T. pretiosum* é uma opção viável no manejo dessa praga, sendo que com a liberação de 100 mil indivíduos, haveria a necessidade de complementar o controle com outros métodos alternativos, uma vez que nesse caso a redução no nível populacional foi em média de 35%.

Já a liberação de 200.000 indivíduosha⁻¹, o controle se mostrou efetivo, com uma redução em torno de 63% nos danos dessa praga.

Se considerarmos a dificuldade na entrada de um método de controle quando a planta encontra-se em estágio de desenvolvimento mais adiantado a liberação de *T.*

pretiosum passa a ser fundamental, pois o mesmo manteve a população da praga em nível reduzido durante todo o período amostrado (Gráfico 7).

Adicionando-se o fato de que essa espécie de parasitóide também controla outras espécies pragas, como a *H. zea* e a *Diatraea* sp., tem-se o *Trichogramma* spp. como um excelente método de controle para ser utilizado em milho.

6 CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos nesse trabalho, conclui-se:

- As linhagens coletadas em campo, parasitando naturalmente ovos de *Spodoptera frugiperda* pertencem à espécie *Trichogramma pretiosum*.
- A linhagem L2 apresentou maior desempenho nos parâmetros biológicos analisados (fecundidade e razão sexual), sendo selecionada para liberação a campo.
- A liberação de *T. pretiosum* reduziu o número de plantas danificadas por *S. frugiperda*.
- A liberação de 200.000 indivíduos por hectare demonstrou ser mais eficiente no controle de *S. frugiperda*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, S.B. **Patologia e Controle Microbiano: Vantagens e Desvantagens**. In: Alves, S.B. (ed) Controle Microbiano de Insetos. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. cap. 1, p.21-37.

ALENCAR, J.A.; HAJI, F.N.P.; OLIVEIRA, J.V.; MOREIRA, A.N. Biologia de *Trichogramma pretiosum* Riley em ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier). **Pesq. Agrop. Bras.** v.35, n.8, p.1669-1674, 2000.

ALVAREZ, L.R; ROA, F.G. Comportamiento parasítico de *Telonomus* sp em *Spodoptera frugiperda*. Revista **Colombiana de Entomologia** 21, p.191-196, 1995.

ASHLEY T.R. Classification and distribution of fall armyworm parasites. **Florida Entomologist**. v.62, p.114-123, 1979.

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

BESERRA, E. B. Biologia, etologia e capacidade de parasitismo de *Trichogramma* ssp. visando o controle biológico de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797). Piracicaba, 2000. **Tese** (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

BESERRA, E.B.; DIAS, C.T.S.; PARRA, J.R.P. Características biológicas de linhagens de *Trichogramma pretiosum* desenvolvidas em ovos de *Spodoptera frugiperda*. **Acta Scientiarum. Agronomy**. v.25, n.2, p.479-483, 2003.

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). **Rev. Bras. de Entomol.** v.8, n.1, p.119-126, 2004.

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

BIANCO, R. Determinação do nível crítico de infestação da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) híbrido comercial de milho (Ag-161). In: **XIII Reunião Brasileira do Milho e Sorgo**, Londrina-PR. Resumos, p. 143, 1980.

BIANCO, R. Construção e avaliação de planos de amostragens para o manejo da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), na cultura do milho. Piracicaba, 1995. **Tese** (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

BIANCO, R. **Manejo de Pragas do Milho em Plantio Direto**. Disponível em: www.biologico.sp.gov.br/rifib/XIRifib/bianco.pdf. Acesso em: 09-09-06, 2006

BLEICHER, E. Biologia e exigências térmicas de populações de *Trichogramma* (Him: Trichogrammatidae). Piracicaba, 1985. **Tese** (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

BLEICHER, E.; PARRA, J.R.P. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. Biologia de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** n.24, p. 929-940, 1989.

BORBA, R.S.; SILVEIRA, M.G.; KORALESKI, A.; COMIATTO, A.; CARDOSO, R.L.; Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sobre ovos de *Bonagota crancrodes* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). **Ciência Rural**, v.36, n.5, p.1345-1352, 2006.

BOTELHO, P. S. M.; J. R. P. PARRA; E. A. MAGRINI; M. L. HADDAD, L. C. L. RESENDE. 1995. Parasitismo de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep.: Pyralidae) por *Trichogramma galloi* Zucchi, (Hym.: Trichogrammatidae) em duas variedades de cana-de-açúcar conduzidas em dois espaçamentos de plantio. **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 39, p.591-595,1988.

CAÑETE, C.L.; FOERSTER, L.A. Incidência natural e biologia de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepidóptera, Noctuidae). **Rev. Bras. Entomol.** v.47, n.2, p.201-204, 2003.

CLAUSEN, C.P., **Entomophagous insects**. New York, McGraw-Hill Book Company, 1940, 688p.

CORTEZ, H.M.; TRUJILLO, J.A. **Incendencia del gusano cogollero y sus enemigos naturales en tres agrosistemas de maiz**. Turrialba, v. 44, p.1-9. 1994.

CRUZ, I.; TURPIN, F.T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estadios de crescimento da cultura de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.17, n.3, p. 355-360, 1982.

CRUZ, I.; A Lagarta do cartucho na cultura do milho. Sete Lagoas. EMBRAPA-CNPMS, 45.p (Circular Técnica, 21), 1995.

CRUZ, I. Utilização do *Baculovirus* no controle da lagarta do cartucho-do-milho, *Spodoptera frugiperda*. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. **Controle Biológico**. v.3, p. 201-230, 1999.

CRUZ, I. Métodos de criação de agentes entomófagos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). In: BUENO, V.H.P.(Ed.) **Controle biológico de pragas: Produção massal e controle de qualidade**. Lavras: Ed. UFLA, 2000. cap.7, p.111-136.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.; MATOSO, M.J.; Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma*. EMBRAPA, CNPMS, 40 p. (Circular Técnica, 30). 1999.

CRUZ I.; MONTEIRO, M.A.R. Controle Biológico da lagarta do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Comunicado técnico**, p.114, 2004.

CRUZ, I.; VIANA, P.A., WAQUIL, J.M., **Pragas**. Embrapa milho e sorgo, Sistema de Produção 1, Embrapa, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2000 Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/prvegetativa.htm#topo>. Acesso em: 15/06/2006.

DEQUECH, S.T.B., SILVA, R.F.P., FIUZA, L.M. Interação entre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepdoptera: Ichneumonidae) e *Bacillus thuringiensis aizawai*, em Laboratório. **Biological Control**. v.36, n.6, p.937-944, 2005.

DOUTT, R.L. The biology of parasitic hymenoptera. **Ann. Rev. Entomology**. n.4, p.161–182,1959.

FARIA, C.A. Resposta de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Planter (Hymenoptera: Trichogrammatidae) a Voláteis de Plantas e Ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidóptera:Noctuidae) Viçosa, 2001. **Tese** (Magister Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa.

FERGUSSON, K.I., STILING, P. Non-additive effects of multiple natural enemies on aphid populations. **Oecologia**, v.108, p.375-379.

FERNANDES, M.G.; BUSSOLI, A.C.; DEGRANDE, P.E. Parasitismo natural de ovos de *Alabama argillacea* Hüb. e *Heliothis virescens* Fab. (Lep.: Noctuidae) por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) em algodoeiros no Mato Grosso do Sul. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.28, n.4, p.695-701, 1999.

FERNANDES, O.D. Efeito do milho geneticamente modificado (MON810) em *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e no parasitóide de ovos *Trichogramma spp.* Piracicaba, 2003. **Tese** (Doutorado) - Escola Superior de agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

FIGUEIREDO, M.L.C., CRUZ, I., LUCIA, T.M.C.D. Controle Integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbott) utilizando-se o parasitóide *Telonomus remus* Nixon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 34, n. 11, p. 1975-1982, 1999.

GALO, D.; NAKATO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDARAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C. LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002, v.10, 920p.

GOMES, S.M.; PARRA, J.R.P. The parasitism as a tool for factitious host selection for *Trichogramma galloi* Zucchi and *T. pretiosum* Riley. **Mett. Biol. Bundesanstalt**. Berlim, p. 13-23, 1998.

GRÜTZMACHER, A.D.; NAKANO, O.; MARTINS, J.F.S. et al. Consumo foliar de arroz irrigado por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v.28, n.3, p.519-525, 1999.

HASSAN, S.A.; GUO, M.F. Selection of effective strains of egg parasites of the genus *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) to control the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lep., Pyralidae). **Journal of Applied Entomology**. n.111, p. 335-341, 1991.

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

HASSAN, S.A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**: Piracicaba: FEALQ, 1997, 324p.

HASSAN, S.A. Strategies to select *Trichogramma* species for use in biological control. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. (Ed.) **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, p.55-72. 1994.

HOFFMANN, M. P.; WALKER, D. L. ; SHELTON, A. M Biology of *Trichogramma ostrinae* (Hym. Trichogrammatidae reared on *Ostrinia nubilalis* (Lep.: Pyralidae) and survey for additional hosts. **Entomophaga**, v.40, n. ¾, p.387-402, 1995.

KNUTSON, A. **The Trichogramma Manual**: A guide to the used of *Trichogramma* for biological control with special reference to augmentative releases for control of bollworm and budworm in cotton. Texas Agricultural Extension Service, Texas, 2000.

LABATTE, J.M. Whitin-plant distribution of fall armyworm (Lepidoptera Noctuidae) larvae on corn during whorl-stage infestation. **Florida Entomologist**. v.76, p.437-446, 1993.

LEWIS, W.J.; NORDLUND, D.A. Semiochemical influencing fall armyworm parasitoid behavior implications for behavioral manipulation. **Fla. Entomol.** v.67, p.343-349, 1984.

LOECK, A.E.; MARTINS J.F.S.; BOTTON, M.; CARBONARI, J.J.; CANEVER, M.D.; MOREIRA, M.R. Método de avaliação de inseticidas para o controle da lagartada- folha na cultura do arroz irrigado. p. 222-223. In: **An. Reun. Cult. Arroz Irrig.**, 20, Pelotas, 305 p. 1993.

LOPES, J.R.S. Estudos bioetológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hym: Tricogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (FABR, 1794) (LEP., PYRALIDAE). Piracicaba, 1988. **Dissertação** (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

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

MOLINA, R.M.S. Bioecologia de duas espécies de *Trichogramma* para o controle de *Ecdytoplopha eurantiana* (Lima, 1927) (Lepidóptera: Tortricidae) em citros. Piracicaba, 2003. **Tese** (Doutorado). Escola Superior de Agricultura 'Luis de Queiroz', Universidade de São Paulo.

NAVARRO, R.; MARCANO, R. Preferência de *Trichogramma pretiosum* Riley y *T. atopovirilia* Oatman y Platner por huevos de *Helicoverpa zea* (Boddie) de diferentes edades. **Boletín de Entomología Venezolana**, p.1487-1493, 1999.

NEED, J. T & BURBUTIS, P. P. Searching efficiency of *Trichogramma nubilale*. **Environmental Entomology**, College Park. v.8, n.2, p.224-227, 1979.

NIKONOV, P.V.; LEBEDEV, G.L; STARTCHEVSKY, I.P.; *Trichogramma* production in the USSR. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITOIDS**, 3. San Antonio. 1991.PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de alimento por insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J.R.P. (Eds.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. p. 9-65,1991.

PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de alimentos por insetos, p. 9-65. In: PAZZINI, A.R., PARRA, J.R.P (eds), **Ecologia nutricional de insetos e suas aplicações no manejo de pragas**. São Paulo, Manole, 1991, 359p.

PARRA, J.R.P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para a produção de *Trichogramma*, p. 121-150. In: PARRA, J.R.P & ZUCCHI, R.A. (eds), **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. FEALQ, Piracicaba, 1997, 324p.

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

PARRA, J.R.P. Restrições a uso do controle biológico no Brasil. **Anais do II Congresso Brasileiro de Soja**. volume único, Foz do Iguaçu, 2002.

PARKER, F.D. Seasonal mortality and survival of *Pieris rapae* in Missouri and the effects of introducing an egg parasite, *Trichogramma evanescens*. **Annals of the entomological society of America**, Columbus, v.63, p.94-985, 1870.

PIETROWSKI, V. Ciclo de Vida de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Tichogrammatidae) em quatro hospedeiros e influência do alimento e da idade do hospedeiro sobre o parasitismo. Curitiba, 1993. 63p. **Dissertação**. Universidade Federal do Paraná.

PINTO, A.; PARRA, J.R.P.; OLIVEIRA, H.N.; ARRIGONI, E.D.B. Comparação de técnicas de liberação de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius)(Lepdoptera: Crambidae), **Neotropical Entomology**, v.32, n.2, p.311-318, 2003.

PRATISSOLI, D.; OLIVEIRA, H.N. A influência da idade dos ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) no parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley. **Pesq. Agropec. Brás.**, Brasília, v.35, n.5, p.891-896, 1999.

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

PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Seleção de Linhagens de *Trichogramma pretiosum* para o controle das traças *Tuta absoluta* e *Phthorimaea operculella*. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n.2, p. 277-282, 2001.

PRATISSOLI, D.; FORNAZIER, M.J.; HOLTZ, A.M.; et al. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.1, p.73-76, 2002.

SÁ, L. A. M. Boiecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 visando avaliar o seu potencial para o controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho. Piracicaba, 1991. **Tese** (Doutorado) – Escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

SÁ, L.A.M, PARRA, J.R.P; NETO, S.S. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para controle de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho. **Sci. agric.** (Piracicaba, Braz.) v.50, n.2, p.226-231, 1993.

SEAB/DERAI. **Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná/ Departamento de Economia Rural**. Disponível em: <http://www.prgov.br/seab>. Acesso em: 21/06/2006.

SCHMIDT, J. M. & SMITH, J. J.; The mechanism by which the parasitoid wasp *Trichogramma minutum* responds to host clusters. **Entomol. Exp. Appl.**, n.39, p. 287-294, 1987.

SCHROEDER, W.J.; BEAVERS, R.A.; SUTTON R.A.; SELHIMA, A.G. Ovicidal effect of Thompson-Hayward TH 6040 in *Diaprepes abbreviatus* on citrus in Florida. **J. Econ. Entomol.** v.69, p. 780-782, 1976.

SCHROEDER, W.J.; SUTTON, R.A. *Diaprepes abbreviatus*: suppression of reproductive potential on citrus with an insect regulator plus spray oil. **J. Econ. Entomol.** v.71, p. 69-70. 1978.

VALICENTE, F.H.; CRUZ, I. Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com baculovirus. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS. 1991. 23p. (**Circular Técnica,15**).

VAN LENTEREN. J.C. Critérios de seleção de inimigos naturais a serem usados em programas de controle biológico. In: BUENO, V.H.P. **Controle biológico de pragas: Produção massal e controle de qualidade**. 1 ed., Lavras:UFLA, 2000. cap. 1, p.1-19

VINSON, S.B. comportamento de seleção hospedeira de parasitoides de ovos, com ênfase na família *Trichogrammatidae*, p 67-119. In J.R.P Parra & Zucchi (eds), **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba, FEALQ, p.342, 1997.

VOEGELÉ, J. Reflections upon the last years of research concerning *Trichogramma* (Hym: Trichogrammatidae). In: **International Symposium on Trichogramma and other egg parasites**, 2., Guanghou, 1986. Paris, INRA, 1988. p. 17-29.

WÜHRER, B. G.; HASSAN. S.A. Selection of effective species/strains of *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) to control the diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lep., Plutellidae). **Journal of Applied Entomology**. n.116, p.80-89, 1993.

ZACHRISSON, B; PARRA, J.R.P. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para o controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 em soja, **Sci. agric.** v.55, n.1, p. 133-137, 1998.

ZUCCHI R.A.; SILVEIRA N. S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. São Paulo, FEALQ, 1993, 139 p.

ZUCCHI R.A.; MONTEIRO, R.C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. ***Trichogramma* e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 41-66.7