Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz e Queiroz”

**Controle de *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae)
com *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera:
Trichogrammatidae) em batata, em condições de campo e no armazém**

Gilberto Ramos Domingues

**Dissertação apresentada para a obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Entomologia**

Piracicaba

2006

Gilberto Ramos Domingues

Engenheiro Agrônomo

**Controle de *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae) com
Trichogramma atopovirilia Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)
em batata, em condições de campo e no armazém**

Orientador:

Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

**Dissertação apresentada para a obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Entomologia**

**Piracicaba
2006**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Domingues, Gilberto Ramos

Controle de *Phthorimaea operculata* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae) com *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em batata, em condições de campo e no armazém / Gilberto Ramos Domingues. - - Piracicaba, 2006.

71 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.

1. Armazenamento agrícola 2. Batata 3. Controle biológico 4. Inseto – Parasitoide
5. Traças 6. Tricogramatideo I. Título

CDD 634.491

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Aos meus pais, Helio e Denise,

pelo amor, educação e apoio oferecido

durante minha jornada até este momento...

DEDICO

À minha querida esposa, Lais,

e minhas filhas maravilhosas, Bianca e Julia,

pelo amor, carinho e paciência

nesta etapa de minha vida...

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Roberto Postali Parra, por todo apoio oferecido, pelos valiosos ensinamentos, pela confiança em mim depositada, e pela paciência durante as correções e elaboração desta dissertação;

À ABBA (Associação da Batata Brasileira), em especial a Natalino Shimoyama e Michelle Lopes Rodrigues, pela confiança depositada no projeto, pela oportunidade oferecida e por todo apoio, inclusive financeiro, ao longo deste projeto;

Ao biólogo Heraldo Negri de Oliveira, pelo apoio, amizade e pelos conselhos e sugestões que muito contribuíram para este trabalho;

Aos professores do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, por todo conhecimento compartilhado, sem o qual não seria possível alcançar mais esta etapa;

Ao engenheiro agrônomo e proprietário da Fazenda Pindorama, Elcio Tadashi Takaku, pela área cedida ao experimento, pelos vários sacos de batatas fornecidos sempre que necessário e pela cordial hospitalidade;

Ao Lincoln, por todo apoio e pelas liberações semanais de *Trichogramma*; assim como a todos da fazenda Pindorama, pela colaboração durante o experimento, especialmente na colheita e classificação dos tubérculos;

Ao Prof. Dr. Evoneo Berti Filho, pela gentileza de ceder a casa de vegetação para os ensaios de semi-campo;

À Dra. Marineia de Lara Haddad, pelo auxílio na elaboração das análises estatísticas;

Ao estagiário Luciano França, pela amizade, bom humor e colaboração com os experimentos com batatas armazenadas;

Aos meus colegas de turma, em especial à Cristiane Nardi e Nívia Dias, pelos momentos agradáveis e apuros que passamos juntos, ao longo do curso, sem nunca desanimar;

À Neide Graciano Zério, por todo auxílio e pela disposição em colaborar sempre que necessário, contribuindo sempre de forma construtiva;

À bibliotecária Silvia Zinsly, pelo auxílio na formatação do texto e correção das referências;

Ao colega de profissão e amigo José Francisco Garcia, pela grande amizade, pelo companheirismo, tanto nas horas alegres, como nas difíceis; e pelas inúmeras sugestões e auxílio para este trabalho;

Aos colegas do departamento: Dori Edson Nava, Alberto Jose Arab Olavarrieta, Ademir Diniz, Karina Manami Takahashi, Mariuxi Lorena Torres, Priscila Fortes, Ana Lia P. Pedrazzoli, Marina Martins, Adriana Marques, Flavia de Moura Bento, Eliane Grisoto, Patrícia Milano, André Costa, André Signoretti, Danilo José Libardi, Cristina Fugi, Vanderlei Natal, Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno, Jose Wilson Pereira da Silva, Rudiney Ringenberg, Edmilson Santos Silva, Elio César Guzzo, Márcio Aurélio Garcia Correia Tavares e Alexandre Luis Jordão, pela amizade e convívio, sempre alegre e saudável;

Aos funcionários do Departamento, em especial aos amigos João Gora, Dino, Tutu e Carlinhos, por toda ajuda prestada ao longo destes anos;

Ao grande amigo Guy Tsumanuma, pela eterna amizade e auxílio na revisão desta dissertação;

À CAPES e CNPQ pelo apoio financeiro;

À todos que contribuíram, direta ou indiretamente, com este trabalho, e, cujos nomes, minha falha memória já não mais os encontra; mas nem por isso devem ser esquecidos neste agradecimento.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABELAS.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Bioecologia de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae).....	16
2.2 Controle de <i>P. operculella</i> em campo.....	18
2.3 Controle de <i>P. operculella</i> em armazém.....	20
2.4 Controle de <i>P. operculella</i> por meio de liberações de <i>Trichogramma</i>	22
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 Criação de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller, 1873).....	27
3.2 Criação de <i>Trichogramma</i> spp. e do hospedeiro alternativo, <i>Anagasta kuehniella</i> (Zeller, 1879).....	29
3.3 Seleção de espécie/linhagem de <i>Trichogramma</i> para o controle de <i>P. operculella</i>	32
3.4 Avaliação da dispersão de <i>T. atopovirilia</i> na cultura da batata.....	33
3.5 Comparação de controle de <i>P. operculella</i> com <i>T. atopovirilia</i> (controle biológico) e controle químico convencional.....	35
3.6 Comparação do comportamento de <i>P. operculella</i> e <i>T. atopovirilia</i> em caixas de armazenamento convencionais e pequenas.....	37
3.6.1 Parasitismo de <i>T. atopovirilia</i> em ovos de <i>P. operculella</i> em caixas de armazenamento convencionais e pequenas.....	37
3.6.2 Oviposição de <i>P. operculella</i> em caixas de armazenamento convencionais e pequenas.....	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1 Seleção de espécie/linhagem de <i>Trichogramma</i> para o controle de <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller, 1873).....	41
4.2 Avaliação da dispersão de <i>T. atopovirilia</i> na cultura da batata.....	45

4.3 Comparação de controle de <i>P. operculella</i> com <i>T. atopovirilia</i> (controle biológico) e controle químico convencional.....	47
4.4 Comparação do comportamento de <i>P. operculella</i> e <i>T. atopovirilia</i> em caixas de armazenamento convencionais e pequenas.....	50
4.4.1 Parasitismos de <i>T. atopovirilia</i> em ovos de <i>P. operculella</i> em caixas de armazenamento convencionais e pequenas.....	50
4.4.2 Oviposição de <i>P. operculella</i> em caixas de armazenamento convencionais e pequenas.....	54
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
6 CONCLUSÕES.....	59
REFERÊNCIAS.....	61

RESUMO

Controle de *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae) com *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em batata, em condições de campo e no armazém

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma importante fonte de alimentação, sendo o 4º alimento mais consumido no mundo, depois do arroz, trigo e milho. Várias são as doenças e pragas que atacam esta cultura, com a necessidade de um alto investimento com produtos fitossanitários para se obter uma boa produção. Dentre as principais pragas, destaca-se a traça-da-batata, *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae). Esta praga pode causar grandes perdas na produção de batata, podendo causar danos tanto no campo como durante o armazenamento da batata-semente. Devido à presença de populações resistentes da traça aos produtos químicos comumente utilizados para seu controle, além do impacto ambiental causado por agroquímicos, a procura por métodos de controle alternativos está cada vez maior. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência do parasitóide de ovos, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), no controle de *P. operculella*, em batata em condições de campo, bem como fornecer dados básicos para sua utilização no controle da traça durante o período de armazenamento. Foram realizados ensaios em campo e semi-campo, utilizando-se gaiolas dentro de casa de vegetação. Os resultados obtidos mostraram que *T. atopovirilia* apresenta alto potencial para o controle de *P. operculella*, em batata, em condições de campo. No campo, sua capacidade de dispersão, 24 horas após a liberação, é de 8,5 m (raio de ação), sendo a sua área de dispersão de 97,6 m². Com base nestes resultados foi possível concluir que são necessários 100 pontos de liberação de *T. atopovirilia* por hectare, para uma distribuição homogênea em toda a área e um controle efetivo de *P. operculella*, no campo. Observou-se também que a quantidade de 400.000 parasitóides por hectare, distribuídas em duas liberações semanais, se mostrou adequada para o controle de *P. operculella*, em campo, uma vez constatada a infestação pela praga. Em relação aos estudos do controle da praga em caixas de batatas armazenadas, ficou demonstrado que o tamanho das mesmas interfere no comportamento de *P. operculella* e *T. atopovirilia*. Observou-se que *P. operculella* oviposita, preferencialmente, na camada localizada entre 5,0 e 20,0 cm de profundidade, em caixas de batatas utilizadas para armazenamento e que *T. atopovirilia* apresenta pouca mobilidade horizontal e movimentação ascendente nas mesmas e parasita, principalmente, ovos de *P. operculella* na camada superior da caixa de armazenamento. Considerando-se o local de postura de *P. operculella* e a dispersão de *T. atopovirilia* em caixas de batatas utilizadas no armazenamento, concluiu-se que existe potencial de controle de *P. operculella* com *T. atopovirilia* em armazéns, sendo que a forma de liberação do parasitóide deve ser aprimorada.

Palavras-chave: *Trichogramma atopovirilia*, *Phthorimaea operculella*, parasitóides de ovos, controle biológico, *Solanum tuberosum*, traça-da-batata, armazenamento de batata

ABSTRACT

Control of *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae) by *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in potato, under field and storage conditions

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is an important food source, being the 4th most consumed food after rice, wheat and maize. Potato is attacked by many insect pests and diseases; therefore, demanding high investments in pesticides in order to get a good production. Among the major insect pests, the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae), is one of the most important. It causes severe losses in potato production, both in field and storage. Due to both the appearance of resistant populations to commonly used pesticides and the environmental impact caused by them, the demand for alternative control methods has increased in recent years. Thus, this study aimed at evaluating the efficacy of the egg parasitoid *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in controlling *P. operculella* in field, besides providing initial information concerning its utilization to control the potato tuber moth in storage. Trials were carried out under field and semifield conditions, by the utilization of cages inside a greenhouse. The results showed that there is great potential in the use of *T. atopovirilia* for controlling *P. operculella* in field. The dispersion capacity of *T. atopovirilia* 24 hours after release was 8.5 m, with a dispersion area of 97.6 m². Based on these results, a minimum of 100 release points per hectare is necessary for uniform dispersal of *T. atopovirilia* and, consequently, an effective control of *P. operculella*. The quantity of 400,000 parasitoids per hectare, released twice a week, after the presence of the pest was observed, proved to be adequate for controlling *P. operculella* in field. Regarding the trials for controlling the moth in potato boxes, in storage, it was observed that the size of the potato boxes has an effect on *P. operculella* and *T. atopovirilia* behavior. *P. operculella* oviposited, preferably, in the layer ranging from 5.0 to 20.0 cm of depth, in the potato boxes used. *T. atopovirilia* showed little horizontal mobility and ascending movement, parasitizing mainly the eggs of *P. operculella* found on the top layer in potato boxes. Taking into account the oviposition site of *P. operculella* and the dispersal of *T. atopovirilia* in potato boxes used in storage, the present study points out the potential of using *T. atopovirilia* for controlling *P. operculella* in storage, and that further studies on release techniques, in storage, should be carried out in order to obtain optimal control.

Keywords: *Trichogramma atopovirilia*, *Phthorimaea operculella*, egg parasitoid, biological control, *Solanum tuberosum*, potato tuber moth, potato storage

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de criação de <i>P. operculella</i>	28
Figura 2 - Esquema de criação de <i>A. kuehniella</i> e produção de <i>Trichogramma</i> spp.....	30
Figura 2 - Esquema de criação de <i>A. kuehniella</i> e produção de <i>Trichogramma</i> spp. (continuação).....	31
Figura 3 - Cartela contendo ovos de <i>A. kuehniella</i> esterilizados.....	34
Figura 4 – Planta infestada com uma cartela contendo 60 ovos de <i>A. kuehniella</i> esterilizados.....	34
Figura 5 - Caixa pequena (40,0 x 30,0 x 15,0 cm) e caixa do tamanho convencional (55,0 x 35,0 x 30,0 cm), utilizadas no experimento de parasitismo de <i>T. atopovirilia</i> sobre <i>P. operculella</i>	38
Figura 6 - Posição relativa dos tubérculos inoculados com ovos de <i>P. operculella</i> em caixas de batata convencionais (55,0 x 35,0 x 30,0 cm) com 10 tubérculos inoculados (A) e com cinco tubérculos inoculados (B) e caixas pequenas (40,0 x 30,0 x 15,0 cm) com cinco tubérculos inoculados (C).....	39
Figura 7 - Gaiolas com armação de ferro para caixas convencionais (110,0 x 150,0 x 160,0 cm) e pequenas (40,0 x 40,0 x 120,0 cm), recobertas com tecido branco e fino ("voile") utilizadas no experimento.....	39
Figura 8 – Local de liberação de <i>T. atopovirilia</i> em caixas pequenas e convencionais.....	40
Figura 9 - Dendograma da análise de agrupamento reunindo os resultados biológicos (parasitismo, duração do ciclo, viabilidade e razão sexual) de oito linhagens de <i>T. pretiosum</i> e uma linhagem de <i>T. atopovirilia</i> e <i>Trichogrammatoidea annulata</i> criados em ovos de <i>P. operculella</i>	45
Figura 10 - Relação matemática entre o raio de dispersão de <i>T. atopovirilia</i> e o número de ovos parasitados de <i>A. kuehniella</i> , na cultura da batata. Paranapanema, SP.....	47
Figura 11 – Média de parasitismo de ovos de <i>P. operculella</i> por <i>T. atopovirilia</i> nos tratamentos B (caixas de batata convencionais) (55,0 x 35,0 x 30,0 cm) com cinco tubérculos inoculados e C (caixas de batatas pequenas) (40,0 x 30,0 x 15,0 cm) com cinco tubérculos inoculados.....	51

Figura 12 – Média de parasitismo de ovos de <i>P. operculella</i> por <i>T. atopovirilia</i> no tratamento A (caixas de batata convencionais) (55,0 x 35,0 x 30,0 cm) com 10 tubérculos inoculados.....	52
Figura 13 - Ovo de <i>P. operculella</i> colocado individualmente na dobra do tubérculo.....	54
Figura 14 – Armazém contendo pilhas de sete caixas de batata-semente, colocadas lado a lado. Fazenda Estância Maria Edi, Paranapanema, SP.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espécies e linhagens de <i>Trichogramma</i> e <i>Trichogrammatoidea</i> com suas respectivas origem utilizadas no teste de seleção para controle de <i>P. operculella</i>	32
Tabela 2 - Produtos comerciais aplicados nas áreas padrão para o controle da traça-da-batata, <i>P. operculella</i> . Paranapanema, SP, 2005.....	36
Tabela 3 – Classificação de tipos de batata de acordo com o diâmetro (mm).....	37
Tabela 4 – Valores médios (+ DPM) de parasitismo, duração do ciclo, viabilidade e razão sexual para oito linhagens de <i>Trichogramma pretiosum</i> , uma linhagem de <i>Trichogramma atopovirilia</i> e uma linhagem de <i>Trichogrammatoidea annulata</i> em ovos de <i>Phthorimaea operculella</i> Temperatura: 25±1°C, UR: 70±10% e fotofase de 14 horas.....	42
Tabela 5 - Valores médios (+DPM) de parasitismo de ovos de <i>A. kuehniella</i> por <i>T. atopovirilia</i> , colocados a diferentes distâncias de um ponto central de liberação, em cultura da batata. Paranapanema, SP.....	46
Tabela 6 - Distância média (DM) e área de dispersão (S^2) com os respectivos modelo e coeficiente de determinação (R^2) para <i>T. atopovirilia</i> em ovos de <i>A. kuehniella</i> , em cultura da batata. Paranapanema, SP.....	47
Tabela 7 - Porcentagem (+DPM) de batatas, variedade Ágata, danificadas em função do ataque de <i>P. operculella</i> , observadas em avaliação durante colheita de tubérculos, nos tratamentos convencional e com <i>T. atopovirilia</i> . Paranapanema, Novembro 2005.....	48
Tabela 8 - Porcentagem (+DPM) de tubérculos de batatas, variedade Ágata, classificadas como Especial, X, 2º e Diversas, na classificação comercial realizada após lavagem, na propriedade do Sr. Elcio Tadashi, nos tratamentos convencional e com <i>T. atopovirilia</i> , em função do ataque de <i>P. operculella</i> . Paranapanema, Novembro 2005.....	49
Tabela 9 – Médias (+DPM) de parasitismo de ovos de <i>P. operculella</i> por <i>T. atopovirilia</i> nos tratamentos B (caixas de batata convencionais) (55,0 x 35,0 x 30,0 cm) com cinco tubérculos inoculados e C (caixas de batatas pequenas) (40,0 x 30,0 x 15,0 cm) com cinco tubérculos inoculados.....	52

Tabela 10 – Médias (+DPM) de parasitismo de ovos de <i>P. operculella</i> por <i>T. atopovirilia</i> no tratamento A (caixas de batata convencionais) (55,0 x 35,0 x 30,0 cm) com 10 tubérculos inoculados.....	53
Tabela 11 - Porcentagem (+ DPM) de oviposição de <i>P. operculella</i> em caixas de batatas pequenas (40,0 x 30,0 x 15,0 cm), nas camadas superior (0 a 4,9 cm), média (5,0 a 9,9 cm) e inferior (10,0 a 15,0 cm).....	55
Tabela 12 - Porcentagem (+ DPM) de oviposição de <i>P. operculella</i> em caixas de batatas convencionais (55,0 x 35,0 x 30,0 cm), nas camadas 1 (0 a 4,9 cm), 2 (5,0 a 9,9 cm), 3 (10,0 a 14,9 cm), 4 (15,0 a 19,9 cm) e 5 (20,0 a 25,0 cm).....	56

1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma importante fonte de alimentação, sendo o 4º alimento mais consumido no mundo, depois do arroz, trigo e milho. Ela ocupa uma posição importante no agronegócio brasileiro, além de envolver um grande número de pessoas na sua cadeia de produção.

Várias são as doenças e pragas que atacam esta cultura, com a necessidade de um alto investimento em agroquímicos para se obter uma boa produção. Dentre as principais pragas, destaca-se a traça-da-batata, *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae). Esta praga pode causar grandes perdas na produção de batata, podendo causar danos tanto no campo como durante o armazenamento da batata semente. Estima-se que 3.324.000 ha de lavouras de batata estão infestadas com a traça, o que leva à cerca de 102.833.200 toneladas de tubérculos infestados. Deste total, cerca de 50% é armazenado tradicionalmente, sem a utilização de refrigeração, o que favorece a manutenção da praga durante todo o ano (KEASAR et al., 2005).

A utilização de produtos químicos para seu controle é a forma de controle mais utilizada até o momento. Porém, devido à presença de populações resistentes da traça a tais produtos, além do impacto ambiental causado por agroquímicos, o potencial de utilização de agentes de controle biológico está se tornando cada vez mais maior (SAOUR, 2004a).

Assim, o controle biológico, associado ou não ao controle químico, pode ser uma alternativa viável e eficiente para o controle da traça-da-batata.

Existem vários inimigos naturais descritos como agentes de controle biológico das traças da batatinha e do tomateiro. Dentre eles, destacam-se os parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma* que se constituem num dos grupos de inimigos naturais mais estudados e utilizados no mundo. Estes insetos são microimenópteros que parasitam exclusivamente ovos de insetos, principalmente os da ordem Lepidoptera, impedindo, desta forma, que a praga atinja a fase larval e, conseqüentemente, cause danos (Haji, 1996). Este inseto já é considerado um componente importante em programas de controle de pragas por meio de inimigos naturais, sendo liberado em cerca de 16 milhões de hectares entre culturas anuais e perenes (PARRA & ZUCCHI, 2004).

Entretanto, até o presente momento, pouco se encontra na literatura sobre a eficiência da utilização de *Trichogramma* spp. no controle de *P. operculella*.

Como as espécies de *Trichogramma* apresentam grandes variações no seu comportamento, a sua utilização dependerá de ajustes para cada cultura. Desta forma, a seleção de linhagens é uma etapa crítica destes ajustes (PAK, 1988, HASSAN, 1997), podendo levar ao insucesso de um programa de controle biológico, caso linhagens inadequadas sejam utilizadas (van LENTEREN, 1993).

Outro fator importante para sucesso em um programa de controle biológico é o estudo da capacidade de dispersão do parasitóide na cultura, pois este parâmetro definirá o número de pontos de liberação por unidade de área (ZACHRISSON & PARRA, 1998; BOTELHO, 1997). Tanto características da espécie/linhagem como características da cultura na qual serão realizadas as liberações podem influenciar na capacidade de dispersão do parasitóide (LOPES, 1988; SÁ et al., 1993).

Desta forma, este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência de *Trichogramma* spp. no controle de *P. operculella*, em batata em condições de campo, bem como fornecer dados básicos para sua utilização no controle da traça durante o período de armazenamento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bioecologia de *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae)

A traça-da-batata, *P. operculella*, é uma praga que pode causar grandes perdas na produção da cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.). Normalmente, ela aparece no final do ciclo da cultura, abrindo galerias superficiais em folhas e atacando também os tubérculos, podendo, em alguns casos, aparecer mais cedo na cultura (GALLO et al., 2002).

Este inseto é cosmopolita, sendo principalmente encontrado em regiões tropicais e subtropicais (COLL et al., 2000). Tem como hospedeiros, representantes da família Solanaceae e ataca, além da batata, fumo (*Nicotiana tabacum* L.), berinjela (*S. melongena* L.), tomate (*S. lycopersicon* L.) e outras espécies desta família (TRIVEDI & RAJAGOPAL, 1992; BOZKURT & GENC, 1994; SAOUR, 2004a).

O adulto é uma mariposa com cerca de 12,0 mm de envergadura, de coloração acinzentada, com asas anteriores mais escuras que as posteriores, além de apresentarem manchas pretas irregulares. As lagartas são de coloração branca, com a parte dorsal ligeiramente rosada, além de apresentarem manchas escuras na cabeça, no protórax e no penúltimo segmento abdominal. As lagartas podem chegar a 12,0 mm de comprimento. No final da fase larval, as lagartas abandonam a planta para puparem em folhas secas no solo ou em folhas da própria planta. Elas tecem o casulo com fios de seda (ALVARENGA, 2004).

Revisões de literatura sobre *P. operculella* foram feitas por Balachowsky & Réal em 1966 (TRAYNIER, 1975) e por Trivedi & Rajagopal em 1992.

Zumreoglu (1987) observou, em laboratório (26°C e 60% de UR), um período de desenvolvimento, desde o ovo até a emergência, de 26-30 dias. Chauhan & Verma (1991), na Índia, verificaram que este mesmo período foi de 21 dias a 27°C. Por outro lado, Gamboa & Notz (1990) verificaram uma variação de 114,9 a 21,7 dias para o período de ovo a adulto, conforme a temperatura (na faixa de 15 a 30°C). Os autores também relataram 11,8°C como limiar térmico inferior de desenvolvimento e um número de ovos variável de 12,4 a 73,9 nas temperaturas de 15 e 29°C, respectivamente.

Habibi & Hesani (1992) observaram que nas condições locais de Karaj, Irã, *P. operculella* apresentava cinco gerações por ano e que os insetos passavam o inverno na forma de lagartas

dentro dos tubérculos. O número máximo de adultos emergiu na camada de solo de 10,0-20,0 cm de profundidade. Resultados semelhantes foram observados por Buzkurt & Genc (1994), que também determinaram o limiar térmico inferior de desenvolvimento para *P. operculella* como sendo de 14,2°C, valor bastante superior àquele relatado por Gamboa & Notz (1990).

Lopes et al. (2000) observaram diferenças na duração da fase larval em diferentes genótipos de batata, com uma variação de 13,6 a 14,9 dias. Os genótipos não influenciaram, no entanto, na fase pupal, que foi de 7,6 dias. Por outro lado, Singh et al. (1990) observaram existir uma diferença no período larval se as lagartas se alimentavam das folhas ou dos tubérculos. O período larval foi de 19-20 dias em tubérculos e de 16-19 dias nas folhas.

A fecundidade de *P. operculella* pode variar de 38 a 290 ovos por fêmea, segundo Graf (1917 apud Trivedi & Rajagopal, 1992), sendo a fecundidade média de 72,84 ovos (GAMBOA & NOTZ, 1990), 105,6 (DEBNATH et al., 2000), 198,8 (LOPES et al., 2000) e 195 (PRATISSOLI et al., 2003).

Um critério biológico muito importante a ser considerado, quando se utilizam parasitóides de ovos, é o local de oviposição da praga a ser controlada.

Trayner (1975) avaliou o local de oviposição de *P. operculella*, tanto em campo como em laboratório, assim como alguns fatores que influenciam na postura desta traça. Em campo, não foram observadas posturas nas folhas de batata, sendo os ovos distribuídos no solo, preferencialmente ao redor das plantas. Em laboratório, o mesmo padrão foi observado, sendo que material rugoso foi preferido pela traça para postura, principalmente em locais com sombra. O autor observou também que a oviposição é negativamente correlacionada com a umidade. Por outro lado, Lopes et al. (2000), em laboratório, não observaram preferência de fêmeas para ambientes com menor luminosidade, mas sim por plantas com alta densidade de tricomas não glandulares.

Fenemore (1978) observou que uma depressão na superfície, suficiente para acomodar um ovo (0,2-0,5 m²), é o local preferido pela fêmea para ovipositar.

Cisneros (1988) observou que as fêmeas podem ovipositar nas folhas, brotações, na superfície do solo e em tubérculos expostos, ressaltando ainda que se o solo apresentar rachaduras, as fêmeas podem penetrar pelas mesmas para ovipositar nos tubérculos mais profundos.

Em laboratório, Kabir (1994) observou que as fêmeas preferem ovipositar nos olhos dos tubérculos, depositando em média 104,4 ovos durante sua vida, sendo que 72,5% dos ovos foram depositados nos dois primeiros dias. Foram observadas 18 gerações do inseto no ano.

Na África, Vuuren et al. (1998) relataram que, em cultura de fumo, o local preferido para oviposição é no solo, abaixo da planta, e quando a postura foi feita nas folhas, as folhas do terço inferior da planta foram as preferidas, devido à menor densidade de tricomas. Os autores observaram também que *P. operculella* prefere solos secos. A preferência por solos secos também foi observada por Meisner (1969, apud COLL et al., 2000).

2.2 Controle de *P. operculella* em campo

Estima-se que 3.324.000 ha de lavouras de batatas no mundo estão infestadas com a traça, o que leva à cerca de 102.833.200 toneladas de tubérculos infestados. Deste total, cerca de 50% é armazenado tradicionalmente, sem a utilização de refrigeração, o que favorece a manutenção da praga durante todo o ano (KEASAR et al., 2005).

Várias técnicas são utilizadas para seu controle, sendo difícil um controle eficiente quando ocorrem altas populações da praga (TRIVEDI & RAJAGOPAL, 1992). Os autores fizeram também uma revisão dos primeiros trabalhos referentes ao controle cultural, biológico e químico de *P. operculella*.

Arx et al. (1990) estudaram as várias práticas executadas pelos produtores na época da colheita e verificaram que o ataque da praga era maior em regiões com o clima mais ameno, quanto mais se atrasava a colheita em relação à última irrigação e em solos secos e rachados. Os autores observaram também uma tendência de aumentar a infestação da praga com a utilização de inseticidas, provavelmente devido ao efeito negativo destes produtos nos inimigos naturais, ou seja, devido a desequilíbrios biológicos provocados por tais aplicações de produtos químicos.

A técnica de utilização de machos estéreis foi avaliada, em laboratório, por Rananavare et al. (1989). Uma redução de 76% na progênie foi observada quando machos estéreis (irradiados com 45 Krad) foram liberados com fêmeas normais. Por outro lado, quando fêmeas estéreis foram liberadas com machos normais e estéreis, a redução foi de 41,9 e 63,2%, respectivamente.

Na Tunísia, foi obtida redução no custo de aplicação de inseticidas com a utilização de um programa de MIP (Manejo Integrado de Pragas) em meados da década de 80. A utilização do

MIP iniciou-se a partir da observação de problemas associados à utilização de inseticidas, como seleção de populações resistentes, por exemplo. Este programa baseou-se principalmente em métodos culturais, como: plantio mais cedo (evitando-se o pico da população da praga no campo), irrigação freqüente e amontoa de solo ao redor dos tubérculos. Os produtores conseguiram, com este programa, uma redução de 75% nos gastos com a aquisição de agroquímicos (FUGLIE et al., 1993).

Nasseh & Al Furassy (1992) compararam o controle da lagarta, em laboratório, utilizando fenitrothion, polpa de *Melia azedarach* L. (cinamomo) e *Allium sativum* L. (alho). O tratamento químico levou a uma mortalidade de 100%, enquanto que os outros tratamentos apresentaram taxas de mortalidade de 91,7 e 85,0%, respectivamente, portanto com potencial de controle da praga.

Raj & Trivedi (1993) avaliaram a eficiência de nove inseticidas no controle de *P. operculella*. Os produtos utilizados (monocrotofós, fentoato, clorpirifós, fenitrothion, phoxim, permetrina, cipermetrina, deltametrina e fenvalerate) foram aplicados quinzenalmente. Todos os produtos apresentaram controle satisfatório, sendo que resultados semelhantes foram relatados por Kashyap et al. (1993). Todos os produtos utilizados para o controle da traça (carbaryl, cipermetrina, deltametrina, fenitrothion, metil demeton, monocrotofós e metamidofós), apresentaram controle satisfatório, muito embora a utilização de deltametrina tenha resultado em menores danos.

Kalmoukos et al. (1994) investigaram a eficiência de controle utilizando-se inseticidas granulados, assim como a presença de resíduos destes produtos nos tubérculos. Aldicarb apresentou melhor controle do que carbofuran; porém, sua persistência foi maior, sendo detectados resíduos nos tubérculos. Resíduos de diflubenzuron nos tubérculos também foram observados por Paparatti (1993).

Chandramohan & Nanjan (1993a) observaram, na Índia, que os danos causados pela praga eram maiores em altitudes menores (1000-1850 m) em relação às maiores (1900-2500 m), como resultado de variações térmicas.

Wayan et al. (1998) relataram a presença de populações resistentes de *P. operculella* a diversos inseticidas, como organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides, assim como o efeito negativo destes produtos em inimigos naturais e organismos não alvos. Relatos do

desenvolvimento de resistência desta praga a diversos produtos químicos também foram feitos por Shelton et al. (1981) e Dillard et al. (1993).

Cameron et al. (2002) demonstraram existir movimentação dos adultos entre culturas. Poucos adultos se movimentaram além de 100-250 m, sendo que o movimento de dispersão da praga diminui muito após os 40,0 m e estes adultos penetram até 30,0 m dentro de um novo cultivo, causando nova infestação. Cerca de 17% dos adultos se movimentam entre cultivos e áreas adjacentes, o que minimiza o processo de desenvolvimento de resistência da praga.

O hábito de plantar tubérculos, armazenados por longo tempo, sem controle da praga durante o armazenamento contribui para a permanência da praga no local. Após uma semana do plantio, adultos provenientes de tubérculos infestados começaram a aparecer na cultura. Mesmo com chuvas fortes e irrigação, os adultos conseguem atravessar o solo chegando na superfície e reinfestando a área nos estágios iniciais da cultura. Após três semanas do plantio, o dano nas folhas já se torna visível. Uma infestação nos estágios iniciais da cultura acaba por diminuir o número de plantas por área e o número de brotações por planta, conseqüentemente diminuindo a produção (KROSCHER, 1994).

Tendo em vista a escassez de dados sobre o efeito de inseticidas sobre inimigos naturais de *P. operculella*, Symington (2003) estudou a ação de vários inseticidas sobre o inimigo natural *Orgilus lepidus* Muesebeck (Hymenoptera: Braconidae), visando buscar produtos seletivos para a incorporação do controle químico da traça-da-batata em um programa de MIP na Austrália. Os resultados mostraram que, dentre os vários inseticidas utilizados no mundo para o controle desta praga, nem todos poderiam ser utilizados neste tipo de programa, uma vez que não apresentam seletividade aos inimigos naturais. Endosulfan, metamidofós e permetrina foram considerados inadequados, enquanto que difenoconazol, imidacloprid, pirimicarbe e thiodicarb aparentemente não interferiram no ciclo do parasitóide, podendo ser utilizados em programas de manejo integrado de pragas (MIP).

2.3 Controle de *P. operculella* em armazém

A perda de produção devido ao ataque de *P. operculella*, dentre outros fatores, foi avaliada por Marcano et al. (1990) na Venezuela. Tanto o sistema de armazenamento de tubérculos, em armazéns rústicos com iluminação difusa, como o sistema tradicional em caixas

de madeiras mantidas no escuro, ocasionaram perdas pelo ataque da praga, sendo que o sistema de caixas de madeira, mantidas sob refrigeração de 5°C, apresentou um controle eficiente da mesma.

Ahmed et al. (1991) demonstraram existir diferenças entre as variedades de batatas em relação à resistência dos tubérculos ao ataque no campo e durante o armazenamento. Estudos semelhantes, visando selecionar genótipos resistentes e susceptíveis à traça, foram realizados por vários pesquisadores (ORTIZ et al., 1990; BERLINGER et al. 1992; DAS et al., 1993a; DAS et al., 1993b; MUSMECI et al., 2000; SILESHI & TERIESSA, 2001). Das et al. (1993b) observaram uma correlação positiva entre o teor de proteína total da batata e o crescimento populacional da praga, enquanto que o teor de carboidrato digestível do tubérculo apresentou uma correlação negativa com o dano causado pela praga.

O tipo de resistência de tubérculos a esta praga foi determinado com sendo antibiose por Stein & Vendramim (2000).

A utilização de vegetais e extratos vegetais para o controle de *P. operculella* em tubérculos armazenados foi avaliada por diversos pesquisadores (WAHUNDENIYA, 1990; KASHYAP et al., 1992; HOSSAIN et al., 1994; DAS, 1995; DAS et al., 1995). Em alguns casos, a proteção chegou a até 120 dias, sendo registrado apenas 6% de infestação após este período (KASHYAP et al., 1992). A utilização de extratos de nim, *Azadirachta indica* A. Juss, foi avaliada por Salem (1991), que observou perdas de 25% em batatas tratadas com 100 ppm do extrato desta planta após seis meses de armazenamento.

Para a avaliação do nível de infestação em tubérculos armazenados, com o objetivo de fornecer subsídios para a tomada de decisão de produtores, Roux et al. (1992) elaboraram um plano de amostragem baseado no nível de dano de 20%. Os autores também verificaram que uma amostragem de 300 tubérculos, ao acaso, representa uma estimativa confiável do nível de dano nos tubérculos.

De acordo com Trivedi et al. (1994), existe uma correlação positiva entre danos nos tubérculos e nível de infestação. Assim sendo, podem-se estimar perdas, decorrentes de infestação por *P. operculella*, por meio das seguintes equações: $Y = 0,167 + 0.605X$ ou $Y = -0,1960 + 00,727X$, sendo Y = porcentagem de danos por número de tubérculos (na primeira equação) e porcentagem de peso dos tubérculos infestados (na segunda equação); e X = número de larvas, para ambas as equações.

O controle por meio de formulações de inseticidas na forma de pó foi avaliado por Chandramohan & Nanjan (1993b). Dentre os produtos avaliados, todos apresentaram níveis semelhantes de danos (2,5 - 4,5%) no primeiro mês; porém após 90 dias, todos os produtos, exceto endosulfan e quinalfós, apresentaram níveis de danos maiores que 42%.

Lal (1997, 1998) observou que os danos causados por uma infestação de *P. operculella* aumentam de acordo com o nível de infestação inicial dos tubérculos (infestação no campo no momento da colheita); porém a migração de adultos para dentro de armazéns é outro fator que aumenta ainda mais a infestação em tubérculos armazenados. Desta forma, faz-se necessário um controle efetivo no campo e uma colheita rápida para minimizar a infestação inicial no armazenamento e diminuir perdas na pós-colheita devido à traça (HANAFI, 1999).

Chandla et al. (2003) executaram estudos preliminares com a utilização de CIPC, um inibidor de brotação (chlorpropham). O tratamento com este produto reduziu a infestação de *P. operculella* a níveis baixos, além de prolongar o tempo de armazenamento dos tubérculos.

Venditti et al. (2004) estudaram o controle de *P. operculella* através da fumigação com ácido acético em várias concentrações. Com uma fumigação de 12 horas, com 1% de ácido acético, obteve-se um controle de 97%.

2.4 Controle de *P. operculella* por meio de liberações de *Trichogramma*

Devido à presença de populações resistentes da traça, além do impacto ambiental causado por produtos químicos, o potencial de utilização de agentes de controle biológico está se tornando maior (SAOUR, 2004a).

O parasitóide de ovos, *Trichogramma* spp., é mundialmente utilizado para o controle biológico de diversas pragas. Ele parasita ovos de insetos, principalmente os da ordem Lepidoptera, impedindo, desta forma, que a praga atinja a fase larval e, conseqüentemente, cause danos (Haji, 1996). Este inseto já é considerado um componente importante em programas de controle de pragas por meio de insetos, com mais de 32 milhões de ha de áreas agrícolas e florestais tratadas anualmente (SMITH, 1996), embora este dado seja referido por Parra & Zucchi (2004), como sendo de 16 milhões de ha (entre culturas anuais e perenes) em termos mundiais.

São etapas fundamentais em um programa de controle biológico com parasitóides de ovos: coleta, identificação e manutenção das linhagens e/ou espécies que ocorrem no campo,

seleção de um hospedeiro para criação massal do parasitóide, estudo dos aspectos biológicos e comportamentais do parasitóide, dinâmica de ovos da praga visada, avaliação da agressividade, seletividade de produtos químicos aos parasitóides, técnicas de liberação com avaliação da eficiência e modelo da dinâmica do parasitóide, praga e dos ovos da praga visada, no campo. (PARRA et al., 2002).

Como as espécies de *Trichogramma* apresentam grandes variações no seu comportamento, a sua utilização dependerá de ajustes para cada cultura. Desta forma, a seleção de linhagens é uma etapa crítica deste processo (PAK, 1988, HASSAN, 1997), podendo levar ao insucesso de um programa de controle biológico, caso linhagens inadequadas sejam utilizadas (van LENTEREN, 1993).

Segundo Hassan (1993), a seleção de espécies de *Trichogramma*, para utilização em programas de controle biológico, deve ser baseada em experimentos de laboratório, semi-campo e campo, sendo a preferência hospedeira, o comportamento de busca e a tolerância às condições climáticas os critérios mais importantes a serem observados.

Um estudo com *Trichogramma semifumatum* (Perkins, 1910) demonstrou que o tamanho do ovo do hospedeiro, a facilidade de penetração do ovipositor e a idade do hospedeiro são fatores que influenciam a preferência do parasitóide por determinado hospedeiro (TAYLOR & STERN, 1971).

Ashley et al. (1974) utilizaram o critério do parasitismo para a seleção de *Trichogramma*. Em laboratório, *T. pretiosum* parasitou duas vezes mais ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) do que *Trichoplusia ni* (Hübner, 1803), além de apresentar maior fecundidade neste hospedeiro.

Vários autores estudaram o efeito da proporção parasitóide:hospedeiro, demonstrando existir um número ótimo nesta relação (KFIR, 1981; BALASUBRAMANIAN & PAWAR, 1988; CABELLO & VARGAS, 1988; LU, 1992).

Kakar et al. (1991) avaliaram cinco espécies de *Trichogramma* para o controle de *Heliothis armigera* (Hueber, 1808) na cultura do tomate. A espécie *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner, 1978 apresentou melhor taxa de parasitismo (100%), seguida por *Trichogramma brasiliense* (Ashmead, 1904), *Trichogramma chilonis* Ishii, 1941, *Trichogramma perkinsi* Girault, 1912 e *Trichogramma minutum* Riley, 1871, que apresentaram taxas de parasitismo de 98%, 90%, 90% e 70%, respectivamente.

Hassan e Guo (1991) compararam 20 espécies/linhagens de *Trichogramma* visando ao controle de *Ostrinia nubilalis* Hübner, 1796 (Lepidoptera, Pyralidae). Apenas *Trichogramma ostrinae* Pang & Chang, 1974, *Trichogramma evanescens* Westwood, 1833 (Rússia – linhagem 10) e *T. evanescens* (Alemanha – linhagem 105) se mostraram eficientes.

Pavlik (1993) avaliou a variabilidade na aceitação de ovos de *O. nubilalis* como hospedeiro para 4 espécies de *Trichogramma*: *Trichogramma maidis* Pintureau & Voegelé, 1980 (5 linhagens), *T. evanescens* (duas linhagens), *T. ostrinae* (uma linhagem) e *Trichogramma dendrolimi* Matsumura, 1926 (uma linhagem). Apenas *T. maidis* apresentou variações de parasitismo entre suas linhagens, porém todas as espécies apresentaram variações de parasitismo entre elas. Os resultados indicaram que linhagens de *Trichogramma*, criadas por sucessivas gerações no mesmo hospedeiro alternativo, perdem a preferência pelo hospedeiro natural.

Pratissoli (1995) estudou a bioecologia de *T. pretiosum* nas traças, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) e *P. operculella*, em tomateiro, verificando que *P. operculella* é mais adequada ao desenvolvimento do parasitóide, além dele apresentar maior capacidade de parasitismo na mesma. Duas linhagens foram selecionadas (L1 e L4) e verificou-se que a análise de agrupamento (“cluster analyses”) é um método adequado para seleção de linhagens de *Trichogramma*.

Guo et al. (1999) avaliaram 29 espécies e linhagens de *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* para o controle de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). Foram avaliados cinco parâmetros biológicos: proporção de fêmeas que ovipositaram, número de ovos parasitados por fêmea, emergência, taxa de emergência e razão sexual da progênie. Foram observadas diferenças nos parâmetros avaliados tanto entre espécies como entre linhagens. Dentre as espécies/linhagens estudadas, *T. pretiosum*, *Trichogrammatoidea bactrae* Nagaraja, 1979 e *T. chilonis* foram consideradas as mais adequadas para o controle de *P. xylostella*.

Liu & Smith (2000) desenvolveram dois índices, baseados na genética (“character index” e “fitness index”), para avaliação e seleção de parasitóides de alta qualidade para serem utilizados em liberações inundativas. Seis parâmetros biológicos foram estudados em 33 linhagens de *T. minutum*, sendo que fecundidade total e número de fêmeas geradas, aparentemente, têm um maior peso na avaliação. Os dois índices apresentaram correlação linear, demonstrando serem os dois passíveis de utilização na seleção de espécies/linhagens de *Trichogramma*. A utilização do

“character index” é recomendada, pois envolve apenas três parâmetros biológicos, ou seja, fecundidade, número de fêmeas geradas e número de machos gerados.

He et al (2002) avaliaram, em laboratório, o efeito de liberações de *Trichogramma*, para o controle de *P. xylostella*, sobre lepidópteros não alvos, *Pieris rapae* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pieridae), *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae), e *Spodoptera litura*. (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Noctuidae). Foram utilizadas três espécies de *Trichogramma*: *Trichogramma confusum* Viggiani, 1976, *Trichogramma bilingensis* He & Pang, 2000 e *T. pretiosum*. Apenas nos ovos de *S. litura*, as três espécies conseguiram parasitar e se desenvolver. As três espécies também parasitaram ovos de *S. exigua*, porém *T. bilingensis* não se desenvolveu neste hospedeiro. *T. confusum* e *T. pretiosum* parasitaram ovos de *P. rapae*, porém não conseguiram se desenvolver e completar o desenvolvimento.

Outro fator importante para sucesso em programas de controle biológico é o estudo da capacidade de dispersão do parasitóide na cultura, pois este parâmetro definirá o número de pontos de liberação por unidade de área (ZACHRISSON & PARRA, 1998; BOTELHO, 1997). Tanto as características da espécie/linhagem, como as características da cultura na qual serão realizadas as liberações, podem influenciar na capacidade de dispersão do parasitóide (LOPES, 1988; SÁ et al., 1993). A dispersão pode ser passiva, ou seja, com direção e distância controladas pelo vento (Hendricks, 1967 e Yu et al., 1984) ou ativa, onde o parasitóide é estimulado pela temperatura e inibido pela densidade de ovos do hospedeiro (Schread, 1932).

Biever (1972) demonstrou que a variação da temperatura devido à condição microclimática de cada cultura pode afetar a capacidade de "busca" de *T. minutum*.

Chiu & Chen (1986) mostraram que a velocidade do vento inferior a $3,6 \text{ m}\cdot\text{seg}^{-1}$, não influenciou a dispersão das fêmeas de *T. ostrinia*.

Andow & Prokrym (1990) verificaram que a estrutura da planta pode afetar a capacidade de “busca” de *Trichogramma*, sendo que o tamanho da planta ou área superficial, a variação estrutural entre as partes da planta e a sua arquitetura são fatores importantes que podem influenciar neste comportamento.

Forsse & Smith (1991) demonstraram que a temperatura é um dos principais fatores que afetam o comportamento de voo de *T. minutum*, sendo que temperaturas próximas a 20°C favorecem esta atividade.

No geral, vários estudos demonstraram que a dispersão das espécies de *Trichogramma* fica em torno de 10,0 m (Kanour Junior & Burbutis, 1984; Bigler et al., 1988; Lopes, 1988; Sá et al., 1993).

Até o presente momento, existem poucos registros na literatura sobre a eficiência da utilização de *Trichogramma* spp. no controle de *P. operculella*.

Berti e Marcano (1991) observaram que fêmeas de *T. pretiosum* em ovos de *P. operculella*, preferem ovos de um a dois dias, parasitando em média 16,8 ovos em 24 horas. Existe uma tendência de menor parasitismo quanto mais velho for o ovo, principalmente após o segundo dia de desenvolvimento embrionário do hospedeiro.

Pratissoli & Parra (2001) estudaram a bioecologia de linhagens de *T. pretiosum* para o controle de *T. absoluta* e *P. operculella*, verificando que aquelas denominadas L1 e L4 apresentaram as melhores características relacionadas às duas traças estudadas.

No Egito, três liberações inundativas de *T. evanescens* reduziram a infestação para 6,84% em áreas altamente infestadas por *P. operculella*, comparado ao tratamento químico com Selecron (profenofós) que reduziu a infestação para 18,45 e 15,23%, em cultura onde o produto foi aplicado uma e duas vezes, respectivamente (AGAMY, 2003).

Saour (2004b) avaliou a eficiência de algumas espécies de *Trichogramma* para o controle desta praga, em batata, na Síria. Foram utilizadas as espécies *Trichogramma cacoeciae* Marchal, 1927, *T. evanescens* e *Trichogramma principium* Sugonjaev & Sorokina, 1976 e todas elas apresentaram bons resultados, destacando-se *T. principium*, por apresentar tolerância a temperaturas mais elevadas (>35°C), que freqüentemente ocorrem em regiões produtoras de batata naquele país.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Criação de *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873)

A criação de *P. operculella* foi realizada baseando-se na metodologia descrita por Pratissoli & Parra (2001), a partir de ovos de populações mantidas no laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba, SP. Lagartas recém eclodidas foram transferidas para tubérculos de batata perfurados por meio de um conjunto de pregos colocados em um pedaço de madeira de 12,0 x 10,0 cm (Figura 1A), visando facilitar a penetração das lagartas. Os tubérculos foram pesados para se conhecer o número exato de lagartas a serem “inoculadas”, utilizando-se 2,0 g de batata para cada lagarta (Pratissoli et al., 1993). Os tubérculos foram, então, dispostos em caixas plásticas de 51,0 x 28,0 x 12,0 cm, contendo no fundo, areia esterilizada, como substrato para pupação (Figura 1B). As caixas foram mantidas em ambiente com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. As lagartas alimentaram-se dos tubérculos até a transformação em pupas, as quais foram retiradas diariamente (durante quatro dias), através do peneiramento da areia, e, mantidas em placas de Petri (15,0 x 2,0 cm) (Figura 1C) por um período de seis dias, até a emergência dos adultos. Diariamente, as mariposas foram coletadas e liberadas em gaiolas (30,0 x 36,0 cm), constituídas por uma armação de ferro galvanizada, revestidas por tela de náilon fina, onde permaneceram por 24 horas para que ocorresse o acasalamento (Figura 1D). A seguir, os adultos foram transferidos para gaiolas de tubos de PVC de 10,0 cm de diâmetro por 12,0 cm de comprimento (Figura 1E). A extremidade superior do tubo foi fechada com um pedaço de tecido (filó) de malha fina, afixado com elástico. Sobre o tecido foi colocado um disco de papel de filtro com um pedaço de batata, como estímulo de postura. A extremidade inferior do tubo era constituída de um pedaço de papelão, furado no centro, por onde foi introduzido um frasco contendo rolo dental embebido em solução de mel a 10%, para a alimentação dos insetos, por capilaridade. Os discos de papel de filtro contendo as posturas foram retirados e mantidos em placas de Petri (15,0 x 2,0 cm) vedadas com fita adesiva para evitar a fuga das lagartas recém eclodidas (Figura 1F).

Figura 1 - Esquema de criação de *P. operculella*. A – Conjunto de pregos utilizado para perfurar os tubérculos e facilitar a penetração de lagartas recém eclodidas; B – Tubérculos perfurados e dispostos em caixas plásticas com areia no fundo para pupação; C – Pupas mantidas em placas de Petri; D – Gaiolas de acasalamento; E – Gaiolas de tubos de PVC para postura, contendo um pedaço de batata como atraente; F – Discos de papel de filtro, contendo posturas, mantidos em placas de Petri

3.2 Criação de *Trichogramma* spp. e do hospedeiro alternativo, *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879)

A criação do hospedeiro alternativo, *A. kuehniella*, foi conduzida com base na técnica descrita por Parra et al. (1989). Utilizou-se uma dieta composta de uma mistura de farinha de trigo integral e levedura de cerveja na proporção de 97% e 3%, respectivamente. A dieta foi colocada em bandejas plásticas contendo tiras de papelão corrugado (Figura 2B), previamente cortadas na serra de mesa (Figura 2A), para dar sustentação e servirem como local de pupação. Foram colocado 0,35 g de ovos de *A. kuehniella* por bandeja (Figura 2C), que, posteriormente, foram revestidas por um saco de material plástico com uma abertura fechada com tecido tipo “voile” que permitiu a ventilação interna nas bandejas (Figura 2D). Esta cobertura de plástico foi feita para evitar o ataque de parasitóide *Bracon hebetor* Say, 1857 que parasita as lagartas de *A. kuehniella* nos instares finais de seu desenvolvimento. As bandejas foram colocadas na sala de desenvolvimento larval (Figura 2E), onde permaneceram até o início da emergência dos adultos. Quando os primeiros adultos emergiram, a dieta, endurecida devido à formação de teias pelas lagartas (Figura 2F), foi transferida e dependurada dentro de uma caixa de coleta de adultos (Figuras 2G, 2H e 2I), sendo colocado um conjunto de papelões por caixa de coleta.

Os adultos de *A. kuehniella* emergidos foram então anestesiados com gás carbônico dentro das caixas, caindo pelo funil existente no fundo das mesmas. Eles então foram coletados em sacos plásticos e transferidos para baldes plásticos contendo internamente uma tela sanfonada (Figura 2J) para repouso dos adultos e uma tela de malha fina no fundo que possibilitou a coleta dos ovos. Os baldes foram mantidos na sala de coleta de ovos (Figura 2K).

A criação de *Trichogramma* spp. foi executada segundo a metodologia descrita por Stein & Parra (1987). Depois de coletados (Figura 2L), os ovos de *A. kuehniella*, foram colados com goma arábica, diluída em água a 50%, em cartolinas azuis (Figuras 2M e 2N). Os ovos colados em cartolinas foram então expostos a uma lâmpada germicida por 45 minutos para inviabilizá-los (Figura 2O), evitando desta forma a emergência de adultos de *A. kuehniella* nos ovos que não forem parasitados. Os cartões esterilizados foram então oferecidos ao parasitismo de *Trichogramma* spp. durante 24 horas (Figura 2P) em câmaras climatizadas, reguladas à temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Os cartões foram então

separados e após 10 dias, sob temperatura de 25°C em câmara climatizada, os parasitóides emergiram e estavam prontos para serem liberados (Figura 2Q).

Figura 2 - Esquema de criação de *A. kuehniella* e produção de *Trichogramma* spp. A – Corte de papelão corrugado em serra elétrica; B – Caixa plástica contendo papelão corrugado; C – Distribuição de dieta sobre o papelão corrugado, no qual serão colocados os ovos de *A. kuehniella*; D – Plástico revestindo a caixa plástica com tecido “voile” na parte superior, para evitar *B. hebetor*; E – Sala de desenvolvimento larval e pupal; F – Papelão endurecido pelas secreções da traça, contendo insetos próximos à pupação; G, H, I – Caixas de emergência de adultos contendo os papelões corrugados e tubos para anestesiá-los com CO₂, recolhidos no cone da parte inferior

Figura 2 - Esquema de criação de *A. kuehniella* e produção de *Trichogramma* spp. (continuação) J – Baldes plásticos contendo telas em seu interior para pouso de adultos e tela na outra extremidade para passagem dos ovos; K – Conjunto de baldes para obtenção de ovos e coleta dos mesmos na parte inferior; L – Coleta de ovos com pincel; M – Preparo de cartelas azuis para receberem ovos, por meio de pincelamento com goma arábica (50%); N – Distribuição de ovos de *A. kuehniella* sobre a cartela contendo goma arábica; O – Lâmpada germicida para inviabilização de embriões; P – Recipiente de vidro contendo ovos para serem parasitados por *Trichogramma*, contendo mel puro na parte superior do recipiente, para a alimentação dos adultos; Q – Ovos não parasitados (esquerda) e parasitados (direita) por *Trichogramma*

3.3 Seleção de espécie/linhagem de *Trichogramma* para o controle de *P. operculella*

A seleção foi realizada a partir da coleção de espécies/linhagens de *Trichogramma* mantidas no laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP. Foram utilizadas oito linhagens de *T. pretiosum*, uma linhagem de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 e uma linhagem de *Trichogrammatoidea annulata* De Santis, 1972 (Tabela 1).

Tabela 1 - Espécies e linhagens de *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* com suas respectivas origem utilizadas no teste de seleção para controle de *P. operculella*

Denominação	Espécie	Hospedeiro	Origem
G1	<i>T. pretiosum</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Piracicaba - SP
G2	<i>T. pretiosum</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Piracicaba - SP
G11	<i>T. pretiosum</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Piracicaba - SP
G18	<i>T. pretiosum</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Piracicaba - SP
L3	<i>T. pretiosum</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Piracicaba - SP
L4	<i>T. pretiosum</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Piracicaba - SP
TP	<i>T. pretiosum</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Piracicaba - SP
Br1	<i>T. pretiosum</i>	Indeterminado	Piracicaba - SP
ATP	<i>T. atopovirilia</i>	Indeterminado	Petrolina - PE
TOID	<i>Trichogrammatoidea annulata</i>	<i>Stenoma catenifer</i>	Arapongas - PR

Para esta avaliação, foram individualizadas fêmeas de cada linhagem, com 24 horas de idade. Estas foram colocadas em tubos de vidro (12,0 x 75,0 mm) tampados com filme plástico de PVC e alimentadas com uma gotícula de mel puro, colocadas na parte superior do tubo. Foram oferecidos 25 ovos de *P. operculella* com 24 horas de desenvolvimento embrionário, para cada fêmea. Após 24 horas, as fêmeas foram retiradas dos tubos de vidro, sendo colocados chumaços de algodão umedecidos com sulfato de cobre a 1% para evitar ressecamento e o crescimento de fungos nos ovos, sendo em seguida tampados com algodão hidrófilo. Cada linhagem (tratamento) foi representada por cinco repetições, sendo cada repetição constituída por uma parcela com cinco tubos.

Foram avaliados os seguintes parâmetros biológicos: número de ovos parasitados, porcentagem de parasitismo, porcentagem de emergência, número de adultos emergidos por ovo, longevidade de fêmeas e machos e razão sexual, dada pela fórmula:

$$rs = \frac{fêmeas}{fêmeas + machos}$$

Para a avaliação do período ovo-adulto, as observações foram feitas diariamente sempre no mesmo horário, às 16:00 h.

A avaliação da emergência dos parasitóides foi realizada sob microscópio estereoscópico e a porcentagem, estimada com base no número de ovos que apresentarem orifício de emergência em relação ao número total de ovos parasitados.

O número de adultos emergidos por ovo foi calculado por meio da divisão do número total de adultos pelo número total de orifícios observados em cada tubo contendo 25 ovos.

O sexo dos indivíduos foi determinado através do dimorfismo apresentado pelas antenas (Bowen & Stern, 1966), com auxílio de um microscópio estereoscópico.

A longevidade de fêmeas e machos foi determinada através de observação diária dos adultos, desde a emergência até a morte dos parasitóides.

Os experimentos foram desenvolvidos em câmaras climatizadas reguladas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR = $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Os parâmetros biológicos avaliados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando-se o programa SANEST (ZONTA & MACHADO, 1982). Com os resultados obtidos realizou-se uma análise de agrupamento (“cluster analyses”), utilizando-se o programa *Statistica*, versão 6 (STAT SOFT, Inc., 2001).

3.4 Avaliação da dispersão de *T. atopovirilia* na cultura da batata

O experimento foi instalado na propriedade do Sr. Elcio Tadashi Takaku, em Paranapanema (latitude: 23°23'19" S; longitude: 48°43'22" O; altitude: 610,0 m), no estado de São Paulo.

Foram demarcados quatro círculos concêntricos com raios de 4,0, 8,0, 12,0 e 16,0 m. As plantas foram infestadas com cartelas contendo ovos de *A. kuehniella* esterilizados (STEIN & PARRA, 1987) (Figura 3), provenientes da criação estoque do Laboratório de Biologia do Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, utilizando-se a metodologia descrita por Parra et al. (1989). Em cada planta, foi colocada uma cartela contendo 60 ovos (Figura 4), sendo infestadas quatro plantas de batata no primeiro círculo (4,0 m), e oito, 16 e 32 plantas nos três subseqüentes (8,0, 12,0 e 16,0 m), número este definido e proporcional à área de cada círculo formado. Este procedimento foi adaptado de Sá et al. (1993). Foram avaliadas cinco repetições (parcelas), com, no mínimo, uma distância de 100,0 m entre as mesmas, sendo uma delas considerada como testemunha, onde não ocorreu liberação de parasitóide, podendo, desta forma, detectar-se o parasitismo natural.

Figura 3 - Cartela contendo ovos de *A. kuehniella* esterilizados

Figura 4 – Planta infestada com uma cartela contendo 60 ovos de *A. kuehniella* esterilizados

Os parasitóides, recém emergidos, foram liberados, em copos plásticos, no ponto central dos círculos, mantendo-se a proporção de 16 adultos do parasitóide por ovo (PRATISSOLI et al. 2005). As liberações foram feitas quando a planta se encontrava no estágio fenológico 3, caracterizado pelo desenvolvimento acelerado da parte aérea. As liberações foram feitas no período da manhã. O parasitismo foi permitido por 24 horas. Após este período, as cartelas, contendo os ovos, foram recolhidas e levadas para o laboratório, onde se avaliou, após cinco dias, o parasitismo em cada círculo, observando-se o escurecimento dos ovos, devido à deposição de grânulos de urato no interior do córion do hospedeiro, o que permite determinar mais facilmente

quando o parasitóide atinge a fase de pré-pupa, constatando-se o parasitismo (CÔNSOLI et al. 1999).

Os dados de parasitismo foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. A transformação dos dados foi feita através de $\text{arc sen } \sqrt{(x/100)}$.

A distância média de dispersão (DM) e a área de dispersão (s^2) do parasitóide foram determinadas pelo modelo proposto por Dobzhansky & Wright (1943).

$$s^2 = \frac{\sum (r^3 * \frac{i}{a})}{\sum (r * \frac{i}{a}) + \frac{\bar{C}}{2\pi}}$$

$$DM = \frac{\sum (r^2 * \frac{i}{a})}{\sum (r * \frac{i}{a}) + \frac{\bar{C}}{2\pi}}$$

Onde:

s^2 = variância e indica a área de dispersão.

DM = distância média (metros) de dispersão.

r = distância do centro às armadilhas.

a = nº de armadilhas por círculo.

$\bar{C}$ = nº médio de ovos parasitados por armadilha no círculo central.

i = nº total de ovos parasitados em cada círculo.

3.5 Comparação de controle de *P. operculella* com *T. atopovirilia* (controle biológico) e controle químico convencional

O experimento foi instalado na Fazenda Sonho, propriedade do Sr. Elcio Tadashi Takaku, em Paranapanema, SP, depois de constatada a presença da traça-da-batata.

O experimento foi realizado em área contendo batata, variedade Ágata, proveniente de semente tipo 3 (entre 3,0 a 4,0 cm de diâmetro). O plantio foi realizado em 11/07/2005. Foram demarcadas oito parcelas (áreas) de 20,0 x 20,0 m espaçadas de pelo menos 50,0 m, uma das outras, sendo quatro delas destinadas ao controle biológico (liberação de *T. atopovirilia*) e quatro para controle convencional (químico) utilizado pelo produtor.

Nas quatro áreas destinadas ao controle biológico foram liberados 400.000 parasitóides por hectare (quantidade comumente utilizada em controle de diversos lepidópteros), da espécie *T. atopovirilia*, divididos em duas liberações semanais, equivalentes a 200.000 parasitóides/ha para cada liberação. Como as parcelas eram de 400,0 m², foram liberados 8.000 parasitóides/parcela, duas vezes por semana.

As liberações iniciaram-se no dia 31/08/2005 (uma vez constatada a presença da traça) e foram realizadas até o dia 10/11/2005, totalizando 21 liberações de *T. atopovirilia*.

Neste mesmo período, foram feitas quatro aplicações de agroquímicos, pelo produtor, para controle da traça nas parcelas convencionais (Tabela 2).

Tabela 2 - Produtos comerciais aplicados nas áreas padrão para o controle da traça-da-batata, *P. operculella*. Paranapanema, SP, 2005

Aplicação	Data	Produto		Dosagem
		Nome técnico	Nome comercial	
1 ^a	23/09/2005	Nonil Fenol Etoxilado	Cartap BR 500)	1,65 Kg/ha
2 ^a	07/10/2005	Fentoato	Elsan	1,03 l/ha
		Óleo vegetal	Óleo vegetal	1,03 l/ha
3 ^a	25/10/2005	Teflubenzurom	Nomolt 150	0,25 l/ha
		Nonil Fenol Etoxilado	Cartap BR 500	1,24 Kg/ha
4 ^a	11/11/2005	Fentoato	Elsan	1,24 l/ha
		Chlorpyrifos	Pirinex 480 EC	0,83 l/ha

Para a avaliação, foram utilizados dois métodos: uma avaliação no campo, e uma avaliação após o processo de lavagem e classificação dos tubérculos.

A avaliação no campo foi feita por ocasião da colheita. Foram avaliados 3 sacos de batata por parcela, com, aproximadamente, 50,0 kg cada, o equivalente a 10% da produção total da parcela. Nesta avaliação foram contados todos os tubérculos com danos de traças.

Para o outro método, cada parcela foi lavada, classificada (Tabela 3) e pesada separadamente, de acordo com os procedimentos adotados pelo produtor.

Tabela 3 – Classificação de tipos de batata de acordo com o diâmetro (mm)

Classificação	Diâmetro da peneira (mm)
Batata Especial	> 45,0
Batata X	Entre 45,0 a 35,0
Batata 1 ^a	Entre 34,0 a 25,0
Batata 2 ^a	Entre 24,0 a 22,0
Batata 3 ^a	< 22,0
Diversas	Batatas fora do padrão. Ex: batatas embonecadas, com defeitos leves, esfoladas, dano da traça, etc.
Podres	-

As parcelas foram colhidas no período da tarde e lavadas e classificadas no dia seguinte, permanecendo, no período noturno, no caminhão do agricultor.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste t, ao nível de 5% de probabilidade.

3.6 Comparação do comportamento de *P. operculella* e *T. atopovirilia* em caixas de armazenamento convencionais e pequenas

Dois experimentos foram realizados visando avaliar o comportamento de *P. operculella* e *T. atopovirilia* em caixas de armazenamento convencionais e pequenas.

3.6.1 Parasitismo de *T. atopovirilia* em ovos de *P. operculella* em caixas de armazenamento convencionais e pequenas

No primeiro experimento, foram utilizadas caixas pequenas (40,0 x 30,0 x 15,0 cm), contendo aproximadamente 450 tubérculos, e caixas do tamanho convencional (55,0 x 35,0 x 30,0 cm), contendo aproximadamente 750 tubérculos (Figura 5).

Figura 5 - Caixa pequena (40,0 x 30,0 x 15,0 cm) e caixa do tamanho convencional (55,0 x 35,0 x 30,0 cm), utilizadas no experimento de parasitismo de *T. atopovirilia* sobre *P. operculella*

O experimento foi constituído de três tratamentos: A) Caixas convencionais com 10 tubérculos inoculados; B) Caixas convencionais com cinco tubérculos inoculados e C) Caixas pequenas com cinco tubérculos inoculados. Para a inoculação, foram utilizados ovos recém colocados de *P. operculella* em tubérculos devidamente marcados e numerados. Cada tubérculo foi inoculado com 10 ovos e colocados conforme esquema da Figura 6. Os ovos de *P. operculella* foram obtidos da criação estoque de *P. operculella* (3.1). As caixas convencionais foram colocadas no interior de gaiolas com armação de ferro (110,0 x 150,0 x 160,0 cm) recobertas com tecido branco e fino ("voile") e as caixas pequenas foram colocadas no interior de gaiolas com armação de ferro (40,0 x 40,0 x 120,0 cm) recobertas com o mesmo material (Figura 7). Foram liberados parasitóides da espécie *T. atopovirilia* na proporção de 24 parasitóides por ovo inoculado (Bento¹, 2005; dados não publicados). Os parasitóides foram liberados na parte inferior do lado externo da caixa (Figura 8), do mesmo lado onde estavam as batatas numeradas como 1 e 3, para os tratamentos com cinco tubérculos inoculados (B e C) e 1, 3, 6 e 8 para o tratamento com 10 tubérculos inoculados (A). Este experimento constou de 10 repetições (caixas).

A avaliação foi feita cinco dias após a inoculação, determinando-se a quantidade de ovos parasitados. As médias foram submetidas ao teste t, ao nível de 5% de probabilidade.

¹ Bento, F.M.M. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ/USP.

Figura 6 - Posição relativa dos tubérculos inoculados com ovos de *P. operculella* em caixas de batata convencionais (55,0 x 35,0 x 30,0 cm) com 10 tubérculos inoculados (A) e com cinco tubérculos inoculados (B) e caixas pequenas (40,0 x 30,0 x 15,0 cm) com cinco tubérculos inoculados (C)

Figura 7 - Gaiolas com armação de ferro para caixas convencionais (110,0 x 150,0 x 160,0 cm) e pequenas (40,0 x 40,0 x 120,0 cm), recobertas com tecido branco e fino ("voile") utilizadas no experimento

Figura 8 – Local de liberação de *T. atopovirilia* em caixas pequenas e convencionais

3.6.2 Oviposição de *P. operculella* em caixas de armazenamento convencionais e pequenas

No segundo experimento, foram utilizados 10 caixas pequenas (40,0 x 30,0 x 15,0 cm) e cinco caixas convencionais de armazenamento (55,0 x 35,0 x 30,0 cm). As caixas convencionais foram colocadas no interior de gaiolas com armação de ferro (110,0 x 150,0 x 160,0 cm) recobertas com tecido branco e fino ("voile") e as caixas pequenas foram colocadas no interior de gaiolas com armação de ferro (40,0 x 40,0 x 120,0 cm) recobertas com o mesmo material (Figura 8). Foram colocados 10 casais nas gaiolas que continham caixas pequenas e 20 casais nas gaiolas que continham caixas grandes. Para a formação dos casais, adultos de *P. operculella*, da criação estoque (vide 3.1), foram individualizados em tubos de vidro (12,0 x 75,0 mm) tampados com filme plástico de PVC. Após a emergência, os adultos foram separados por sexo, formando-se assim os casais. A separação por sexo foi feita baseando-se na parte terminal do abdômen, uma vez que fêmeas apresentam uma terminação lisa em forma de cone e machos apresentam uma terminação pilosa, além de duas pinças (cláspers).

Após três dias, período no qual a traça atinge o pico de oviposição (PRATISSOLI et al., 2003), foram feitas as avaliações, observando-se individualmente cada tubérculo e registrando-se o número de ovos encontrados. Para possibilitar a comparação, as caixas pequenas foram divididas em três camadas (superior, media e inferior), contendo 150 tubérculos cada e as caixas grandes em cinco camadas de 150 tubérculos.

Calculou-se a porcentagem de ovos por camada e as médias foram submetidas ao teste t, ao nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Seleção de espécie/linhagem de *Trichogramma* para o controle de *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873)

Houve diferenças estatísticas entre as linhagens/espécies em todos os parâmetros avaliados, demonstrando que espécies/linhagens de *Trichogramma* apresentam grandes variações no seu comportamento, sendo necessária a etapa de seleção de linhagens em um programa de controle biológico (PAK, 1988, HASSAN, 1997).

Em relação ao parasitismo de ovos de *P. operculella*, a espécie *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 apresentou maior agressividade (75,3%), seguida por *Trichogrammatoidea annulata* De Santis, 1972 (69,9%) e as linhagens G2, G18, G11 e Br1 de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, que apresentaram taxas de parasitismo de 67,8%, 68,6%, 66,7% e 67,4%, respectivamente. Seguiram-se, pela ordem, as linhagens de *T. pretiosum*, G1 com 64,0% de parasitismo, L4 com 59,7% e L3 e TP com 55,0% e 55,4% de parasitismo, respectivamente (Tabela 4). Embora diferentes significativamente, os parasitismos não foram tão discrepantes entre linhagens, variando de 75,3% para a melhor (*T. atopovirilia*) para 55,0% para a pior delas (L3 de *T. pretiosum*) (Tabela 4). Diferenças no parasitismo entre espécies/linhagens foram observadas por vários autores. Kakar et al. (1991) observaram variações no parasitismo de 100% (*Trichogramma exiguum* Pinto & Platner, 1978) a 70% (*Trichogramma minutum* Riley, 1871) entre as cinco espécies de *Trichogramma* estudadas para o controle de *Helicoverpa* (= *Heliothis*) *armigera* (Hübner, 1808) em tomate. Hassan e Guo (1991) observaram que dentre as 20 espécies/linhagens de *Trichogramma* estudadas, visando ao controle de *Ostrinia nubilalis* Hübner, 1796, apenas uma espécie (*T. ostriniae*) e duas linhagens de *Trichogramma evanescens* Westwood, 1833 (linhagens 10 e 105) se mostraram eficientes. Pratissoli & Parra (2001) estudaram seis linhagens de *T. pretiosum* para o controle de *P. operculata* e *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917). Não foram observadas diferenças no parasitismo em ovos de *T. absoluta*, porém em ovos de *P. operculella* a linhagem L5 demonstrou menor agressividade do que as linhagens L1, L4 e L6.

Tabela 1 – Valores médios ($\pm$ DPM) de parasitismo, duração do ciclo, viabilidade e razão sexual para oito linhagens de *Trichogramma pretiosum*, uma linhagem de *Trichogramma atopovirilia* e uma linhagem de *Trichogrammatoidea annulata* em ovos de *Phthorimaea operculella* Temperatura: 25 $\pm$ 1°C, UR: 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas

Linhagem	Parasitismo	Duração	Viabilidade	Razão Sexual
G1	64,00 $\pm$ 4,31 c	11,40 $\pm$ 0,50 bc	81,58 $\pm$ 1,59 f	0,67 bc
G2	67,83 $\pm$ 2,82 b	11,12 $\pm$ 0,33 bcd	90,49 $\pm$ 3,00 c	0,59 cd
G11	66,68 $\pm$ 3,04 bc	11,00 $\pm$ 0,09 d	94,02 $\pm$ 0,24 ab	0,60 cd
G18	68,66 $\pm$ 2,60 b	11,08 $\pm$ 0,28 cd	88,60 $\pm$ 1,28 d	0,54 d
L3	54,96 $\pm$ 5,15 e	11,00 $\pm$ 0,05 d	92,85 $\pm$ 0,45 b	0,68 bc
L4	59,65 $\pm$ 2,67 d	11,44 $\pm$ 0,51 bc	86,29 $\pm$ 1,24 e	0,74 ab
TP	55,39 $\pm$ 3,49 e	11,84 $\pm$ 0,37 a	88,53 $\pm$ 3,36 d	0,71 bc
Br1	67,39 $\pm$ 6,07 bc	11,08 $\pm$ 0,28 cd	89,92 $\pm$ 2,79 cd	0,75 ab
ATP	75,30 $\pm$ 2,53 a	11,28 $\pm$ 0,46 bcd	95,80 $\pm$ 2,27 a	0,84 a
TOID	69,91 $\pm$ 2,04 b	11,48 $\pm$ 0,51 ab	94,27 $\pm$ 0,16 ab	0,78 ab

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P $\leq$ 0,05)

Em relação à duração do ciclo, as linhagens/espécies apresentaram variação de quase 24 horas. As linhagens de *T. pretiosum* G11 e L3 apresentaram menor duração, enquanto que a linhagem TP (*T. pretiosum*) apresentou um alongamento do período de desenvolvimento, em relação à média (Tabela 4). Estes resultados estão próximos aos obtidos por Pratissoli & Parra (2001), embora maior variação tenha sido observada entre as linhagens/espécies por aqueles autores. Também concordam com os resultados obtidos por Molina (2003) para linhagens de *Trichogramma* criadas em ovos de *Gymnadrosoma aurantianum* (Lima, 1927). Por outro lado, estes resultados são inferiores aos obtidos por Sá & Parra (1994) e por Tironi (1992) para as espécies *T. pretiosum* e *T. atopovirilia*. Variações entre durações do ciclo de *Trichogramma* spp. relatadas por diversos autores podem ser explicadas pelo fato de, que embora a variação na duração do desenvolvimento seja dependente principalmente da temperatura, este parâmetro biológico depende também da adaptação da espécie/linhagem e do hospedeiro utilizado (PRATISSOLI & PARRA, 2000). Ficou evidente que a linhagem TP (*T. pretiosum*) é inadequada, pois além do baixo parasitismo, apresentou um longo período de desenvolvimento (Tabela 4).

A viabilidade (porcentagem de emergência) foi bastante variável entre as linhagens/espécies, com um intervalo de variação de 81,6 a 95,8% (Tabela 4). A linhagem de *T. atopovirilia* (ATP) apresentou a maior porcentagem de emergência, enquanto que a linhagem de *T. pretiosum* G1 apresentou a menor viabilidade. Pratissoli (1995) observou porcentagem de emergência semelhante para *T. pretiosum* em ovos de *P. operculella*, embora, dentre as seis linhagens estudadas, apenas L3 apresentou diferença significativa em relação a L5. As viabilidades encontradas no presente estudo estão próximas àquelas obtidas por outros autores, para espécies e linhagens de *Trichogramma*, em diferentes hospedeiros, ou seja: *T. pretiosum* (BLEICHER, 1985; SÁ & PARRA, 1994; PRATISSOLI & PARRA, 2001); *Trichogrammatoidea annulata* (MACEDA et al., 2003) e *T. atopovirilia* (NICOLI et al., 2004), embora a viabilidade tenha se mostrado superior aos valores obtidos para *T. atopovirilia* em ovos de *G. aurantianum* (MOLINA, 2003).

Foram observadas variações em relação à razão sexual para todas as espécies/linhagens. A espécie ATP (*T. atopovirilia*), T01D (*Trichogrammatoidea annulata*) e as linhagens Br1 e L4 (*T. pretiosum*) apresentaram razão sexual mais alta, significando uma maior proporção de fêmeas para cada macho. G2, G11 e G18 (*T. pretiosum*) apresentaram a menor relação entre machos e

fêmeas (Tabela 4), sendo que a linhagem G18 praticamente apresentou uma relação de um macho para cada fêmea (Tabela 4). Como o controle biológico depende de fêmeas para parasitismo, uma linhagem/espécie com maior número de fêmeas para cada macho torna-se mais adequada, e, neste caso, mais uma vez, a espécie *T. atopovirilia* (ATP) foi a mais adequada. Os resultados estão de acordo com outros encontrados na literatura. Tironi & Ciocchiola (1994) observaram razão sexual de 0,60 em parasitismo natural de *Trichogramma* em ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850). Por outro lado, Pratissoli & Parra (2000) mostraram que a razão sexual, para diferentes linhagens de *T. pretiosum*, variou de 0,54 a 0,92 em ovos de *P. operculella*. Sabe-se que a razão sexual de *Trichogramma* spp. pode variar com a espécie, linhagem, população, hospedeiro (LEATEMIA *et al.*, 1995) e, ainda, com a presença ou qualidade do alimento (LEATEMIA *et al.*, 1995, NICOLI *et al.*, 2004).

A análise de agrupamento (“cluster analyses”) separou dois grupos distintos a 80% de distância, sendo o primeiro constituído pelas linhagens de *T. pretiosum* G2, G11, Br1 e G18, pelas linhagens de *Trichogrammatoidea annulata* TOID e *T. atopovirilia* ATP e o segundo grupo formado pelas linhagens de *T. pretiosum* G1, L3, L4 e TP (Figura 9). Dentre o grupo de linhagens/espécies de *Trichogramma* que apresentaram melhores resultados para as características biológicas, a 30% de distância foi possível agrupar as espécies/linhagens em três grupos distintos, sendo um primeiro grupo formado pelas linhagens de *T. pretiosum* G2, G18 e Br1; o segundo grupo formado pela linhagem de *T. pretiosum* G11 e pela linhagem de *Trichogrammatoidea annulata* TOID e o terceiro pela linhagem de *T. atopovirilia* ATP (Figura 1). Desta forma, a linhagem ATP foi selecionada, uma vez que ela não se agrupou com as outras linhagens/espécies em distâncias menores que 80% e apresentou características biológicas favoráveis, indicando, portanto, seu potencial como agente de controle de *P. operculella*, devido ao maior parasitismo, menor duração do período ovo-adulto, maior viabilidade e maior proporção de fêmeas. Segundo Pratissoli (1995), a análise de agrupamento é um método adequado para a seleção de linhagens/espécies de *Trichogramma*; os resultados obtidos confirmam tal afirmativa.

Figura 9 - Dendograma da análise de agrupamento reunindo os resultados biológicos (parasitismo, duração do ciclo, viabilidade e razão sexual) de oito linhagens de *T. pretiosum* e uma linhagem de *T. atopovirilia* e *Trichogrammatoidea annulata* criados em ovos de *P. operculella*

4.2 Avaliação da dispersão de *T. atopovirilia* na cultura da batata

O parasitismo foi baixo, variando de 20,0 a 8,6% nos diferentes raios estudados. Foi maior nos primeiros quatro metros, decrescendo a seguir (Tabela 5). Esta tendência também foi observada por Sá et al (1993), em milho, onde o parasitismo decresceu após 5,0 metros do ponto de liberação. Observou-se correlação negativa entre o raio de dispersão e o parasitismo de ovos (Figura 11). O parasitismo observado foi semelhante àquele de *T. pretiosum* em ovos de *Anticarsia gemmatilis* Hubner, 1818 em soja, observados por Zachrisson & Parra (1998). Por outro lado, o parasitismo está abaixo daquele observado por Pratissoli et al. (2005) para *T. pretiosum* em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) em tomateiro estaqueado e por Sá et al. (1993) para o mesmo parasitóide em ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho. Sabe-se que variações podem ocorrer devido às características do parasitóide e da cultura. Segundo

Biever (1972) variações térmicas, ocasionadas por características intrínsecas da cultura, como alterações na massa foliar da planta, nos diferentes estádios fenológicos, podem afetar a capacidade de "busca" do parasitóide. Um outro fator que pode ter levado à baixa taxa de parasitismo pode estar relacionado ao manuseio e armazenamento dos ovos, antes e depois da instalação do experimento, pois foram observados vários ovos danificados, não sendo possível a determinação da taxa de predação. De qualquer forma, como o parasitismo foi baixo, novas proporções de parasitóide por ovo da praga devem ser testados em futuros experimentos.

Tabela 5 - Valores médios (+DPM) de parasitismo de ovos de *A. kuehniella* por *T. atopovirilia*, colocados a diferentes distâncias de um ponto central de liberação, em cultura da batata. Paranapanema, SP

Distância (m)	Parasitismo (%)
4,0	20,03 ± 4,63 a
8,0	14,98 ± 5,48 b
12,0	11,04 ± 3,03bc
16,0	8,62 ± 1,86 c

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$)

Baseando-se no modelo de Dobzhanski & Wright (1943), o raio de ação médio e a área de dispersão do parasitóide na cultura de batata foram de 8,5 m e 97,6 m², respectivamente (Tabela 6 e Figura 10). O elevado coeficiente de determinação (R^2) atesta a confiabilidade dos resultados. A dispersão observada foi muito semelhante àquelas obtidas por Sá et al. (1993), para *T. pretiosum*, na cultura de milho. De maneira geral, a dispersão das espécies de *Trichogramma* fica em torno de 10,0 m (KANOUR JUNIOR & BURBUTIS, 1984; BIGLER et al., 1988; LOPES, 1988; SÁ et al., 1993).

Pode-se concluir, a partir do raio de dispersão, que para uma distribuição homogênea em toda a área e um controle eficiente da traça-da-batata, *P. operculella*, será necessário um mínimo de 100 pontos de liberação por hectare. O mesmo número de pontos de liberações foi observado por Sá et al. (1993), em milho. Da mesma forma, Zachrisson & Parra (1998) obtiveram resultados semelhantes, sendo, segundo os autores, necessários 130 pontos por hectare em soja para *T. pretiosum*.

Figura 10 - Relação matemática entre o raio de dispersão de *T. atopovirilia* e o número de ovos parasitados de *A. kuehniella*, na cultura da batata. Paranapanema, SP

Tabela 6 - Distância média (DM) e área de dispersão (S^2) com os respectivos modelo e coeficiente de determinação (R^2) para *T. atopovirilia* em ovos de *A. kuehniella*, em cultura da batata. Paranapanema, SP

Parâmetros	Cultura da batata
DM (m)	8,51
S^2 (m ²)	97,64
Modelo matemático	$y = -0,9543x + 23,21$
R^2 (%)	97,67

4.3 Comparação de controle de *P. operculella* com *T. atopovirilia* (controle biológico) e controle químico convencional

Os resultados obtidos, através da contagem de tubérculos danificados, durante a colheita, mostraram um maior controle da traça, *P. operculella*, por *T. atopovirilia* se comparado ao controle convencional (Tabela 7). Nas parcelas onde foi utilizado o controle biológico, foram

observadas 7,3% de batatas danificadas pela traça, enquanto que nas parcelas que receberam tratamento convencional (agroquímicos) (Tabela 2), foram observados 12,4% de tubérculos danificados.

Tabela 7 - Porcentagem (+DPM) de batatas, variedade Ágata, danificadas em função do ataque de *P. operculella*, observadas em avaliação durante colheita de tubérculos, nos tratamentos convencional e com *T. atopovirilia*. Paranapanema, Novembro 2005

Tratamento	Porcentagem de batatas danificadas
Convencional (químico)	12,37 ± 1,84 a
<i>T. atopovirilia</i> (biológico)	7,30 ± 1,04 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste t ($P \leq 0,05$)

Desta forma, observou-se uma redução de 5,1% de batatas atacadas pela traça. Isto significa que o controle biológico, por meio de *T. atopovirilia*, proporcionou um controle de 92,7% de *P. operculella*, enquanto que no controle convencional este valor foi de 87,6%.

Os resultados obtidos pela contagem durante a colheita, em campo, foram confirmados pela avaliação dos tubérculos realizada após lavagem e classificação de acordo com os procedimentos adotados pelo produtor. Foi observado um aumento de 6,8% de tubérculos classificados como “Batata Especial” nas parcelas com controle biológico (Tabela 8).

Diferenças significativas na produção foram observadas apenas para os tubérculos classificados como “Batata Especial” (> 45,0 mm) e “Diversas” (tubérculos fora do padrão de comercialização do produtor, ou seja, batatas embonecadas, com defeitos leves, esfoladas, com danos da traça, etc.). Pôde-se observar uma tendência de diminuição das categorias “X” (tubérculos entre 45,0 a 35,0 mm) e “2^a” (tubérculos entre 35,0 a 55,0 mm) no tratamento com *T. atopovirilia*, ainda que esta diferença não seja diferente estatisticamente. Uma vez que os demais tratamentos culturais foram iguais para todas as parcelas, exceto nos procedimentos relativos ao controle da traça, esta diferença se deveu, com certeza, ao ataque de *P. operculella*. Resultados semelhantes foram obtidos por Agamy (2003), que observou nível de dano de 6,5% em áreas altamente infestadas com a traça, enquanto que no tratamento químico apresentou níveis de 18,5 e 15,2%, em cultura onde o produto foi aplicado uma e duas vezes, respectivamente.

Tabela 8 - Porcentagem (+DPM) de tubérculos de batatas, variedade Ágata, classificadas como Especial, X, 2ª e Diversas, na classificação comercial realizada após lavagem, na propriedade do Sr. Elcio Tadashi, nos tratamentos convencional e com *T. atopovirilia*, em função do ataque de *P. operculella*. Paranapanema, Novembro 2005

Classificação	Tratamento (% de tubérculos)	
	Convencional (químico)	<i>T. atopovirilia</i> (biológico)
Especial	68,22 ± 2,42 A a	74,97 ± 2,54 B a
X	10,68 ± 1,17 A b	9,17 ± 0,74 A b
2ª	0,59 ± 0,04 A c	0,46 ± 0,06 A c
Diversas	14,90 ± 2,06 A d	10,87 ± 1,76 B b

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si, pelo teste t ($P \leq 0,05$)

Como não foi possível a localização completa dos ovos de *P. operculella* nas avaliações semanais, provavelmente devido ao hábito da traça ovipositar preferencialmente no solo (TRAYNER, 1975; CISNEROS, 1988; KABIR, 1994; VUUREN et al., 1998), optou-se pela liberação de uma quantidade fixa de parasitóides, semanalmente, quantidade esta fixada em 400.000 adultos por hectare. Esta quantidade é comumente utilizada em programas de controle biológico, sendo também recomendada para o controle da traça-do-tomate, *T. absoluta* (HAJI, 1996; VILLAS BÔAS & FRANÇA, 1996; ALVARENGA, 2004). A quantidade de parasitóides liberada mostrou-se adequada, porém outros estudos devem ser feitos para avaliar o número ideal de parasitóides a ser liberado por unidade de área. Uma vez que, entre os produtores de batatas no estado de São Paulo, a utilização de “pragueiros” (pessoas que avaliam o nível de controle de pragas) não é uma prática adotada, e devido à dificuldade da localização de ovos de *P. operculella* em campo, uma liberação com número fixo de parasitóides provavelmente será a forma de liberação a ser adotada pelos produtores.

Deve-se ressaltar que os tubérculos permaneceram, após a colheita, durante a noite, nos caminhões, o que aumentou a quantidade de tubérculos classificados como “Diversos”, devido a processos fisiológicos decorridos de danos causados no processo de colheita, reduzindo desta forma os tubérculos classificados como “Batata Especial”. Assim, ocorreu uma porcentagem baixa de tubérculos classificados como “Batata Especial”, aquém do valor esperado pelo produtor. Provavelmente, essa classificação apresentaria resultados diferentes se as parcelas fossem colhidas e avaliadas no mesmo dia.

Com base nos dois experimentos da presente pesquisa foi possível concluir que uma amostragem de 10% da produção da área representa uma estimativa confiável do nível de dano nos tubérculos.

4.4 Comparação do comportamento de *P. operculella* e *T. atopovirilia* em caixas de armazenamento convencionais e pequenas

4.4.1 Parasitismos de *T. atopovirilia* em ovos de *P. operculella* em caixas de armazenamento convencionais e pequenas

Existiu uma tendência de maior parasitismo nas batatas do lado onde os parasitóides foram liberados, ou seja, nas batatas 1 e 3, quando se compararam os tratamentos B e C (Figura 11). Esta tendência foi confirmada no tratamento A, mostrando que *T. atopovirilia* apresentou um comportamento de busca não horizontal nas caixas convencionais, com tendência do inseto subir. Nas camadas inferiores (batatas 6, 7, 8, 9 e 10) observou-se um parasitismo maior nas batatas 6 e 8 (Figura 12), batatas estas localizadas próximas à lateral em que os parasitóides foram liberados, mostrando, novamente, que o parasitóide apresentou caminhamento ascendente, movimentando-se pouco horizontalmente, conseqüentemente, parasitando em menor número os ovos presentes nas batatas 7, 9 e 10. A movimentação observada está de acordo com o comportamento de espécies de *Trichogramma*, uma vez que estes parasitóides apresentam características comportamentais de geotropismo negativo e fototropismo positivo (PREZOTTI et al., 2002), as quais afetam o comportamento de busca do parasitóide. Por outro lado, Saour (2004a) observou que *Trichogramma cacoeciae* Marchal, 1927, *T. evanescens* e *Trichogramma principium* Sugonjaev & Sorokina, 1976 apresentam uma excelente capacidade de busca por ovos de *P. operculella* entre tubérculos, chegando a uma redução de 38,4% da progênie F1 da traça, embora o referido autor tenha trabalhado apenas com 3,0 kg de batata por repetição.

O presente estudo demonstrou que a quantidade de tubérculos pode interferir no parasitismo, devido às características da capacidade de busca do parasitóide. Quando se compararam os tratamentos B e C, observaram-se porcentagens médias de parasitismo semelhantes, sendo 68,1% no tratamento B e 70,0% no tratamento C (Tabela 9). Entretanto, esta

aparente semelhança deve-se à camada superior, onde encontravam-se quatro dos tubérculos inoculados e avaliados (batatas 1, 2, 3 e 4). Observou-se que na batata 5 (camada inferior) ocorreu diferença significativa entre os tratamentos, registrando-se um parasitismo de 24,0% no tratamento B e 55,3% no tratamento C (Tabela 10). Estes resultados foram confirmados pela comparação dos tratamentos A e C, sendo que a porcentagem média de parasitismo observada foi de 70,0% em caixas pequenas (tratamento C) e 45,6% em caixas convencionais (tratamento A).

Figura 11 – Média de parasitismo de ovos de *P. operculella* por *T. atopovirilia* nos tratamentos B (caixas de batata convencionais) (55,0 x 35,0 x 30,0 cm) com cinco tubérculos inoculados e C (caixas de batatas pequenas) (40,0 x 30,0 x 15,0 cm) com cinco tubérculos inoculados

Figura 12 – Média de parasitismo de ovos de *P. operculella* por *T. atopovirilia* no tratamento A (caixas de batata convencionais) (55,0 x 35,0 x 30,0 cm) com 10 tubérculos inoculados

Tabela 9 – Médias (+DPM) de parasitismo de ovos de *P. operculella* por *T. atopovirilia* nos tratamentos B (caixas de batata convencionais) (55,0 x 35,0 x 30,0 cm) com cinco tubérculos inoculados e C (caixas de batatas pequenas) (40,0 x 30,0 x 15,0 cm) com cinco tubérculos inoculados. Vide Figura 6 (B e C)

Camada	Batata	% de Parasitismo	
		Tratamento B	Tratamento C
Superior	1	85,67 ± 25,58 A a	77,58 ± 21,51 A a
	2	73,09 ± 39,78 A a	75,53 ± 25,88 A a
	3	80,57 ± 34,62 A a	80,50 ± 32,30 A a
	4	77,00 ± 28,69 A a	61,11 ± 37,94 A a
Inferior	5	24,00 ± 38,93 A b	55,32 ± 23,58 B a
Média		68,07 ± 39,79	70,01 ± 32,22

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si, pelo teste t ($P \leq 0,05$)

Tabela 10 – Médias (+DPM) de parasitismo de ovos de *P. operculella* por *T. atopovirilia* no tratamento A (caixas de batata convencionais) (55,0 x 35,0 x 30,0 cm) com 10 tubérculos inoculados. Vide Figura 6 (A)

Camada	Batata	% de Parasitismo
Superior	1	76,43 ± 40,39 a
	2	68,31 ± 45,31 a
	3	71,39 ± 44,89 a
	4	57,78 ± 44,60 a
Média	5	45,43 ± 45,71 a
	6	49,35 ± 48,86 a
	7	13,70 ± 33,13 b
	8	51,96 ± 42,59 a
	9	12,67 ± 33,48 b
Inferior	10	8,89 ± 26,63 b
	Média	45,59 ± 46,59

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste t ($P \leq 0,05$)

Dada à falta de literatura sobre *Trichogramma* spp. parasitando *P. operculella* em armazéns, serão discutidos resultados de outros produtos. Assim, em trigo armazenado, foi observado penetração de *T. evanescens* em até 55,0 cm de penetração na massa de grãos (SCHÖLLER et al., 1996). Inoue (1997) observou a capacidade de *T. pretiosum* em parasitar ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819), em milho armazenado, em até 40,0 cm de profundidade, apresentando uma taxa de decréscimo, no parasitismo, de 1,9% para cada centímetro de profundidade na massa de grãos. No presente estudo não foi possível determinar a profundidade de penetração de *T. atopovirilia*, uma vez que as caixas de armazenamento apresentam laterais e fundos com aberturas, possibilitando que o parasitóide penetrasse na mesma em qualquer profundidade em relação à camada superior. Esperava-se, assim, um maior parasitismo nas camadas inferiores, o que não ocorreu. O baixo parasitismo observado nas camadas inferiores pode estar relacionado à quantidade de parasitóides liberados, uma vez que a quantidade liberada foi baseada em estudos para liberação na cultura de batata, no campo, e não em tubérculos armazenados, sugerindo-se que outros estudos sejam realizados para se determinar a quantidade ideal. A proporção de 24 parasitóides por ovo da traça determinada por Bento et al.

(2005) (vide 3.6.1) utilizando-se *T. pretiosum*, poderia ser modificada, aumentando-se a proporção para *T. atopovirilia*.

4.4.2 Oviposição de *P. operculella* em caixas de armazenamento convencionais e pequenas

A traça realmente procura por rachaduras ou dobras nos tubérculos como local de oviposição (Figura 13), confirmando as observações de Trayner (1975) e Fenemore (1978). Os ovos foram colocados, no geral, individualmente ou em grupos de dois ou três. Em alguns casos registraram-se agrupamentos de ovos, com um único caso com nove ovos agrupados. Traynier (1975) também observou posturas tanto individuais e agrupadas, o mesmo sendo observado por Mamani et al. (1997).

Figura 13 - Ovo de *P. operculella* colocado individualmente na dobra do tubérculo

Do total de ovos avaliados, em ambos os experimentos, 5,0% foram encontrados nas paredes das caixas ou das gaiolas. Este número foi bem menor do que aquele observado por De Cristofaro et al. (2002) que registraram, em gaiolas de metal (0,60 x 0,60 x 0,60 m) cobertas por tule, 16,0% dos ovos de *P. operculella* colocados na gaiola, enquanto que 84,0% da postura concentrou-se sobre o tecido de “nylon” colocado sobre os tubérculos; as fêmeas da traça são atraídas por voláteis emitidos pelos tubérculos, sendo aldeídos, os compostos ativos que exercem maior influência nesta atração (DE CRISTOFARO et al., 2002). Uma possível causa desta diferença pode estar relacionada com o ambiente, uma vez que o presente estudo não foi conduzido em condições ambientais controladas, mas em casa-de-vegetação, com oscilação de

temperatura de 15 a 32°C durante o período noturno e diurno, respectivamente. Os ovos colocados nas gaiolas (5%) foram excluídos da estatística.

O experimento com as caixas pequenas demonstrou a tendência de oviposição nas camadas médias e inferiores, reforçando as observações de que a traça penetra nos tubérculos para oviposição (Tabela 11). Os ovos foram encontrados principalmente entre as profundidades de 5,0 a 15,0 cm. Apenas 6,7% da postura foi observada na camada superior, provavelmente pela característica da espécie de preferir locais com menor luminosidade para a ovipositar (TRAYNER, 1975).

Tabela 11 - Porcentagem (+ DPM) de oviposição de *P. operculella* em caixas de batatas pequenas (40,0 x 30,0 x 15,0 cm), nas camadas superior (0 a 4,9 cm), média (5,0 a 9,9 cm) e inferior (10,0 a 15,0 cm)

Camada (cm)	% de ovos encontrados
Superior (0 – 4,9)	6,26 ± 4,56 a
Média (5,0 – 9,9)	44,95 ± 8,44 b
Inferior (10,0 – 15,0)	48,78 ± 8,70 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste t ($P \leq 0,05$)

O experimento com caixas convencionais demonstrou que a penetração de *P. operculella* na caixa de batata, em busca de local para oviposição, começa a diminuir após 19,9 cm de profundidade, chegando a 12,4% na camada de 20,0 a 25,0 cm (Tabela 12). Novamente foi observada a tendência de menor oviposição na camada superior (9,09%), começando a aumentar a partir de 4,9 cm (Tabela 12). Os resultados estão de acordo com os relatados por Kaesar et al. (2005) que estudaram o comportamento da traça-da-batata em pilhas (75,0 cm de altura com 130,0 cm de diâmetro) de armazenamento no campo. Os autores observaram que a infestação no perímetro das pilhas foi significativamente maior do que no centro. Por outro lado, não foram observadas diferenças entre o nível de infestação nas camadas superiores, médias e inferiores no perímetro das pilhas. Embora aparentemente discrepantes, estes resultados demonstram que a traça penetra até certo ponto dentro das pilhas, o que também foi observado no presente experimento. Uma das possíveis causas para este comportamento pode estar relacionado ao microclima favorável encontrado no perímetro de pilhas de batatas armazenadas (KAESAR et al., 2005). Este padrão de infestação também é encontrado nas infestações em campo, devido à migração de adultos de áreas vizinhas (GILBOA & PODOLER, 1995, COLL et al., 2000; CAMERON et al., 2002). Em campo, este comportamento está relacionado ao movimento

migratório de adultos provenientes de áreas vizinhas e ao microclima favorável, uma vez que plantas na margem das lavouras estão mais expostas ao vento e à radiação solar, criando assim um microclima mais seco do que no interior da cultura. O mesmo pode acontecer em situações de armazenando, levando fêmeas a ovipositarem em microclimas mais favoráveis (KAESAR et al., 2005).

As características de postura de *P. operculella* em tubérculos armazenados são semelhantes às características observadas para *S. cerealella* em grãos armazenados a granel. Nesta situação, *S. cerealella* não alcança profundidades maiores que 40,0 cm, ficando restrita à massa superior de grãos (DELL'ORTO TRIVELLI, 1984).

Tabela 12 - Porcentagem (+ DPM) de oviposição de *P. operculella* em caixas de batatas convencionais (55,0 x 35,0 x 30,0 cm), nas camadas 1 (0 a 4,9 cm), 2 (5,0 a 9,9 cm), 3 (10,0 a 14,9 cm), 4 (15,0 a 19,9 cm) e 5 (20,0 a 25,0 cm)

Camada (cm)	% de ovos encontrados
1 (0 – 4,9)	9,09 ± 0,55 a
2 (5,0 – 9,9)	25,10 ± 0,82 b
3 (10,0 – 14,9)	25,59 ± 1,35 b
4 (15,0 – 19,9)	27,79 ± 1,47 c
5 (20,0 – 25,0)	12,44 ± 1,55 d

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste t ($P \leq 0,05$)

Ficou assim caracterizado o parasitismo de *T. atopovirilia* (ascendentes a partir dos locais de liberação) e da postura de *P. operculella*, neste caso, restrita aos tubérculos nos primeiros 20,0 cm, sempre evitando os tubérculos superficiais. Ficou também claro que o tamanho das caixas é fundamental para que as informações corretas sejam transferidas aos usuários, devendo os estudos serem realizados em tamanhos de caixas que representem a realidade do bataticultor. De qualquer forma, ficou esclarecido que, para armazéns, a amostragem das traças deve ser feita até 20,0 cm da camada de tubérculos, evitando-se amostrar a camada superficial. Tal amostragem de ovos da traça, *P. operculella*, permitiria a definição do número de *T. atopovirilia* a ser liberado, embora tal número necessite ser melhor definido; bem como a técnica de liberação do parasitóide deve ser aprimorada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em situação normal de armazenamento de batatas-semente, no estado de São Paulo, estas são armazenadas em pilhas de caixas contendo cerca de sete caixas de altura (Figuras 14). As pilhas são colocadas lado a lado, ao longo do barracão, normalmente com as laterais abertas, que podem ser teladas ou não. Portanto, expostas à infestação por adultos da traça, *P. operculella*, provenientes do campo, em áreas infestadas, assim como de lagartas provenientes de tubérculos infestados no campo (KAESAR et al., 2005).

Figura 14 – Armazém contendo pilhas de sete caixas de batata-semente, colocadas lado a lado. Fazenda Estância Maria Edi, Parapanema, SP

Para um controle efetivo de *P. operculella* em armazenamento de batatas-semente, deve-se, em primeiro lugar, reduzir o número de tubérculos infestados provenientes do campo (ROUX & BAUMGÄRTNER, 1998; HANAFI, 1999). Os resultados da presente pesquisa demonstraram que *T. atopovirilia* controla *P. operculella* de forma mais eficiente do que o controle convencional. Assim, a quantidade de batatas-semente infestadas, a ser colocada no armazém, após o controle com *T. atopovirilia*, será menor. O presente estudo demonstrou também o potencial de controle de *P. operculella* por *T. atopovirilia*, em armazéns, bem como o comportamento deste parasitóide em caixas de batata. Considerando o local de postura de *P. operculella* (5,0 a 20,0 cm de profundidade) e a dispersão de *T. atopovirilia* em caixa de batatas (caminhamento ascendente), imagina-se que o parasitóide seja capaz de parasitar eficientemente

os ovos de *P. operculella*, colocados no perímetro da pilha de caixa. Esta hipótese deverá ainda ser validada, por meio de outros estudos relacionados com a técnica de liberação do parasitóide em armazéns, bem como a determinação do número ideal de parasitóides a ser liberado por área.

De qualquer forma, a combinação da utilização de *T. atopovirilia* para o controle de *P. operculella* em campo, baseando-se na sua capacidade de dispersão de 8,5 m, correspondente a uma área de 97,6 m² em 24 horas, utilizando-se 400,000 parasitóides por ha, distribuídos em 100 pontos, aliado ao controle da praga no armazém, baseando-se na amostragem de ovos de traça entre 5,0 e 20,0 cm, área também de maior parasitismo por *T. atopovirilia*, poderá ser de grande importância para o controle de *P. operculella*, em substituição aos agroquímicos convencionais.

5 CONCLUSÕES

- A seleção de linhagens/espécies de *Trichogramma* é fundamental para um programa de controle biológico de *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873);
- *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 apresenta alto potencial para o controle de *P. operculella*, em batata, em condições de campo;
- A capacidade de dispersão de *T. atopovirilia* na cultura de batata é de 8,5 m (raio de ação), sendo a área de dispersão de 97,6 m²;
- No mínimo, 100 pontos de liberação de *T. atopovirilia* por hectare são necessários para uma distribuição homogênea em toda a área e um controle efetivo de *P. operculella*, no campo;
- A quantidade de 400.000 parasitóides por hectare, distribuídas em duas liberações semanais, se mostrou adequada para o controle de *P. operculella*, em campo, uma vez constatada a infestação pela praga;
- O tamanho de caixas para armazenamento de batata interfere no comportamento de *P. operculella* e de *T. atopovirilia*;
- *P. operculella* oviposita, preferencialmente, na camada localizada entre 5,0 e 20,0 cm de profundidade, em caixas de batatas utilizadas para armazenamento;
- *T. atopovirilia* apresenta pouca mobilidade horizontal, em caixas de batata utilizadas para armazenamento, sendo sua movimentação ascendente;
- *T. atopovirilia* parasita, principalmente, ovos de *P. operculella* na camada superior da caixa de armazenamento, coincidindo com o local de maior postura da traça, *P. operculella*.

- Considerando-se o local de postura de *P. operculella* e a dispersão de *T. atopovirilia* em caixas de batatas utilizadas no armazenamento, existe potencial de controle de *P. operculella* com *T. atopovirilia* também em armazéns;
- A forma de liberação de *T. atopovirilia*, em armazém, deve ser aprimorada, baseando-se no comportamento de oviposição da traça e do parasitóide.

REFERÊNCIAS

- AGAMY, E.A. The inundative release of *Trichogramma evanescens* West. as biocontrol agent against the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) in Egypt. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, Cairo, v. 13, n. 1/2, p. 101-103, 2003.
- AHMED, S.; HUQ, S.B.; TALUKDER, F.A. Susceptibility of potato to potato moth in field and storage. **Bangladesh Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 18, n. 2, p. 289-290, 1991.
- ALVARENGA, M.A.R. (Ed.) **Tomate: Produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: Ed. UFLA, 2004. 393p.
- ANDOW, D.A.; PROKRYM, D.R. Plant structural complexity and host-finding by a parasitoid. **Oecologia**, Heidelberg, v. 82, n. 2, p. 162-165, 1990
- ARX, R. VON; ROUX, O.; BAUMGARTNER, J. Tuber infestation by potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller), at potato harvest in relation to farmers' practices. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 31, n. 4, p. 277-292, 1990.
- ASHLEY, T.P.; ALLEN, J.C.; GONZALES, D. Successful parasitization of *Heliothis zea* and *Trichoplusia* in eggs by *Trichogramma*. **Environmental Entomology**, College Park, v. 3, n. 2, p. 319-322, 1974.
- BALASUBRAMANIAN, S.; PAWAR, A.D. Improved technique for mass rearing of *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in laboratory. **Plant Protection Bulletin**, Nova Delhi, n. 40, v. 1, p. 12-13, 1988
- BERLINGER, M.J.; MORDECHI, S.; NACHMIAS, A; LIBESKU, L. Susceptibility of potato cultivars to the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zell. **Hassadeh**, Tel Aviv, v. 72, n. 7, p. 852-856, 1992.
- BERTI, J.; MARCANO, R. Preferencia de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) por huevos de diferentes edades de vários hospederos. **Boletín de Entomologia Venezolana**, Venezuela, v. 6, n. 2, p. 77-81, 1991.
- BIGLER, F.; BIERI, M.; FRITSCHY, A.; SEIDEL, K. Variation in locomotion between strains of *Trichogramma maidis* and its impact on parasitism of eggs of *Ostrinia nubilalis* in the field. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 49, p. 283-290, 1988.
- BIEVER, K.D. Effect of the temperature on the rate of search by *Trichogramma* and its potential application in field releases. **Environmental Entomology**, College Park, v. 1, p. 194 -197, 1972.
- BLEICHER, E. **Biologia e exigências térmicas de populações de *Trichogramma* (Him.: Trichogrammatidae)**. 1985. 80 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1985.

BOTELHO, P.M. Eficiência de *Trichogramma* em campo. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: Fealq, 1997. chap. 11, p.303-318.

BOZKURT, E.; GENC, H. Investigations on the host plant distribution, damage and biology of the potato tuber moth (*Phthorimaea operculella* (Zeller)) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Izmir. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Izmir, v. 18, n. 2, p. 111-116, 1994.

BOWEN, W.R.; STERN, V.M. Effect of temperature on the production of males and sexual mosaics in a uniparental race of *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 59, n. 4, p. 823-834, 1966.

CABELLO, T.; VARGAS, P. Response of *Trichogramma cordubensis* and *T. sp. near pinto* to different numbers of alternative host eggs. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER PARASITES, 2., 1986, Guangzhou. **Les Colloques de l'INRA...** Paris: INRA, 1988. p. 165-172.

CAMERON P.J., WALKER G.P., PENNY G.M. AND WIGLEY P.J. Movement of potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) within and between crops, and some comparisons with diamondback moth (*Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Environmental entomology**, College Park, v. 31, n. 1, p. 65-75, 2002.

CHANDLA, V.K.; BRAJESH SINGH; CHANDEL, R.S. Management of potato tuber moth in country stores with CIPC: a possibility under testing. **Journal of the Indian Potato Association**, Shimla, v. 30, n. 1/2, p. 153-154, 2003.

CHANDRAMOHAN, N.; NANJAN, K. Damage level and control of potato tuber moth in Nilgiris District. **Madras Agricultural Journal**, Coimbatore, v. 80, n. 3, p. 137-139, 1993a.

CHANDRAMOHAN, N.; NANJAN, K. Protection of stored potato tubers against potato tuber moth. **Madras Agricultural Journal**, Coimbatore, v. 80, n. 4, p. 239-240, 1993b.

CHAUHAN, U.; VERMA, L.R. Biology of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zeller with special reference to pupal eye pigmentation and adult sexual dimorphism. **Entomon**, Trivandrum, v. 16, n. 1, p. 63-67, 1991.

CHIU, S.; CHEN, C. Biological control of the asian corn borer in Taiwan. **Plant Protection Bulletin**, Taiwan, v. 28, n. 1, p. 23-30, 1986.

CISNEROS, V.F.H. Estrategias de control delas polillas de la papa, dentro de un esquema de control integrado. In: MANEJO INTEGRADO DE LAS PALOMILLAS (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) DE LA PAPA. 1988, Bogotá. **Anais...** Bogotá: ICA-CIP, 1988. p. 93-106.

COLL, M.; GAVISH, S.; DORI, I. Population biology of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera : Gelechiidae), in two potato cropping systems in Israel. **Bulletin of Entomological Research**, Wallingford, v. 90, n. 4, p. 309-315, 2000.

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

DAS, G.P.; MAGALLONA, E.D.; RAMAN, V.K.; ADALLA, C.B. Screening potato genotypes under different population pressures for resistance to the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller), in storage. **Philippine Entomologist**, Laguna, v. 9, n. 1, p. 7-14, 1993a.

DAS, G.P.; MAGALLONA, E.D.; RAMAN, V.K.; ADALLA, C.B. Growth and development of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller), on resistant and susceptible potato genotypes in storage. **Philippine Entomologist**, Laguna, v. 9, n. 1, p. 15-27, 1993b.

DAS, G.P. Plants used in controlling the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller). **Crop Protection**, Oxford, v. 14, n. 8, p. 631-636, 1995.

DAS, G.P.; RAMAN, V.K.; RASHID, M.M.; UPADHYA, M.D. Performance of some inert materials and insecticides in controlling the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller), in storage. **Tropical Science**, Oxford, v. 35, n. 4, p. 386-388, 1995.

DE CRISTOFARO, A.; ANFORA, G.; GERMINARA, G.S.; ROTUNDO, G. **Biological activity of heptanal on *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) oviposition behaviour**, 2002. Disponível em: <<http://phero.net/iobc/sicily/abs/decrisofaro.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2006.

DEBNATH, M.C.; KHAUND, J.N.; BORA, B.K.; SARMAH, P.C. The reaction of host plants on the biology of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller). **Research on Crops**, Assam, v. 1, n. 2, p. 196-200, 2000.

DELL'ORTO TRIVELLI, H. Insetos que dañan granos y otros produtos almacenados. In: MESA REDONDA LATIOAMERICANA SOBRE PERDAS PÓS-COLHEITA DE GRÃOS, 1, 1984, Viçosa. **Anais...** Viçosa: CENTREINAR, 1985. p.19-24.

DILLARD, H.R., WICKS, T.J., PHILIP, B. A grower survey of diseases, invertebrate pests, and pesticide use on potatoes grown in South Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 33, n. 6, p. 653-661, 1993.

DOBZANSKY, T.; WRIGHT, S. Genetics of natural populations. X. Dispersion rates in *Drosophila pseudoobscura*. **Genetics**, Bethesda, v.28, n. 4, p. 304-340, 1943.

FENEMORE, P.G. Oviposition of potato tubermolh, *Phthorimaea operculella* Zell.: the physical nature of the oviposition substrate. **New Zealand Journal of Zoology**, Hamilton, n. 5, p. 591-599, 1978.

FORSSE, E; SMITH, S.M. Flight behaviour in *Trichogramma minutum*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITOIDS, 3., 1990. San Antonio. Paris: INRA, 1991. p.65-66.

FUGLIE, K.; SALAH, H.B.; ESSAMET, M.; TEMIME, A.B.; RHAMOUNI, A. The development and adoption of integrated pest management and the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) in Tunisia. **Insect Science and its Application**, Nairobi, v. 14, n. 4, p. 501-509, 1993.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; FILHO, E.B.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GAMBOA, M.; NOTZ, A. The influence of temperature on the development and oviposition of *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Revista de la Facultad de Agronomía**, Caracas, v. 16, n. 3/4, p. 231-244, 1990.

GILBOA, S.; PODOLER, H. Presence-absence sequential sampling for potato tuberworm (Lepidoptera: Gelechiidae) on processing tomatoes: selection of sample sites according to predictable seasonal trends. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 88, n. 5, p. 1332-1336, 1995.

GUO, M.F.; ZHU, D.F.; LI, L.Y. Selection of *Trichogramma* species for controlling the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). **Entomologia Sinica**, Beijing, v. 6, n. 2, p. 187-192, 1999.

HABIBI, J.; HESAN, A. Biology and population fluctuation of potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) in Karaj. **Applied Entomology and Phytopathology**, Karaj, v. 59, n. 1/2, p. 35-36, 1992.

HAJI, F.N.P. Controle biológico da traça-do-tomateiro, com uso de *Trichogramma*, na região do submédio São Francisco. In: CURSO DE CONTROLE DE PRAGAS COM *TRICHOGRAMMA*. 1996, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: ESALQ, 1996. p. 105-111.

HANAFI, A. Integrated pest management of potato tuber moth in field and storage. **Potato Research**, Wageningen, v. 42, n. 2, p. 373-380, 1999.

HASSAN, S.A. The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: Achievements and outlook **Pesticide Science**, London, v. 37, n. 4, p. 387-391, 1993.

HASSAN, S.A. Seleção de espécies de *Trichograma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. chap. 7. p. 183-205.

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**, Hamburg, n. 111, v. 4, p. 335-341, 1991.

HE, Y.R.; LU, L.H.; PANG, X.F. Selection of effective species of *Trichogramma* egg parasitoids of diamondback moth: III. Parasitizing ability assessment of three *Trichogramma* species on nontarget Lepidoptera in crucifer. **Chinese Journal of Biological Control**, Beijing, n. 18, v. 1, p. 6-9, 2002.

HENDRICKS, D.E. Effect of wind on dispersal of *Trichogramma semifumatum*. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 60, n. 5, p. 1367-1371, 1967

HOSSAIN, S.M.Z.; DAS, G.P.; ALAM, M.Z. Use of various indigenous materials and insecticides in controlling potato tuber moth in storage. **Bulletin of the Institute of Tropical Agriculture**, Fukuoka, v. 17, p. 79-84, 1994.

INOUE, M.S.R. **Bioecologia da traça-dos-cereais, *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) e seu controle biológico em milho armazenado com *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *Bracon hebetor* Say, 1857**. 1997. 101 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

KABIR, A. Laboratory studies on the oviposition and generation production of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Bangladesh Journal Of Zoology**, Bangladesh, v. 22, n. 1, p. 25-28, 1994.

KAKAR, K.L.; SHARMA, J.P.; DOGRA, G.S. Feasibility of using *Trichogramma* spp. against *Heliothis armigera* Hubner on tomato. **Biocontrol News and Information**, Wallingford, v. 12, n. 3, p. 258, 1991.

KALMOUKOS, P.; PATSAKOS, P.; TOMAZOU, T.; MILIADIS, G.E.; LIAPIS, K.S. Effectiveness of granular insecticides on potato insects and residues in potatoes. **Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki**, Atenas, v. 17, n. 1, p. 11-23, 1994.

KANOUR JUNIOR, W.W.; BURBUTIS, P.P. *Trichogramma nubilale* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) field releases in the corn and hypothetical model for control of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 77, n. 1, p. 103-107, 1984.

KASHYAP, N.P.; BHAGAT, R.M.; SHARMA, D.C.; SURI, S.M. Efficacy of some useful plant leaves for the control of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zell. in stores. **Journal of Entomological Research**, Nova Delhi, v. 16, n. 3, p. 223-227, 1992.

KASHYAP, N.P.; SHARMA, D.C.; BHAGAT, R.M.; SURI, S.M. Bioefficacy of insecticides against potato tuber moth. **Journal of the Indian Potato Association**, Shimla, v. 20, n. 2, p. 179-181, 1993.

KEASAR, T.; KALISH, A.; BECHER, O.; STEINBERG, S. Spatial and temporal dynamics of potato tuberworm (Lepidoptera: Gelechiidae) infestation in field-stored potatoes. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 98, n. 1, p. 222-228, 2005.

KFIR, R. Effect of hosts and parasite density on the egg parasite *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae). **Entomophaga**, Paris, v. 26, n. 4, p. 445-451, 1981.

KROSCHEL, J. Population dynamics of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*, in Yemen and its effects on yield. In: Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases, 1994, Brighton. **Proceedings...** 1994, p. 241-246.

LEATEMIA, J.A.; LAING, J.E., CORRIGAN, J.E. Effects of adult nutrition on longevity, fecundity, and offspring Sex ratio of *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 127, n. 2, p. 245-254, 1995.

LAL, L. Roll of primary infestation of potato tuber moth on the damage in indigenous store. **Journal of Hill Research**, Gangtok, v. 10, n. 2, p. 205-206, 1997.

LAL, L. Role of primary infestation of potato tuber moth on the damage in country stores. **Journal of the Indian Potato Association**, Shimla, v. 25, n. 1/2, p. 81-82, 1998.

LIU, F.H.; SMITH, S.M. Measurement and selection of parasitoid quality for mass-reared *Trichogramma minutum* Riley used in inundative release. **Biocontrol Science and Technology**, Toronto, n. 10, v. 1, p. 3-13, 2000.

LOPES, J.R.S. **Estudos bioetológicos de *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) (Hym., Trichogrammatidae) para controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep., Pyralidae)**. 1988. 141p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1988.

LOPES, M.T.R.; VENDRAMIM, J.D.; THOMAZINI, A.P.B.W. Biology and preference for oviposition of *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) on leaves of *Solanum tuberosum* (L.) and *S. berthaultii* (Hawkes) genotypes. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 319-326, 2000.

LU, Q.G. A laboratory study on the functional response of *Trichogramma* sp. nr. *mwanzai* (Hym.: Trichogrammatidae) in Kenya. **Chinese Journal of Biological Control**, Beijing, v. 8, n. 4, p. 16-18, 1992.

MACEDA, A.; HOHMANN, C.L.; SANTOS, H.R. Temperature effects on *Trichogramma pretiosum* Riley and *Trichogrammatoidea annulata* De Santis. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Londrina, v. 46, n. 1, p. 27-37, 2003.

MAMANI, P.; PEREIRA, R.; GONZALEZ, S.; BOTELLO, R.; GANDARILLAS, E. **Evaluacion de diferentes formas de control para la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*)**, 1997. Disponível em: <<http://www.redepapa.org/polilla2.zip>>. Acesso em: 25 jul. 2006.

MARCANO, D.A. DE; ESTRADA, Y.R. DE; ARCAY, J.M.; PEREZ, J. Evaluation of total losses occurring in three storage systems of potato (*Solanum tuberosum*) seed tubers. **Agronomia Tropical Maracay**, Maracay, v. 40, n. 4/6, p. 263-280, 1990.

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

MUSMECI, S.; ARNONE, S.; SONNINO, A. Evaluation of susceptibility to *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) injury on tubers of potato cultivars. **Sementi Elette**, Bologna, v. 46, n. 6, p. 41-45, 2000.

NASSEH, O.M.; AL FURASSY, M.A. Studies on control of potato tuber moth larvae, *Phthorimaea operculella* (Zell.) (Lep., Gelechiidae) by natural and chemical insecticides in the Republic of Yemen. **Anzeiger fur chadlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz**, Alemanha, v. 65, n. 8, p. 157-159, 1992.

NICOLI, E.M., PRATISSOLI, D.; REIS, E.F. DOS; SANTOS, H.S. Viabilidade e razão sexual de *trichogramma atopovirilia* oatman & platner, 1983 (hymenoptera, trichogrammatidae) sob influência do hospedeiro *anagasta kuehniella* (zeller, 1879) (lepidoptera, pyralidae) em condições de laboratório. **Entomología y Vectores**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 521-533, 2004.

ORTIZ, R.; IWANAGA, M.; RAMAN, K.V.; PALACIOS, M. Breeding for resistance to potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller), in diploid potatoes. **Euphytica**, Dordrecht, v. 50, n. 2, p. 119-125, 1990.

PAK, G.A. **Selection of *Trichogramma* for inundative biological control.** 1988. 224p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Landbouwniversiteit te Wageningen, Wageningen Universiteit, Wageningen, 1988.

PAPARATTI, B. Experiments in the integrated control of *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) in northern Latium. **Frústula Entomológica**, Pisa, v. 16, p. 9-22, 1993.

PARRA, J.R.P., ZUCCHI, A. *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. **Neotropical Entomology**, Londrina, n. 33, v. 3, p. 271-281, 2004.

PARRA, J.R.P., LOPES, J.R.S., SERRA, H.J.P., SALES JUNIOR, O. Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para produção massal de *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 18, n. 2, p. 403-415, 1989.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. Controle biológico: uma visão inter e multidisciplinar. In: _____. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores.** São Paulo: Manole, 2002. chap. 8, p. 125-142.

PAVLIK, J. Variability in the host acceptance of European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lep., Pyralidae) in strains of the egg parasitoid *Trichogramma* spp. (Hym., Trichogrammatidae). **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 115, n. 1, p. 77-84, 1993.

PRATISSOLI, D. **Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, nas traças, *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) e *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873), em tomateiro.** 1995. 135p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* (Hym., Trichogrammatidae) in eggs of *Tuta absoluta* and *Phthorimaea operculella* (Lep., Gelechiidae) at different temperatures. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, n. 124, v. 9/10, p. 339-342, 2000.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das Traças *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) e *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 277-282, 2001.

PRATISSOLI, D.; BARBOSA, S.M.M.V.; USSIT, M.T.; PARRA, J.R.P. Aprimoramento da técnica de criação de *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) visando ao seu controle biológico: Determinação do número ideal de lagartas por tubérculos de batata para máxima produção de insetos. In: REUNIÃO PAULISTA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 4., 1993, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: Esalq, 1993. P. 43.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P.; NONATO DE OLIVEIRA, H.; PEREIRA, F.F. Aspectos biológicos da Traça-da-Batatinha *Phthorimaea operculella* (Zeller) Lepidoptera: Gelechiidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1153-1155, 2003.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U.R.; ZAGO, H.B.; PASTORI, P.L. Capacidade de dispersão de *Trichogramma* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 6, p. 613-616, 2005.

PREZOTTI, L.; PARRA, J.R.P.; VENCOSKY, R.; DIAS, C.T.S.; CRUZ, I.; CHAGAS, M.C.M. Flight Test as Evaluation Criterion for the Quality of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae): Adaptation of the Methodology. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, no. 3, p. 411-417, 2002.

RANANAVARE, H.D.; HARWALKAR, M.R.; RAHALKAR, G.W. Relative efficacy of sterile adults in the control of potato tuberworm, *Phthorimaea operculella* (Zeller). **Journal of Nuclear Agriculture and Biology**, Nova Delhi, v. 18, n. 4, p. 212-215, 1989.

RAJ, B.T.; TRIVEDI, T.P. Efficacy of insecticides against potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* infesting potatoes in Maharashtra. **Journal of the Indian Potato Association**, Shimla, v. 20, n. 3/4, p. 216-218, 1993.

ROUX, O.; ARX, R. VON; BAUMGARTNER, J. Estimating potato tuberworm (Lepidoptera: Gelechiidae) damage in stored potatoes in Tunisia. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 85, n. 6, p. 2246-2250, 1992.

SÁ, L.A.N.; PARRA, J.R.P. Biology and parasitism of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae) on *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lep., Pyralidae) and *Heliothis zea* (Boddie) (Lep., Noctuidae) eggs. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 118, n. 1, p. 38-43, 1994.

SÁ, L.A.N.; PARRA, J.R.P.; SILVEIRA NETO, S. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para controle de *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 em milho. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 2, p. 226-231, 1993.

SALEM, S.A. Evaluation of neem seed oil as tuber protectant against *Phthorimaea operculella* Zell. (Lepidoptera, Gelechiidae). **Annals of Agricultural Science**, Moshtohor, v. 29, n. 1, p. 589-595, 1991.

SAOUR, G. Efficacy assessment of some *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in controlling the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Pest Science**, Berlin/Heidelberg, v. 77, n. 4, p. 229-234, 2004a.

SAOUR, G. Parasitization of potato tuber moth eggs (Lep., Gelechiidae) from irradiated adults by *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) and control of moth population with combined releases of sterile insect and egg parasitoid. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 128, n. 9/10, p. 681-686, 2004b.

SCHREAD, J.C. Behaviour of *Trichogramma* in field liberations. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 25, p. 370-374, 1932

SCHÖLLER, M., HASSAN, S.A., REICHMUTH, CH. Efficacy assessment of *Trichogramma evanescens* and *Trichogramma embryophagum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), for control of stored products moth pests in bulk wheat. **Entomophaga**, Paris, v.41, n. 1, p.125-132, 1996.

SHELTON, A.M.; WYMAN, J.A.; MAYOR, A.J. Effects of commonly used insecticides on the potato tuberworm and its associated parasites and predators in potatoes. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 74, p. 303-308, 1981.

SILESHI, G.; TERIESSA, J. Tuber damage by potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae), in the field in eastern Ethiopia. **International Journal of Pest Management**, London, v. 47, n. 2, p. 109-113, 2001.

SINGH, M.B.; BHAGAT, R.M.; SHARMA, D.C. Life history and host range of potato tuber moth (*Phthorimaea operculella* Zeller). **Himachal Journal of Agricultural Research**, Himachal Pradesh, v. 16, n. 1/2, p. 59-62, 1990.

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

STAT SOFT, Inc. **Statistica (Data Analysis Software System), version 6.0**. Tulsa, 2001. Disponível em: <<http://www.statsoft.com>>.

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

STEIN, C.P.; VENDRAMIM, J.D. Antibiose de clones de batata a *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 783-788, 2000.

SYMINGTON, C.A. Lethal and sublethal effects of pesticides on the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) and its parasitoid *Orgilus lepidus* Muesebeck (Hymenoptera: Braconidae). **Crop Protection**, Guildford, v. 22, n. 3, p. 513-519, 2003.

TAYLOR, T.; STERN, V. Host preference studies with the parasite *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Columbus, v. 64, n. 6, p. 1381-1390, 1971.

TIRONI, P. Aspectos bioecológicos de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hym.: Trichogrammatidae), como agentes de controle biológico de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lep.: Noctuidae). 1992. 72 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1992.

TIRONI, P.; CIOCIOLA, A.I. Parasitismo natural de ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) por 2 espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em culturas de milho em Lavras, Bebedouro, MG. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 67-71, 1994.

TRAYNIER, R.M.M. Field and laboratory experiments on the site of oviposition by the potato moth *Phthorimaea operculella* (Zell.) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Bulletin of Entomological Research**, Wallingford, n. 65, p. 391-398, 1975.

TRIVEDI, T.P.; RAJAGOPAL, D. Distribution, biology, ecology and management of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae): a review. **Tropical Pest Management**, London, v. 38, n. 3, p. 279-285, 1992.

TRIVEDI, T.P.; RAJAGOPAL, D.; TANDON, P.L. Assessment of losses due to potato tuber moth. **Journal of the Indian Potato Association**, Shimla, v. 21, n. 3/4, p. 207-210, 1994.

VAN LENTEREN, J.C. Designing and implementing quality control of beneficial insects: Towards more reliable biological pest control. **IOBC/OILB Bulletin**, Antibes, v. 7, p. 67-72, 1993.

VENDITTI, T.; D'HALLEWIN, G.; CULEDDU, N.; CHESSA, M.; MONTIAMO, S.; AGABBIO, M. Postharvest control of potato tuber moth (*Phthorimaea operculella* Zell.) using acetic acid. **Italus Hortus**, Roma, n. 11, v. 1, p. 198-200, 2004.

VILLAS BÔAS, G.L.; FRANÇA, F.H. Utilização do parasitóide *Trichogramma pretiosum* no controle da traça-do-tomateiro em cultivo protegido de tomate. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 223-225, 1996.

VUUREN, J.J. VAN; BENNETT, A.; BENNETT, A.L. Oviposition site preferences of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), a pest on tobacco, *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae). **African Entomology**, Johannesburg, v. 6, n. 2, p. 177-183, 1998.

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

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. SANEST (Sistema de Análise Estatística) para microcomputadores. Reg. Nº 060066, Secr. Esp. Inform. - Categ. A - Pelotas, RS. 1982.

ZUMREOGLU, S. Studies on the biology and damage of the tobacco leaf miner (*Phthorimaea operculella* (Zeller)) (Lepidoptera: Gelechiidae). In: TURKIYE I ENTOMOLOJI KONGRESI BILDIRILERI, 13, 1987. **Anais...** Izmir: Ekim, 1987. p. 149-156.

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

WAHUNDENIYA, I. Effect of 'botanicals' on the control of potato tuber moth (*Phthorimaea operculella*) in storage. In: INTEGRATED PEST MANAGEMENT IN TROPICAL AND SUBTROPICAL CROPPING SYSTEMS, 3, 1990. **Proceedings...** Frankfurt: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft. 1990. p. 999-1012.

WAYAN, L.; DJATNIKA, K.; DECIYANTO, S. The impacts of insecticide use in pest control. **Jurnal Penelitian and Pengembangan Pertanian**. Bogor, v. 17, n. 3, p. 99-107, 1998.