

ULYSSES RODRIGUES VIANNA

**INTERAÇÃO DE TÉCNICAS PARA O MANEJO FITOSSANITÁRIO DE
Anticarsia gemmatalis (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de “*Doctor Scientiae*”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL

2009

ULYSSES RODRIGUES VIANNA

INTERAÇÃO DE TÉCNICAS PARA O MANEJO FITOSSANITÁRIO DE
Anticarsia gemmatalis (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de “*Doctor Scientiae*”.

APROVADA: 11 de fevereiro de 2009.

Dirceu Pratissoli
(Co-Orientador)

José Eduardo Serrão
(Co-Orientador)

Ricardo Antônio Polanczyk

José Milton Pereira Milagres

José Cola Zanuncio
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade de realização do curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Departamento de Biologia Animal do Centro de Ciências Biológicas da UFV, pelo apoio.

Ao professor José Cola Zanuncio, pela confiança, pela orientação.

Aos conselheiros Dejair Message, José Eduardo Serrão e Eraldo Rodrigues de Lima pelo apoio e valiosas sugestões durante a realização do trabalho.

Aos professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Dirceu Pratissoli e Ricardo Antônio Polanczyk pela amizade e incentivo durante a passagem da vida acadêmica para a vida profissional, aos quais devo valiosos aprendizados.

Aos companheiros Evaldo, Fabrício, Germi, Mábio, Rosenilson, Gilberto, Gustavo, Patrik, João, Mário e Walter pela amizade, pelo companheirismo e pela convivência agradável durante o Doutorado.

Aos amigos da entomologia da Universidade Federal do Espírito Santo, Anderson, Léo, Flávio, Wagner, José Romário, Marina e Joyce pelo apoio e, principalmente, pela ajuda e companheirismo em todos os momentos.

Aos meus fieis escudeiros João Rafael e Fernando.

Aos funcionários do laboratório de controle biológico de insetos, José Cláudio e Moacir, e D. Carlota de Alegre pelo auxílio incondicional em todos os momentos e pela amizade.

A todos da minha família e aos amigos que, mesmo à distância, sempre me apoiaram e incentivaram minha vida acadêmica.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

ULYSSES RODRIGUES VIANNA, filho de Guilherme Rody Vianna e Edna Rodrigues Vianna, nasceu em Alegre, Estado do Espírito Santo, em 19 de julho de 1977.

Em setembro de 1996 iniciou, na Universidade Federal do Espírito Santo, o curso de graduação em Agronomia, concluído em junho de 2002.

Em agosto de 2002, ingressou no curso de Mestrado em Entomologia da UFV, realizando estudos na área de Controle Biológico de Insetos defendendo tese no dia 30 de julho de 2004.

Em 21 de janeiro de 2009 submeteu-se ao exame de qualificação, sendo considerado apto à defesa de tese.

Aos 18 de fevereiro de 2009 submeteu-se a defesa de tese de Doutorado, para obtenção do título de *Doctor Science* pela Universidade Federal de Viçosa.

CONTEÚDO

Resumo	VII
Abstract	IX
Introdução	1
Referências	5
Seleção de espécies e/ou linhagens de <i>Trichogramma</i> spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de <i>Anticarsia gemmatalis</i> (Lepidoptera: Noctuidae)	11
Introdução	12
Material & Métodos	13
Resultados & Discussão	15
Conclusões	18
Referências	18
Preferência de <i>Trichogramma atopovirilia</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae) por ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes densidades e idades embrionárias	27
Introdução	28
Material & Métodos	29
Resultados & Discussão	32
Conclusões	35
Referências	36
Preferência de <i>Trichogramma atopovirilia</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae) por ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> (Lepidoptera: Noctuidae), alimentadas em soja resistente e susceptível.....	43
Introdução	44
Material & Métodos	45
Resultados & Discussão	48

Referencias	52
Qualidade de ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas em soja resistente e susceptível, para tabela de vida e sobrevivência de <i>Trichogramma atopovirilia</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae)	62
Introdução	63
Materiais & Métodos	64
Resultados & Discussão	67
Referências	71
Considerações Finais	80

Resumo

VIANNA, Ulysses Rodrigues, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2009. **Interação de técnicas para o manejo fitossanitário de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae)**. Orientador: José Cola Zanuncio. Co-Orientadores: Dejair Message, Dirceu Pratissoli, José Eduardo Serrão e Eraldo Rodrigues de Lima.

Trichogramma spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitam ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), o principal desfolhador de soja no Brasil. *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) é um agente do controle biológico da lagarta da soja *A. gemmatalis*, e a proporção de ovos e a idade embrionária do hospedeiro são importantes para se obter bons índices de parasitismo desses inimigos naturais. Várias técnicas de controle são consideradas, incluindo o controle químico e o uso de plantas resistentes para potencializar a ação dos parasitóides em campo, além do conhecimento dos parâmetros biológicos que favoreçam o parasitismo em campo, em programas de manejo integrado de pragas na cultura da soja. Visando avaliar o impacto das práticas de manejo de pragas e diferentes sistemas de cultivo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a interação de técnicas para o controle de *A. gemmatalis*. Espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* foram selecionadas em ovos de *A. gemmatalis*. *T. atopovirilia* foi selecionada e submetida às proporções de cinco, 10, 15, 20 e 25 ovos de *A. gemmatalis* para se definir a proporção ideal de ovos para esse parasitóide. A influência da idade embrionária sobre o parasitóide foi também, avaliada e utilizados ovos com 12, 24, 36, 48, 60 e 72 horas. O desenvolvimento ideal de *T. atopovirilia* foi na proporção de 20 a 25 ovos de *A. gemmatalis*, com idade embrionária de 24 a 48 horas. A preferência de parasitismo de *Trichogramma* spp. em ovos de *A. gemmatalis*, provenientes de lagartas alimentadas com folhas de soja resistente e/ou folhas de soja susceptível foi avaliado

baseado nesses resultados. Cartelas contendo ovos do hospedeiro criado nos dois substratos alimentares foram oferecidos para *T. atopovirilia* em sistemas de livre escolha e confinamento. No teste de livre escolha o parasitóide não mostrou preferência por ovos de *A. gemmatalis* criadas com soja resistente ou susceptível. No entanto, no teste onde os parasitóides foram confinados com ovos de, apenas, um substrato alimentar, o parasitismo foi maior em ovos de *A. gemmatalis* criadas em soja resistente. A forma mais eficiente para avaliar o impacto negativo sobre populações do parasitóide é com tabela de vida de fertilidade. Por isto, a qualidade dos ovos de *A. gemmatalis*, alimentadas com folhas de soja resistente ou susceptível, na tabela de vida de fertilidade de *T. atopovirilia* foi avaliada. Ovos de *A. gemmatalis*, de criação com folhas de soja resistente ou susceptível, além de dieta artificial foram oferecidos, diariamente, para *T. atopovirilia* até a morte dos parasitóides. Os substratos alimentares não afetaram a tabela de vida de fertilidade de *T. atopovirilia*. *A. gemmatalis* é um excelente hospedeiro para *T. atopovirilia*, apresentando grande potencial de ser controlada pelo parasitóide. A associação parasitóide – planta resistente (IAC-24) pode ser eficiente para o controle da lagarta da soja, pois o parasitismo e ainda o número de fêmeas foi potencializado, sendo estas as características mais desejáveis em um programa de manejo integrado de pragas.

Abstract

VIANNA, Ulysses Rodrigues, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February 2009.
Techniques interaction for pest management of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) control. Adviser: José Cola Zanuncio. Co-Advisers: Dejour Message, Dirceu Pratissoli, José Eduardo Serrão and Eraldo Rodrigues de Lima.

Several *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species parasitizing *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) eggs, the main soybean defoliator in Brazil. The egg parasitoid *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) is an agent of biological control of the soybean caterpillar *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: Geometridae), and the appropriate proportion of eggs and embryonic age of the host are important to obtain good rates of parasitism of these natural enemies. To enhance the action of parasitoids in the field, beyond the knowledge of biological parameters favoring parasitism in the field, in a integrated program pest management in the soybean crop, various techniques of control are considered, including the control and use of chemical plants resistant. To evaluate the impact of pest management practices and different cropping systems, the objective of this study was to evaluate the capacity of interaction techniques for the *A. gemmatalis* control. First, there was the selection of *Trichogramma* species and/or strains on *A. gemmatalis* eggs. Subsequently, the selected *T. atopovirilia* specie was submitted to the densities of 5, 10, 15, 20 and 25 *A. gemmatalis* eggs to determine the optimum mix of eggs for the parasitoid was also evaluated the age influence on embryonic parasitoid, so eggs were used with 12, 24, 36, 48, 60 and 72 hours. Where it was found that the ideal for the development of *T. atopovirilia* the proportion is 20 to 25 *A. gemmatalis* eggs in embryonic age from 24 to 48 hours. In possession of these results

evaluate the preference of *Trichogramma* spp. parasitism in *A. gemmatalis* eggs from larvae fed on soybean resistant foliage and/or capable of soybean foliages. Cardboards containing eggs of the host reared in the two substrates were offered food for *T. atopovirilia* in systems of free choice and containment. In the test of choice parasitoid showed no preference for eggs from *A. gemmatalis* reared on soybean resistant or susceptible. Already in the test where the parasitoids were confined to the eggs of only one substrate food parasitism was higher in *A. gemmatalis* eggs reared on soybean resistant. The most efficient way to assess the impact on populations of the parasitoid is through the construction of life table of fertility, thus, was assessed the quality of *A. gemmatalis* eggs, fed of soybean resistant or susceptible foliage, the *T. atopovirilia* life table of fertility. Are offered daily to the parasitism of *T. atopovirilia* of *A. gemmatalis* eggs from reared with of soybeans resistant and susceptible foliage and artificial diet until the death of the parasitoids. The table of life was not affected by food substrates used. The results suggest that the association parasitoid - plant resistant (IAC-24) may be effective for the soybean caterpillar control.

Introdução

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] constitui um dos produtos agrícolas de maior importância para o Brasil, ocupando posição de destaque na pauta das exportações do país. A área plantada no ano agrícola 2002/03 apresentou crescimento de 10,6% em relação ao ano-safra anterior, atingindo quase 18,6 milhões de hectares, perfazendo um nível de produção histórico de 50,2 milhões de toneladas (FNP, 2003).

O explosivo crescimento da produção de soja no Brasil, de quase 260 vezes no transcorrer de apenas quatro décadas, determinou uma cadeia de mudanças sem precedentes na história do País. O dinâmico agronegócio da soja brasileira, tomando como referência a realidade atual parece pertinente afirmar que crescerá o consumo e conseqüentemente a demanda por soja no mundo, pois a população humana continuará aumentando, devido ao seu alto teor de óleo e proteínas, largamente utilizados na alimentação humana (EMBRAPA, 2008).

A soja apresenta potencial para aumentar a sua produtividade, mas seus cultivos são afetados por diversos fatores entre os quais insetos desfolhadores, que podem reduzir à produção e a qualidade dos grãos ou sementes dessa planta. A lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), é o principal desfolhador da cultura da soja na América do Norte e do Sul, incluindo o Brasil (Macrae et al., 2005). Este inseto causa desfolhas extremas e uma única lagarta pode consumir cerca de 110 cm² de folhas de soja (Walker et al., 2000). Isto torna necessário aplicações preventivas de inseticidas em regiões com ocorrência de *A. gemmatalis* (Macrae et al., 2005; Miklos et al., 2007), mas o uso desses produtos

implica em riscos ecológicos, toxicológicos e efeitos econômicos adversos (Youssef et al., 2004; Hegazi et al., 2007).

Inseticidas químicos utilizados no controle de lagartas desfolhadoras de soja podem provocar prejuízos financeiros, desequilíbrio na cadeia alimentar, e elevar pragas secundárias a categoria de pragas-chave e tornar pragas resistentes. Essas consequências estão relacionadas ao alto nível de ação biológica desses produtos, além de aplicações de forma intensiva e indiscriminada (Thomas & Boethel, 1994; Hegazi et al., 2007).

A globalização dos mercados consumidores e a exigência de alimentos de melhor qualidade, tem levado ao desenvolvimento de métodos de manejo de pragas como práticas culturais que favoreçam inimigos naturais (Hummel et al., 2002); e variedades precoces ou resistentes como a soja IAC 100, que afetam o desenvolvimento de pragas (Lourenção et al., 2000; Matos Neto et al., 2002), além do controle biológico com parasitóides ou predadores (Sharley et al., 2008; Grieshop et al., 2008).

O controle biológico com parasitóides de ovos pode ser uma alternativa ao método químico (Pratissoli et al., 2004a; Bianchi et al., 2008). *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) apresenta potencial de integração com outros métodos de controle (Soares et al., 2007) e esse inimigo natural pode se desenvolver em ovos de diversos insetos-praga (Philip & Orr, 2008).

Várias alternativas de controle, com o biológico, com parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma*, principalmente de lepidópteros (Herz & Hassan, 2006; Hegazi et al., 2007; Soares et al., 2007) ou com outros insetos incluindo os predadores (Sharley et al., 2008; Grieshop et al., 2008), são viáveis para implementar um programa de manejo integrado de pragas na cultura da soja, além do controle químico.

é o uso de plantas resistentes que têm assumido papel relevante em programas de manejo integrado de pragas (Matos Neto et al., 2002; Ulmer et al., 2002).

A utilização de plantas resistentes no controle de pragas, levou insetos a desenvolverem estratégias para quebrar as barreiras produzidas pelas plantas como a desintoxicação de compostos tóxicos (Scott & Wen, 2001), mecanismos de evasão e seqüestro de compostos secundários para auxiliar na defesa contra inimigos naturais (Nishida, 2002; Silva et al., 2001).

O sucesso de programas de controle biológico com *Trichogramma* spp. depende de etapas como a coleta, identificação, seleção e manutenção no laboratório de espécies e/ou linhagens do parasitóide para a praga visada (Pratissoli et al., 2002). O conhecimento dos parâmetros biológicos de parasitóides é um dos fatores responsáveis pelo sucesso ou fracasso de espécies do gênero *Trichogramma* no controle de lepidópteros-praga (Oliveira et al., 2003; Pratissoli et al., 2005; Zahid et al., 2007). A proporção adequada de parasitóides, para a densidade de ovos do hospedeiro, afeta a eficiência dos mesmos que pode ser reduzida pela competição intra-específica (Pereira et al., 2004; Collier et al., 2002; De Moraes & Mescher, 2005; Harvey & Witjes, 2005; Yamamoto et al., 2007). A idade embrionária do hospedeiro é, também, importante para o parasitismo ideal e pode variar com a espécie do parasitóide e do hospedeiro (Farid et al., 2001; Zahid et al., 2007).

Plantas e insetos-praga são organismos vivos continuamente interagindo de forma complexa em ecossistemas naturais (Mello & Silva-Filho, 2002). Um interesse considerável na determinação destes impactos na conservação de comunidades de artrópodes benéficos são importantes para a utilização de bioindicadores para avaliar o impacto das práticas de manejo de pragas e sistemas de cultivo (Carmona & Landis, 1999).

Tabelas de fertilidade e de esperança de vida podem descrever a dinâmica de uma população pela duração e sobrevivência dos estágios de insetos e, combinados com dados de fecundidade das fêmeas, permitem estimar o tamanho e a estrutura de idade de uma população em determinado tempo (Golizadeh et al., 2008). Assim, o potencial de crescimento de populações de artrópodes pode ser previsto para se estabelecer práticas de controle de pragas e avaliar possíveis impactos negativos de fatores externos no desempenho de inimigos naturais por este método de análise (Pratissoli et al., 2004a; b).

Assim, este trabalho visou desenvolver estudos para demonstrar o potencial do inimigo natural do gênero *Trichogramma*, associado a outras táticas de Manejo Fitossanitário de Pragas, e demonstrar o potencial de criação de um programa de controle biológico associado à utilização de plantas resistentes para o controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). Os capítulos desta tese foram formatados de acordo com as normas da Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB), com adaptações para normas de elaboração de tese da Universidade Federal de Viçosa.

Referências

- BIANCHI, F.J.J.A.; GOEDHART, P.W.; BAVECO, J.M. Enhanced pest control in cabbage crops near forest in The Netherlands. **Landscape Ecology**, v.23, p.595-602, 2008.
- CARMONA D.M., LANDIS D.A. Influence of refuge habitats and cover crops on seasonal activity-density of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in field crops. **Environmental Entomology**, v.28, p.1145-1153, 1999.
- COLLIER, T.C.; KELLY, S.; HUNTER, M.S. Egg size, intrinsic competition, and lethal interference in the parasitoids *Encarsia pergandiella* and *Encarsia formosa*. **Biological Control**, v.23, p.254-261, 2002.
- DE MORAES, C.M.; MESCHER, M.C. Intrinsic competition between larval parasitoids with different degrees of host specificity. **Ecological Entomology**, v.30, p.564-570, 2005.
- EMBRAPA SOJA. **A cultura da soja**. 2008. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br>. Acesso em: 30. jan. 2008.
- FARID, A.; TILAL, S.; KHAN, A.U.; ALAMZEB, K.; KARIMULLAH, S.U. Host age effect on oviposition preference and development of *Trichogramma chilonis* (Ishii). **Pakistan Journal of Biological Science**, v.4, p.121-122, 2001.
- FNP. CONSULTORIA & COMÉRCIO. **AGRIANUAL 2003: Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo, 2003. 536p.
- GOLIZADEH, A.; KAMALI, K.; FATHIPOUR, Y.; ABBASIPOUR, H. 2008. Life table and temperature-dependent development of *Diadegma anurum* (Hymenoptera: Ichneumonidae) on its host *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Environmental Entomology**, v.37, n.1, p. 38-44.

GRIESHOP, M.J.; FLINN, P.W.; NECHOLS, J.R.; CAMPBELL, J.F. Effects of fine-grain habitat complexity on egg parasitism by three species of *Trichogramma*. **Biological Control**, v.45, p.328-336, 2008.

HARVEY, J.A.; WITJES, L.M.A. Comparing and contrasting life history and development strategies in the pupal hyperparasitoids *Lysibia nana* and *Gelis agilis* (Hymenoptera: Ichneuomonidae). **Applied Entomology and Zoology**, v.40, p.309-316, 2005.

HEGAZI, E.; HERZ, A.; HASSAN, S.A.; KHAFAGI, W.E.; AGAMY, E.; ZAITUN, A.; EL-AZIZ, G.A.; SHWEIL, S.; EL-SAID, S.; KHAMIS, N. Field efficiency of indigenous egg parasitoids (Hymenoptera, Trichogrammatidae) to control the olive moth (*Prays oleae*, Lepidoptera, Yponomeutidae) and the jasmine moth (*Palpita unionalis*, Lepidoptera, Pyralidae) in an olive plantation in Egypt. **Biological Control**, v.43, p.171-187, 2007.

HERZ, A.; HASSAN, S.A. Are indigenous strains of *Trichogramma* sp. (Hym., Trichogrammatidae) better candidates for biological control of lepidopterous pests of the olive tree? **Biocontrol Science and Technology**, v. 16, p.841-857, 2006.

HUMMEL, R.L.; WALGENBACH, J.F.; HOYT, G.D.; KENNEDY, G.G. Effects of production system on vegetable arthropods and their natural enemies. **Agricultural, Ecosystems and Environment** v.1913, p.1-12, 2002.

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

MACRAE, T.C.; BAUR, M.E.; BOETHEL, D.J.; FITZPATRICK, B.J.; GAO, A.G.; GAMUNDI, J.C.; HARRISON, L.A.; KABUYE, V.T.; McPHERSON, R.M.;

- MIKLOS, J.A.; PARADISE, M.S.; TOEDEBUSCH, A.S.; VIEGAS, A. Laboratory and field evaluations of transgenic soybean exhibiting high-dose expression of a synthetic *Bacillus thuringiensis cryIA* gene for control of Lepidoptera. **Journal of Economic Entomology**, v.98, p.577-587, 2005.
- MATOS NETO, F.C.; ZANUNCIO, J.C.; PICANÇO, M.C.; CRUZ, I. Reproductive characteristics of the predator *Podisus nigrispinus* fed with an insect resistant soybean variety. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.917-924, 2002.
- MELLO, M.O.; SILVA-FILHO, M.C. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.14, p.71-81, 2002.
- MIKLOS, J.A.; ALIBHAI, M.F.; BLEDIG, S.A.; CONNORWARD, D.C.; GAO, A.G.; HOLMES, B.A.; KOLACZ, K.H.; KABUYE, V.T.; MACRAE, T.C.; PARADISE, M.S.; TOEDEBUSCH, A.S.; HARRISON, L.A. Characterization of soybean exhibiting high expression of a synthetic *Bacillus thuringiensis cryIA* transgene that confers a high degree of resistance to Lepidopteran pests. **Crop Science**, v.47, p.148-157, 2007.
- NISHIDA, R. Sequestration of defensive substances from plants by Lepidoptera. **Annual Review of Entomology**, v. 47, p.57-92, 2002.
- OLIVEIRA, H.N. de; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C.; SERRÃO, J.E. Influência da idade de ovos de *Oxydia vesulia* no parasitismo de *Trichogramma maxacalii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.551-554, 2003.
- PEREIRA, F.F.; BARROS, R.; PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, v.33, p.231-236, 2004.

- PHILIP, M.M.; ORR, D.B. Operational considerations for augmentation of *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for suppression of *Rhyacionia frustrana* (Lepidoptera: Tortricidae) in *Pinus taeda* plantations. **Journal of Economic Entomology**, v.101, p.421-429, 2008.
- PRATISSOLI, D.; FORNAZIER, M.J.; HOLTZ, A.M.; GONÇALVES, J.R.; CHIORAMITAL, A.B.; ZAGO, H. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira** v.21, p.73-76, 2002.
- PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C.; VIANNA, U.R.; ANDRADE, J.S.; GUIMARÃES, E.M.; ESPINDULA, M.C. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* on eggs of *Anagasta kuehniella* at different temperatures. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v.39, p.193-196, 2004a.
- PRATISSOLI, D.; OLIVEIRA, H.N.; GONÇALVES, J.R.; ZANUNCIO, J.C.; HOLTZ, A.M. Changes in biological characteristics of *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae) reared on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae) for 23 generations. **Biocontrol Science and Technology**, v.14, p.313-319, 2004b.
- PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C.; VIANNA, U.R.; ANDRADE, J.S.; ZANOTTI, L.C.M.; SILVA, A.F. Biological characteristics of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* (Hym.: Trichogrammatidae), parasitoids of the avocado defoliator *Nipteria panacea* (Lep.: Geometridae), on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.48, p.7-13, 2005.
- SCOTT, J.G.; WEN, Z.M. Cytochromes P450 of insects: the tip of the iceberg. **Pest Management Science**, v.57, p.958-967, 2001.

- SHARLEY, D.J.; HOFFMANN, A.A.; THOMSON, L.J. The effects of soil tillage on beneficial invertebrates within the vineyard. **Agricultural and Forest Entomology**, v.10, p.233-243, 2008.
- SILVA, C.P.; TERRA, W.R.; GROSSI DE SÁ, M.F.; SAMUELS, R.I.; ISEJIMA, E.M.; BIFANO, T.D.; ALMEIDA, J.S. Induction of digestive α -amylases in larvae of *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae) in response to ingestion of common bean α -amylase inhibitor 1. **Journal of Insect Physiology**, v.47, p.1283-1290, 2001.
- SOARES, M.A.; LEITE, G.L.D.; ZANUNCIO, J.C.; ROCHA, S.L.; DE SÁ, V.G.M.; SERRÃO, J.E. Flight capacity, parasitism and emergence of five *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species from forest areas in Brazil. **Phytoparasitica**, v.35, p.314-318, 2007.
- THOMAS, J.D.; BOETHEL, D.J. Synergism of insecticides in tests with resistant soybean looper larvae (Lepidoptera: Noctuidae) in the laboratory and field. **Journal of Economic Entomology**, v.87, p.1416-1422, 1994.
- ULMER, B. C.; GILLOTT, C.; WOODS, D.; ERLANDSON, M. Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), feeding and oviposition preferences on glossy and waxy *Brassica rapa* (L.) lines. **Crop Protection**, v.21, p.327-331, 2002.
- YAMAMOTO, D.; HENDERSON, R.; CORLEY, L.S.; IWABUCHI, K. Intrinsic, inter-specific competition between egg, egg – larval, and larval parasitoids of plusiine loopers. **Ecological Entomology**, v.32, p.221-228, 2007.
- YOUSSEF, A.I.; NASR, F.N.; STEFANOS, S.S.; ELKHAIR, S.S.A.; SHEHATA, W.A.; AGAMY, E.; HERZ, A.; HASSAN, S.A. 2004. The side-effects of plant protection products used in olive cultivation on the hymenopterous egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal. **Journal of Applied Entomology**, v.128, p.593-599.

WALKER, D.R.; ALL, J.N.; McPHERSON, R.M.; BOERMA, H.R.; PARROTT, W.A. Field evaluation of soybean engineered with a synthetic *cryIAc* transgene for resistance to corn earworm, soybean looper, velvetbean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae), and lesser cornstalk borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v.93, p.613-622, 2000.

ZAHID, M.; FARID, A.; SATTAR, A.; KHAN, I. Effects of parasitoid and host egg age on parasitism by *Trichogramma chilonis* (Ishii). **Suranaree Journal of Science and Technology**, v.14, p.381-384, 2007.

Seleção de espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae)

Resumo - *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitam ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), o principal desfolhador de soja no Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar o parasitismo de onze espécies/linhagens de *Trichogramma* em cartelas de cartolina com vinte ovos de *A. gemmatalis* por fêmea desse parasitóide durante 24 horas. A linhagem Trat 2 (*Trichogramma atopovirilia*) de Sete Lagoas, Minas Gerais apresentou melhor desempenho com 19 ovos de *A. gemmatalis* parasitados por fêmea em 24 horas, viabilidade de 98% e razão sexual de 0,84. Essa linhagem foi melhor que as demais, pois a segunda, Trat 9 (*Trichogramma pretiosum*) de Cristalina, Goiás, parasitou 11,9 ovos de *A. gemmatalis* por fêmea com 98% de viabilidade e razão sexual de 0,65. Esse trabalho confirma a importância de se avaliar linhagens de *Trichogramma* antes de programas de controle biológico, pois diferentes linhagens de uma mesma espécie desse parasitóide apresentam resultados distintos.

Termos para indexação: *Glycine max*, lagarta da soja, controle biológico, parasitóide de ovos, *Anticarsia gemmatalis*

Introdução

Insetos fitófagos desfolhadores de soja podem reduzir a produção e a qualidade dos grãos ou sementes dessa planta. A lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) é o principal desfolhador da cultura da soja na América do Norte e do Sul, incluindo o Brasil (Macrae et al., 2005). Este inseto causa desfolhas extremas, uma única lagarta pode consumir cerca de 110 cm² de folhas de soja (Walker et al., 2000) e aplicações expressivas de inseticidas são feitas em regiões com relatos da ocorrência desse inseto (Macrae et al., 2005; Miklos et al., 2007).

Inseticidas químicos, utilizados no controle de lagartas desfolhadoras de soja, provocam prejuízos financeiros, desequilíbrio na cadeia alimentar, eleva pragas secundárias a categoria de pragas-chave, causam surgimento de novas pragas e pragas resistentes. Essas conseqüências estão diretamente relacionadas ao alto nível de ação biológica e aplicações de forma intensiva e indiscriminada desses produtos (Thomas & Boethel, 1994; Hegazi et al., 2007).

A globalização dos mercados consumidores e a exigência de alimentos de melhor qualidade têm levado ao desenvolvimento de métodos de manejo de pragas como práticas culturais para favorecer o estabelecimento de inimigos naturais (Hummel et al., 2002); o desenvolvimento de variedades precoces ou resistentes como a soja IAC 100, que afetam o desenvolvimento de pragas (Lourenção et al., 2000; Matos Neto et al., 2002), e o controle biológico com parasitóides ou predadores (Sharley et al., 2008; Grieshop et al., 2008).

Trichogramma spp. se destacam entre os agentes biológicos, por parasitarem ovos de pragas agrícolas (Pratissoli et al., 2004a) e florestais (Oliveira et al., 2000; 2003; Soares et al., 2007), principalmente da ordem Lepidoptera. Esses parasitóides

são utilizados em programas de controle biológico de pragas de diferentes culturas, em liberações inundativas, em cerca de 30 países (Pratissoli et al., 2002).

O sucesso de programas de controle biológico com *Trichogramma* spp. depende de etapas como a coleta, identificação, manutenção no laboratório e seleção de espécies e/ou linhagens do parasitóide para a praga visada (Pratissoli et al., 2002). O potencial de *Trichogramma* em soja no Brasil foi demonstrado com o relato de ocorrência de ovos de *A. gemmatalis* parasitados naturalmente em campo (Cañete & Foerster, 2003). Assim, o objetivo deste presente trabalho foi selecionar espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* com potencial de serem utilizadas para o controle de *A. gemmatalis*.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES) em Alegre, Espírito Santo em câmaras climáticas a 25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 horas.

As espécies de parasitóides foram retiradas da coleção estoque do NUDEMAFI onde são mantidas com ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) criado com dieta à base de farinha de trigo integral (60%) e de milho (37%) e levedura de cerveja (3%). Essa criação foi realizada em caixas plásticas (30 x 25 x 10 cm) com fitas de papelão corrugado (25 x 2 cm) no seu interior e a dieta, previamente homogeneizada, foi distribuída sobre essas fitas e os

ovos de *A. kuehniella* colocados aleatoriamente na dieta. Os adultos desse inseto foram coletados, diariamente, com aspirador de pó adaptado e transferidos para tubos de PVC (150 mm de diâmetro por 25 cm de altura) com tiras de tela de náilon, dobradas em zig-zag no seu interior para oviposição.

Adultos das espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* (Tabela 1) foram mantidas em recipientes de vidro (3 x 9 cm) e alimentados com gotículas de mel depositados na parede interna dos mesmos. Ovos do hospedeiro alternativo foram colados com goma arábica a 5% em cartelas de cartolina (2,5 x 8 cm) e inviabilizados por exposição a lâmpada germicida por 50 minutos para manutenção desse parasitóide. Esses frascos foram lacrados com filme plástico de PVC para evitar a fuga dos adultos.

Ovos de *A. gemmatalis* foram obtidos da criação estoque para o processo de seleção da espécie e/ou linhagem de *Trichogramma* e esses ovos foram acondicionadas em potes plásticos de 1.100 mL com a tampa furada e vedada com organza para aumentar a aeração e alimentadas com dieta artificial constituída por 125 g de feijão, 62,4 g de levedo de cerveja, 100 g de gérmen de trigo, 100 g de proteína de soja, 50 g de caseína, 35 g de agar, 5 g de nipagin, 6 g de ácido ascórbico, 3 g de ácido sórbico, 6 mL de formol a 40% e 10 g de solução vitamínica (niacinamida, pantotenato de cálcio, tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido fólico, biotina e vitamina B₁₂) (Greene et al., 1976).

Adultos de *A. gemmatalis* foram acondicionados em gaiolas de madeira (40 x 40 x 40 cm) com as laterais teladas e com tampa de vidro em salas climatizadas a 25±2°C e fotofase de 12h e com pouca luminosidade (penumbra) na escotofase para estimular a cópula. Esses adultos foram alimentados com um chumaço de algodão em uma placa de Petri (15 x 1,5 cm) embebido em solução nutritiva (mel 10,5 g, água

destilada 1,05 L, cerveja 350 ml, sacarose 60 g, nipagin 1,05 g, ácido ascórbico 1,05 g) para o fornecimento de nutrientes necessários à maturação dos ovários das fêmeas e aumentar a longevidade dos adultos (Greene et al., 1976). As posturas foram coletadas em folhas de papel branco no interior das gaiolas, as quais foram recortadas e colocadas nos potes de criação com a dieta artificial.

Fêmeas das espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* com, até, 24 horas de idade foram individualizadas em tubos de vidro (7,0 x 1,3 cm) tampados com filme plástico de PVC (Magipack®) e alimentadas com uma gotícula de mel puro. Vinte ovos de *A. gemmatalis* com, no máximo 48 horas de desenvolvimento embrionário, foram oferecidos por fêmea do parasitóide. O parasitismo foi permitido por 24 horas, após o qual as fêmeas foram retiradas dos tubos de vidro e as cartelas com os ovos, novamente, acondicionadas em outros tubos tampados com filme plástico de PVC.

Cada espécie e/ou linhagem (tratamento) foi representada por 15 repetições, com uma fêmea de um dos parasitóides por tubo. O número de ovos parasitados, percentual de emergência, o número de adultos emergidos por ovo, a razão sexual e o total de indivíduos por fêmea foram avaliados. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) com o programa SAS (SAS Institute, 1999). Os dados da razão sexual foram transformados em $\log(x + 1)$ e a porcentagem de emergência em $\arcsin \sqrt{x + 1}$.

Resultados e Discussão

O parasitismo da linhagem Trat 2 foi maior com 19 ovos parasitados de *A. gemmatalis* por fêmea em 24 horas. Essa linhagem foi 1,6 vezes melhor que a Trat 9, a qual se destacou em segundo lugar e sem diferença significativa para as Trat 3, Trat 4,

Trat 5 e Trat 6. O parasitismo das demais espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* variou de 6,8 a 8,10 ovos parasitados (Tabela 2). Diferenças no potencial de parasitismo entre espécies e/ou linhagens têm sido relatadas (Pratissoli et al., 2008) e podem estar relacionadas com a espécie ou linhagem do parasitóide e, principalmente ao hospedeiro utilizado (Pratissoli et al., 2004b). Características, como o volume do ovo do hospedeiro, espessura do córion, conteúdo nutricional, idade e forma de postura dos hospedeiros, podem afetar a qualidade dos parasitóides e a percentagem de parasitismo (Hoffmann et al., 2001; Roriz, et al., 2006; Rukmowati-Brotodjojo & Walter, 2006). No entanto, algumas linhagens são mais adaptadas a determinados hospedeiros e esses resultados mostram que *A. gemmatalis* é excelente hospedeiro para o parasitismo de *T. atopovirilia*.

A emergência de espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* foi próxima a 100%, e diferente, apenas, entre a Trat 10 e as Trat 8 e Trat 12 (Tabela 2). Ovos de *A. gemmatalis* apresentaram características físico-químicas que torna esse hospedeiro adequado para *Trichogramma*, pois todas as espécies e/ou linhagens testadas apresentaram emergência superior a 94%, exceto na Trat 10 que, mesmo, com emergência de 89,70% foi superior ao indicado como aceitável em programas de produção massal desse parasitóide (Nava et al., 2007; Dias et al., 2008).

A razão sexual foi diferente entre as espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* spp., e variou de 0,66 a 1,00 (Tabela 3), sendo de 1,00 para as Trat 1, Trat 7 e Trat 8. Isto é desejável por apresentar nascimento de fêmeas apenas, e que em programas de controle biológico quanto maior o número de fêmeas maior o potencial de controle (Cañete & Foerster, 2003; Pratissoli et al., 2004c; Wakeil et al., 2008). As taxas são consideradas altas com diferentes espécies de *Trichogramma* e hospedeiros (Pratissoli et al., 2004b; Pereira et al., 2004; Pratissoli et al., 2008), pois a razão sexual ideal deve

ser superior a 0,5, para criação massal de espécies de *Trichogramma* que representa a emergência de, pelo menos, um indivíduo fêmea por macho emergido (Nava et al., 2007; Dias et al., 2008), pois a alocação sexual é devido à qualidade do hospedeiro e a competição (Kapranas et al., 2008).

O número de adultos de *Trichogramma*, emergidos por ovo de *A. gemmatalis*, variou de 1,53 a 2,35 (Tabela 3). O volume do ovo é o principal fator que influencia o número de parasitóides emergidos por ovo do hospedeiro, o que, também, influencia o tamanho do adulto de *Trichogramma* dependendo dos recursos nutricionais disponíveis para seu desenvolvimento (Honda & Luck, 2001; Nava et al., 2007; Dias et al., 2008). A variação no número de indivíduos emergidos por ovo do hospedeiro pode estar relacionada à capacidade de espécies e/ou linhagens do parasitóide apresentarem maior capacidade de reconhecer o ovo de *A. gemmatalis* (Roriz et al., 2006; Facknath & Wright, 2007), pois todas as espécies e/ou linhagens avaliadas eram mantidas em laboratório em ovos de *A. kuehniella*. *A. gemmatalis* tem potencial como hospedeiro de *Trichogramma*, mas a linhagem do parasitóide, também, afeta o número de adultos emergidos por ovo desse parasitóide.

O total de fêmeas de *Trichogramma* spp. emergidas confirma a o melhor desempenho da Trat 2, embora a Trat 9 seja proveniente de ovos de *A. gemmatalis* em soja (Tabela 3). Isto mostra que espécies não coletadas no hospedeiro de origem podem apresentar potencial de controle para determinada espécie. Além disso, diferenças para as outras espécies/linhagens pode estar relacionada ao fato desses parasitóides terem passado gerações sucessivas em laboratório em ovos de *A. kuehniella* (Pratissoli et al., 2004c; Dias et al., 2008). A linhagem Trat 2 apresentou melhores resultados, o que mostra que, apesar dessa linhagem não ter sido coletada em ovos do hospedeiro estudado e o fato da mesma ter passado por sucessivas gerações

em ovos de *A. kuehniella*, não afetou sua capacidade de reconhecer o hospedeiro. Isto mostra que outras linhagens podem, apresentar alta capacidade de reprodução em um hospedeiro de qualidade independente de sua origem (Reitdorf & Steidle 2002; Chow et al. 2005; Facknath & Wright, 2007).

T. atopovirilia (linhagem Trat 2) foi coletada na cultura do milho e, mesmo assim, apresentou potencial para o controle de *A. gemmatalis*, além de ter relatos dessa espécie ocorrendo naturalmente, parasitando ovos de dessa praga (Cañete & Foerster, 2003).

A linhagem Trat 2 apresentou melhor desempenho em ovos de *A. gemmatalis*, mas as outras linhagens de *Trichogramma*, também, apresentaram resultados promissores para o controle dessa praga. Variações entre espécies de *Trichogramma*, principalmente no parasitismo mostram a importância de se avaliar o maior número de espécies e linhagens desse parasitóide.

Conclusões

1. A linhagem Trat 2 apresentou melhor desempenho em ovos de *A. gemmatalis*.
2. *Anticarsia gemmatalis* tem potencial de ser controlada por espécies de *Trichogramma*.

Referências

CAÑETE, C.L.; FOERSTER, L.A. Incidência natural e biologia de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de

Anticarsia gemmatalis Hübner, 1818 (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.47, p.201-204, 2003.

CHOW, J.K.; AKHTAR, Y.; ISMAN, M.B. The effects of larval experience with a complex plant latex on subsequent feeding and oviposition by the cabbage looper moth: *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). **Chemoecology**, v.15, p.129–133, 2005.

DIAS, N.S.; PARRA, J.R.P.; LIMA, T.C.C. Seleção de hospedeiro alternativo para três espécies de tricogramatídeos neotropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1467-1473, 2008

FACKNATH, S.; WRIGHT, D.J. Is host selection in leafminer adults influenced by pre-imaginal or early adult experience? **Journal of Applied Entomology**, v.131, p.505–512, 2007.

GREENE, G.L.; LEPPLA, N.C.; DICKERSON, W.A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v.69, p.487-488, 1976.

GRIESHOP, M.J.; FLINN, P.W.; NECHOLS, J.R.; CAMPBELL, J.F. Effects of fine-grain habitat complexity on egg parasitism by three species of *Trichogramma*. **Biological Control**, v.45, p.328-336, 2008.

HEGAZI, E.; HERZ, A.; HASSAN, S.A.; KHAFAGI, W.E.; AGAMY, E.; ZAITUN, A.; EL-AZIZ, G.A.; SHOWEIL, S.; EL-SAID, S.; KHAMIS, N. Field efficiency of indigenous egg parasitoids (Hymenoptera, Trichogrammatidae) to control the olive moth (*Prays oleae*, Lepidoptera, Yponomeutidae) and the jasmine moth (*Palpita unionalis*, Lepidoptera, Pyralidae) in an olive plantation in Egypt. **Biological Control**, v.43, p.171-187, 2007.

- HOFFMANN, M.P.; ODE, P.R.; WALKER, D.L.; GARDNER, J.; VAN NOUHUYS, S.; SHELTON, A.M. Performance of *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on factitious hosts, including the target host, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Biological Control**, v.21, p.1-10, 2001.
- HONDA, J.Y.; LUCK, R.F. Interactions between host attributes and wasp size: a laboratory evaluation of *Trichogramma platneri* as an augmentative biological control agent for two avocado pests. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.100, p.1-13, 2001.
- HUMMEL, R.L.; WALGENBACH, J.F.; HOYT, G.D.; KENNEDY, G.G. Effects of production system on vegetable arthropods and their natural enemies. **Agricultural, Ecosystems and Environment** v.1913, p.1-12, 2002.
- KAPRANAS, A.; PACHECO, P.; FORSTER, L.D.; MORSE, J.G.; LUCK, R.F. Precise sex ratios manifested by several encyrtid parasitoids (Hymenoptera: Encyrtidae) of brown soft scale, *Coccus hesperidum* L. (Hemiptera: Coccidae). **Behavioral Ecology of Sociobiology**, v.62, p.901-912, 2008.
- LOURENÇÃO, A.L.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; MIRANDA, M.A.C.; AMBROSANO, G.M.B. Avaliação dos danos causados por percevejos e por lagartas em genótipos de soja de ciclos precoce e semiprecoce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.879-886, 2000.
- MACRAE, T.C.; BAUR, M.E.; BOETHEL, D.J.; FITZPATRICK, B.J.; GAO, A.G.; GAMUNDI, J.C.; HARRISON, L.A.; KABUYE, V.T.; McPHERSON, R.M.; MIKLOS, J.A.; PARADISE, M.S.; TOEDEBUSCH, A.S.; VIEGAS, A. Laboratory and field evaluations of transgenic soybean exhibiting high-dose expression of a synthetic *Bacillus thuringiensis cryIA* gene for control of Lepidoptera. **Journal of Economic Entomology**, v.98, p.577-587, 2005.

MATOS NETO, F.C.; ZANUNCIO, J.C.; PICANÇO, M.C.; CRUZ, I. Reproductive characteristics of the predator *Podisus nigrispinus* fed with an insect resistant soybean variety. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.917-924, 2002.

MIKLOS, J.A.; ALIBHAI, M.F.; BLEDIG, S.A.; CONNORWARD, D.C.; GAO, A.G.; HOLMES, B.A.; KOLACZ, K.H.; KABUYE, V.T.; MACRAE, T.C.; PARADISE, M.S.; TOEDEBUSCH, A.S.; HARRISON, L.A. Characterization of soybean exhibiting high expression of a synthetic *Bacillus thuringiensis cryIA* transgene that confers a high degree of resistance to Lepidopteran pests. **Crop Science**, v.47, p.148-157, 2007.

NAVA, D.E.; TAKAHASHI, K.M.; PARRA, J.R.P. Linhagens de *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* para o controle de *Stenoma catenifer*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.9-16, 2007.

OLIVEIRA, H.N. de; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C.; SERRÃO, J.E. Influência da idade de ovos de *Oxydia vesulia* no parasitismo de *Trichogramma maxacalii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.551-554, 2003.

OLIVEIRA, H.N.; ZANUNCIO, J.C.; PRATISSOLI, D.; CRUZ, I. Parasitism rate and viability of *Trichogramma maxacalii* (Hym.: Trichogrammatidae) parasitoid of the *Eucalyptus* defoliator *Euselasia apisaon* (Lep.: Riodinidae), on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae). **Forest Ecology and Management**, v.130, p.1-6, 2000.

PEREIRA, F.F.; BARROS, R.; PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, v.33, p.231-236, 2004.

PRATISSOLI, D.; FORNAZIER, M.J.; HOLTZ, A.M.; GONÇALVES, J.R.; CHIORAMITAL, A.B.; ZAGO, H. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas

comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira** v.21, p.73-76, 2002.

PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C.; VIANNA, U.R.; ANDRADE, J.S.; GUIMARÃES, E.M.; ESPINDULA, M.C. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* on eggs of *Anagasta kuehniella* at different temperatures. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v.39, p.193-196, 2004a.

PRATISSOLI, D.; OLIVEIRA, H.N.; GONÇALVES, J.R.; ZANUNCIO, J.C.; HOLTZ, A.M. Changes in biological characteristics of *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae) reared on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae) for 23 generations. **Biocontrol Science and Technology**, v.14, p.313-319, 2004b.

PRATISSOLI, D.; OLIVEIRA, H.N.; GONÇALVES, J.R.; ZANUNCIO, J.C.; HOLTZ, A.M. Changes in biological characteristics of *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae) reared on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae) for 23 generations. **Biocontrol Science and Technology**, v.14, p.313-319, 2004c.

PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R.A.; HOLTZ, A.M.; DALVI, L.P.; SILVA, A.F.; SILVA, L.N. Selection of *Trichogramma* species for controlling the diamondback moth. **Horticultura Brasileira**, v.26, p.259-261, 2008.

REITDORF, K.; STEIDLE, J.L.M. Was Hopkins right? Influence of larval and early adult experience on the olfactory response in the granary weevil *Sitophilus granarius* (Coleoptera, Curculionidae). **Physiological Entomology**, v.27, p.223-227, 2002.

RORIZ, V.; OLIVEIRA, L.; GARCIA, P. Host suitability and preference studies of *Trichogramma cordubensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Control**, v.36, p.331-336, 2006.

RUKMOWATI-BROTODJOJO, R.R.; WALTER, G.H. Oviposition and reproductive performance of a generalist parasitoid (*Trichogramma pretiosum*) exposed to host

species that differ in their physical characteristics. **Biological Control**, v.39, p.300-312, 2006.

SAS Institute. **SAS/STAT® User's guide**. Cary NC. v.2, 1999, 846p.

SHARLEY, D.J.; HOFFMANN, A.A.; THOMSON, L.J. The effects of soil tillage on beneficial invertebrates within the vineyard. **Agricultural and Forest Entomology**, v.10, p.233–243, 2008.

SOARES, M.A.; LEITE, G.L.D.; ZANUNCIO, J.C.; ROCHA, S.L.; DE SÁ, V.G.M.; SERRÃO, J.E. Flight capacity, parasitism and emergence of five *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species from forest areas in Brazil. **Phytoparasitica**, v.35, p.314-318, 2007.

THOMAS, J.D.; BOETHEL, D.J. Synergism of insecticides in tests with resistant soybean looper larvae (Lepidoptera: Noctuidae) in the laboratory and field. **Journal of Economic Entomology**, v.87, p.1416-1422, 1994.

WAKEIL, N.E.; FARGHALY, H.T.; RAGAB, Z.A. Efficacy of inundative releases of *Trichogramma evanescens* controlling *Lobesia botrana* in vineyards in Egypt. **Journal of Pesticide Science**, v.81, p.49–55, 2008.

WALKER, D.R.; ALL, J.N.; McPHERSON, R.M.; BOERMA, H.R.; PARROTT, W.A. Field evaluation of soybean engineered with a synthetic *cryIAc* transgene for resistance to corn earworm, soybean looper, velvetbean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae), and lesser cornstalk borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v.93, p.613-622, 2000.

Tabela 1. Espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), códigos para identificação das mesmas e locais de coleta

Espécie	Código	Local de origem
<i>Trichogramma acacioi</i> Brun, Moraes & Soares	Trat 1	Venda Nova – ES
<i>Trichogramma atopovirilia</i> Oatman & Platner	Trat 2	Sete Lagoas – MG
<i>Trichogramma atopovirilia</i> Oatman & Platner	Trat 3	Montes Claros – MG
<i>Trichogramma brunni</i> Nagaraja	Trat 4	Alegre – ES
<i>Trichogramma exiguum</i> Pinto & Platner	Trat 5	Muniz Freire – ES
<i>Trichogramma exiguum</i> Pinto & Platner	Trat 6	Alegre – ES
<i>Trichogramma pratissolii</i> Querino & Zucchi	Trat 7	Venda Nova – ES
<i>Trichogramma pretiosum</i> Riley	Trat 8	Conceição do Castelo – ES
<i>Trichogramma pretiosum</i> Riley	Trat 9	Cristalina – GO
<i>Trichogramma pretiosum</i> Riley	Trat 10	Paraopeba – MG
<i>Trichogramma pretiosum</i> Riley	Trat 11	Pedra Preta – MT
<i>Trichogramma pretiosum</i> Riley	Trat 12	Jaciara – MT

Tabela 2. Número de ovos parasitados e emergência (%) de espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Geometridae). 25 ± 1 °C, 70 ± 10% UR e fotoperíodo de 12 horas

Espécie/linhagem ⁽²⁾	Número de ovos parasitados	Emergência (%) ⁽³⁾
Trat 1	8,60 ± 0,50 CDE	95,40 ± 1,61 AB
Trat 2	19,00 ± 0,70 A	97,90 ± 1,02 AB
Trat 3	11,00 ± 0,80 BC	98,50 ± 0,82 AB
Trat 4	9,30 ± 0,70 BCDE	97,70 ± 1,17 AB
Trat 5	9,80 ± 0,70 BCD	94,00 ± 1,64 AB
Trat 6	10,00 ± 0,60 BCD	97,50 ± 1,38 AB
Trat 7	6,80 ± 0,40 E	98,50 ± 1,05 AB
Trat 8	7,90 ± 0,40 DE	100,00 ± 0,00 A
Trat 9	12,00 ± 0,60 B	97,70 ± 1,15 AB
Trat 10	6,70 ± 0,60 E	89,70 ± 6,59 B
Trat 11	8,70 ± 0,80 CDE	96,40 ± 1,85 AB
Trat 12	8,10 ± 0,60 DE	100,00 ± 0,00 A
F	26,42	2,10
P	< 0,0001	0,0227

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ Trat 1: linhagem de *T. acacioi*; Trat 2, Trat 3: linhagens de *T. atopovirilia*; Trat 4: linhagem de *T. brunni*; Trat 5, Trat 6: linhagens de *T. exiguum*; Trat 7: linhagem de *T. pratissoli*; Trat 8, Trat 9, Trat 10, Trat 11, Trat 12: linhagens de *T. pretiosum*. ⁽³⁾Dados transformados em arc sen $\sqrt{x+1}$.

Tabela 3. Razão sexual, número de adultos emergidos por ovo e total de fêmeas emergidas de espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Geometridae). 25 ± 1 °C, 70 ± 10% UR e fotoperíodo de 12 horas

Espécie/ Linhagem ⁽²⁾	Razão sexual ⁽³⁾	Número de adultos emergidos por ovo	Total Médio de fêmeas emergidas por tratamento
Trat 1	1,00 ± 0,00 A	1,92 ± 0,12 ABC	15,40 ± 0,88 BCD
Trat 2	0,84 ± 0,02 BC	1,88 ± 0,05 ABC	29,20 ± 1,57 A
Trat 3	0,76 ± 0,03 BC	1,90 ± 0,09 ABC	16,30 ± 1,61 BCD
Trat 4	0,90 ± 0,01 B	2,08 ± 0,07 AB	17,00 ± 1,34 BC
Trat 5	0,87 ± 0,02 B	2,08 ± 0,11 AB	16,40 ± 1,27 BCD
Trat 6	0,87 ± 0,02 B	2,07 ± 0,12 AB	17,40 ± 1,12 B
Trat 7	1,00 ± 0,00 A	2,35 ± 0,12 A	15,50 ± 1,03 BCD
Trat 8	1,00 ± 0,00 A	1,71 ± 0,08 BC	13,70 ± 1,02 BCD
Trat 9	0,66 ± 0,07 C	2,29 ± 0,11 A	16,60 ± 1,71 BCD
Trat 10	0,73 ± 0,07 BC	1,99 ± 0,16 ABC	10,80 ± 1,39 D
Trat 11	0,79 ± 0,06 BC	2,25 ± 0,14 A	14,50 ± 1,69 BCD
Trat 12	0,89 ± 0,03 B	1,53 ± 0,09 C	10,90 ± 0,91 CD
F	16,95	4,74	12,37
P	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ Trat 1: linhagem de *T. acacioi*; Trat 2, Trat 3: linhagens de *T. atopovirilia*; Trat 4: linhagem de *T. brunni*; Trat 5, Trat 6: linhagens de *T. exiguum*; Trat 7: linhagem de *T. pratissoli*; Trat 8, Trat 9, Trat 10, Trat 11, Trat 12: linhagens de *T. pretiosum*. ⁽³⁾Dados transformados em $\log(x + 1)$.

**Preferência de *Trichogramma atopovirilia* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)
por ovos de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes
densidades e idades embrionárias**

Resumo – O parasitóide de ovos *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) é um agente do controle biológico da lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: Geometridae). A proporção adequada de ovos e a idade embrionária do hospedeiro são importantes para se obter bons índices de parasitismo desses inimigos naturais. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar aspectos biológicos de *T. atopovirilia* com diferentes densidades e idade embrionária de ovos de *A. gemmatalis*. A densidade e a idade embrionária de ovos de *A. gemmatalis* afetaram a razão sexual e os números de ovos parasitados por fêmea, de indivíduos por ovo e o de fêmeas de *T. atopovirilia* emergidas por tratamento, mas o percentual de emergência não foi afetado por esses fatores. O desenvolvimento de *T. atopovirilia* foi melhor com 20 e 25 ovos de *A. gemmatalis* com 24 e 48 horas de desenvolvimento embrionário, respectivamente, por fêmea desse parasitóide.

Termos para indexação: *Glycine max*, lagarta da soja, controle biológico, hospedeiro, *Anticarsia gemmatalis*

Introdução

Os desfolhadores se destacam entre os insetos fitófagos que danificam a soja, pois seus danos reduzem a produção e a qualidade dos grãos ou sementes dessa planta, sendo a lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) o principal desfolhador dessa cultura (Macrae et al., 2005) e cada lagarta dessa espécie pode consumir cerca de 110 cm² de folhas (Walker et al., 2000). Isto torna necessárias aplicações expressivas de inseticidas de forma preventiva em regiões com ocorrência de *A. gemmatalis* (Macrae et al., 2005; Miklos et al., 2007). Sendo que em geral, o uso de inseticidas implica em riscos ecológicos, toxicológicos e efeitos econômicos adversos (Youssef et al., 2004; Hegazi et al., 2007).

O controle biológico com parasitóides de ovos pode ser uma alternativa ao método químico (Pratissoli et al., 2004; Bianchi et al., 2008). *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) apresenta potencial de integração com outros métodos de controle (Soares et al., 2007). Esse inimigo natural possui a capacidade de se desenvolver em ovos de diversos insetos-praga (Philip & Orr, 2008).

O conhecimento dos parâmetros biológicos de parasitóides é um dos fatores responsáveis pelo sucesso ou fracasso da utilização de espécies do gênero *Trichogramma* no controle de lepidópteros-praga (Oliveira et al., 2003; Pratissoli et al., 2005a; Zahid et al., 2007). A proporção adequada de parasitóides em relação à densidade de ovos do hospedeiro afeta a eficiência dos mesmos que pode ser reduzida pela competição intra-específica (Pereira et al., 2004, Collier et al., 2002; De Moraes & Mescher, 2005; Harvey & Witjes, 2005; Yamamoto et al., 2007). De forma semelhante, a idade embrionária do hospedeiro é importante para se atingir o

parasitismo ideal que pode variar com a espécie do parasitóide e do hospedeiro (Farid et al., 2001; Zahid et al., 2007).

O estudo das características biológicas de *T. atopovirilia*, em função da densidade e da fase embrionária dos ovos dos hospedeiros, pode melhorar a eficiência desses inimigos naturais em programas de manejo integrado de *A. gemmatalis*. O objetivo deste trabalho foi estudar alguns aspectos biológicos de *T. atopovirilia* com ovos de *A. gemmatalis* diferentes densidades e idade embrionária.

Material & Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES) em Alegre, Espírito Santo em câmaras climáticas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 horas.

Trichogramma atopovirilia foi selecionado por ter apresentado melhor desempenho sobre *A. gemmatalis* (dados não publicados) e seus indivíduos foram retirados da coleção estoque do NUDEMAFI onde são mantidas com ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) criado com dieta à base de farinha de trigo integral (60%) e de milho (37%) e levedura de cerveja (3%). Essa criação foi realizada em caixas plásticas (30 x 25 x 10 cm) com fitas de papelão corrugado (25 X 2 cm) no seu interior e a dieta, previamente homogeneizada, foi distribuída sobre essas fitas e os ovos de *A. kuehniella* colocados aleatoriamente na dieta. Os adultos desse inseto foram coletados, diariamente, com aspirador de pó adaptado e transferidos para tubos de PVC (150 mm de diâmetro por

25 cm de altura) com tiras de tela de náilon, dobradas em zig-zag no seu interior para oviposição. Os ovos foram coletados diariamente e a criação e manutenção de *A. kuehniella* foram realizadas em sala climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 horas.

Trichogramma atopovirilia foi mantido em recipientes de vidro (3 x 9 cm) onde seus adultos foram alimentados com gotículas de mel depositados na parede interna dos mesmos. Ovos do hospedeiro alternativo foram colados com goma arábica a 5% em cartelas de cartolina (2,5 x 8 cm) e inviabilizados por exposição a lâmpada germicida por 50 minutos para manutenção desse parasitóide. Esses frascos foram lacrados com filme plástico de PVC para evitar a fuga dos adultos de *T. atopovirilia*.

Lagartas de *A. gemmatalis* foram acondicionadas em potes plásticos de 1100 mL com a tampa furada e vedada com organza para aumentar a aeração e alimentadas com dieta artificial a temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. A dieta artificial foi constituída por 125 g de feijão, 62,4 g de levedo de cerveja, 100 g de gérmen de trigo, 100 g de proteína de soja, 50 g de caseína, 35 g de agar, 5 g de nipagin, 6 g de ácido ascórbico, 3 g de ácido sórbico, 6 mL de formol a 40% e 10 g de solução vitamínica (niacinamida, pantotenato de cálcio, tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido fólico, biotina e vitamina B₁₂) (Greene et al., 1976).

Os adultos de *A. gemmatalis* foram acondicionados em gaiolas de madeira (40 x 40 x 40 cm) com as laterais teladas e com tampa de vidro em salas climatizadas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotofase de 12h e com pouca luminosidade (penumbra) na escotofase para estimular a cópula. Esses adultos foram alimentados com um chumaço de algodão em uma placa de Petri (15 x 1,5 cm) embebido em solução nutritiva (mel 10,5g, água destilada 1,05L, cerveja 350ml, sacarose 60g, nipagin 1,05g, ácido ascórbico 1,05g)

para o fornecimento de nutrientes necessários à maturação dos ovários das fêmeas e aumentar da longevidade dos adultos (Greene et al., 1976). As posturas foram coletadas em folhas de papel branco no interior das gaiolas, as quais foram recortadas e colocadas nos potes de criação com a dieta artificial.

Ovos com, no máximo 48 horas de desenvolvimento embrionário da criação de laboratório colados em retângulos de cartolina azul celeste (2,5 x 0,5 cm) e isolados em tubos de vidro (7,0 x 1,3 cm) foram selecionados para se avaliar a densidade dos ovos de *A. gemmatalis*. Quinze tubos foram separados para cada densidade de ovos desse hospedeiro, os quais constituíram as repetições. Fêmeas recém-emergidas de *T. atopovirilia*, na proporção de uma para cinco, 10, 15, 20 ou 25 ovos de *A. gemmatalis* foram introduzidas nesses tubos e constituíram os tratamentos. Essas fêmeas foram alimentadas com gotículas de mel depositadas na parede interna do tubo. Esses ovos foram expostos ao parasitismo por 24 horas, sendo as fêmeas retiradas em seguida.

Os seguintes parâmetros biológicos foram avaliados: número de ovos parasitados, porcentagem de emergência (viabilidade) e razão sexual dos descendentes, números de indivíduos emergidos por ovo e de fêmeas emergidas por tratamento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 1 (densidade de ovos x espécie de *Trichogramma*) com 15 repetições. Os dados foram submetidos à análise de regressão linear pelo programa Sigma Stat.

Quinze fêmeas com, até, 24 horas de idade com uma cartela com vinte ovos de *A. gemmatalis* em diferentes estágios embrionários (12, 24, 36, 48, 60 ou 72 horas de idade) foram individualizadas para se avaliar o efeito da idade embrionária de ovos de *A. gemmatalis* no desenvolvimento de *T. atopovirilia*. Essas cartelas, com fêmeas recém emergidas desse parasitóide e alimentadas com gotículas de mel, foram acondicionadas em tubos de vidro (7,0 x 1,3 cm), fechados com filme plástico de

PVC. O tempo de exposição ao parasitismo foi de 24 horas e, em seguida, as cartelas foram retiradas dos tubos e acondicionadas em sacos plásticos (23 x 4,0 cm) fechados e mantidos em câmaras climatizadas reguladas como citado anteriormente até a emergência dos descendentes. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 1 (idade de ovos x espécie de *Trichogramma*) com 15 repetições, cada uma com tubo com uma fêmea desse parasitóide. Os dados foram submetidos à análise de regressão linear pelo programa Sigma Stat.

Resultados & Discussão

A densidade e a idade embrionária de ovos de *A. gemmatalis* afetaram o número de ovos parasitados por fêmea de *T. atopovirilia* (Figuras 1a e 2a). Fêmeas confinadas e submetidas à influência da densidade dos ovos do hospedeiro mostraram aumento proporcional do número de ovos parasitados até a densidade de 20 ovos do hospedeiro por fêmea do parasitóide e cerca de doze ovos parasitados (Figura 1a). Esse resultado mostra aumento da quantidade de ovos parasitados por *T. atopovirilia* com o aumento da disponibilidade de ovos do hospedeiro até uma determinada densidade e tendência de estabilizar esse incremento a partir de vinte ovos por fêmea, sendo comum para outras espécies de parasitóides (Mills & Lacan, 2004; Kalyebi et al., 2005; Reay-Jones et al., 2006).

O número de ovos de *A. gemmatalis* parasitados por *T. atopovirilia* foi maior entre 24 e 48 horas de desenvolvimento embrionário e com decréscimo acentuado após esse período (Figura 2a). Esse decréscimo no parasitismo após determinada idade se deve ao fato do embrião estar em desenvolvimento e ocorrer uma alteração nas estruturas internas do ovo, o que dificultaria o parasitismo (Pratissoli & Oliveira,

1999). No entanto, o parasitismo ocorreu mesmo para as maiores idade embrionárias, mostrando o potencial desse parasitóide para controlar esta praga. O parasitismo em ovos com avançado estado de desenvolvimento só ocorre quando o parasitóide recebe um estímulo para ovipositar, mostrando que aquele ovo possui qualidades para o desenvolvimento de seus descendentes (Zahid et al., 2007).

A densidade e idade embrionária de ovos de *A. gemmatalis* não afetou o percentual de emergência de *T. atopovirilia* (Figuras 1b e 2b), sendo de 100% para todas as densidades (Figura 1b). Isto mostra que não houve super-parasitismo, o que é desejável visando à qualidade do parasitóide em programas de controle biológico, mesmo com indivíduos em competição intra-específica nas menores densidades, pela qualidade e o tamanho do ovo do hospedeiro (Bonsall et al., 2004; De Moraes & Mescher, 2005; Reay-Jones et al., 2006; Yamamoto et al., 2007). O alto percentual de emergência, em todas as idades embrionárias (Figura 2b) mesmo para a idade de 72 horas, mostra a qualidade do ovo desse hospedeiro para espécies de *Trichogramma* (Hohmann & Luck, 2004) e a capacidade de *T. atopovirilia* em controlar essa espécie. No entanto, ovos com idades embrionárias avançadas apresentam maior defesa pelo embrião em relação ao parasitóide, o que aumenta a probabilidade deste ser encapsulado ou melanizado (Reed et al.; 2007). No entanto, algumas repetições apresentaram 100% de emergência, o que comprova a qualidade desse hospedeiro para *T. atopovirilia*, mesmo em condições adversas ao seu desenvolvimento, e que alguns hospedeiros são mais susceptíveis a determinados inimigos naturais (Luhring et al., 2000; 2004).

A razão sexual de *T. atopovirilia*, nas diferentes densidades de ovos de *A. gemmatalis* (Figura 1c) mostra comportamento diferente do apresentado para as idades embrionárias (Figura 2c). Os melhores valores de razão sexual foram apresentados

com as maiores densidades, mas esse comportamento apresentou resposta diferente ao que, geralmente, é apresentado para outras espécies de *Trichogramma* (Mills & Lacan, 2004; Kalyebi et al., 2005; Reay-Jones et al., 2006). Contudo, a razão sexual estimada para todas as densidades foi superior a 0.6, o que é desejável em programas de controle biológico, pois quanto maior o número de fêmeas maior será o potencial de controle (Wakeil et al., 2008). As taxas apresentadas são consideradas altas (Pratissoli et al., 2004; Pereira et al., 2004; Pratissoli et al., 2005b) e a alocação de um maior número de fêmeas indica que *T. atopovirilia* tem potencial para o controle de *A. gemmatalis*. A maior alocação de fêmeas do parasitóide no intervalo entre 36 e 48 horas mostra que ovos desse hospedeiro, com diferentes idades, apresentam qualidade para o desenvolvimento de indivíduos fêmeas e que isto se deve, principalmente, à qualidade do hospedeiro (Hohmann & Luck, 2004; Kapranas et al., 2008). Além disso, reafirma o potencial de controle de *A. gemmatalis* por *T. atopovirilia* independente da idade embrionária de ovos desse hospedeiro no campo.

O número de indivíduos emergidos por ovo do hospedeiro teve reduzida variação com a densidade ou idade dos mesmos (Figuras 1d e 2d). Esse parâmetro apresentou queda na curva com as maiores densidades e idades embrionárias. A competição foi importante, pois o aumento da densidade de ovos aumentou a capacidade de fêmeas de *T. atopovirilia* de alocarem menor número de indivíduos em um mesmo ovo, o que diminuiria a competição intrínseca. Por outro lado, a maior idade embrionária aumenta a competição entre as espécies, o que resulta em um menor número de indivíduos emergidos por ovo, como esperado para diferentes espécies de parasitóides (Collier et al., 2002; De Moraes & Mescher, 2005; Harvey & Witjes, 2005; Yamamoto et al., 2007).

O número de fêmeas emergidas por tratamento leva em consideração todos os parâmetros avaliados e mostra os tratamentos com melhor desempenho relativo à proporção de fêmeas emergidas, sendo a característica mais desejável na resposta do parasitóide em relação ao hospedeiro em programas de controle biológico (Herz et al., 2007; Wakeil et al., 2008). A melhor densidade de ovos de *A. gemmatalis* para *T. atopovirilia* situa-se entre 20 a 25 ovos do hospedeiro por fêmea desse parasitóide (Figura 1e). Esse parasitóide se desenvolveu melhor em ovos com 24 a 48 horas de desenvolvimento embrionário. Por isto, o melhor desempenho de *T. atopovirilia* foi com ovos de *A. gemmatalis* com 24 a 48 horas de desenvolvimento embrionário e na densidade de 20 a 25 ovos por fêmea desse parasitóide. *Trichogramma atopovirilia* apresenta potencial para o controle biológico de *A. gemmatalis*, pois, independente da densidade e da idade embrionária de seus ovos, conseguiu parasitá-los e se desenvolver.

Conclusões

1. A densidade de ovos de *A. gemmatalis* é 20 a 25 ovos por fêmea de *T. atopovirilia*.
2. A idade embrionária de *A. gemmatalis* que favorece o desenvolvimento de *T. atopovirilia* é de 24 a 48h.

Referências

- BIANCHI, F.J.J.A.; GOEDHART, P.W.; BAVECO, J.M. Enhanced pest control in cabbage crops near forest in The Netherlands. **Landscape ecology**, v.23, p.595-602, 2008.
- BONSALL, M.B.; HASSELL, M.P.; READER, P.M.; HEFIN JONES, T. Coexistence of natural enemies in a multitrophic host-parasitoid system. **Ecological Entomology**, v.29, p.639-647, 2004.
- COLLIER, T.C.; KELLY, S.; HUNTER, M.S. Egg size, intrinsic competition, and lethal interference in the parasitoids *Encarsia pergandiella* and *Encarsia formosa*. **Biological Control**, v.23, p.254-261, 2002.
- DE MORAES, C.M.; MESCHER, M.C. Intrinsic competition between larval parasitoids with different degrees of host specificity. **Ecological Entomology**, v.30, p.564-570, 2005.
- FARID, A.; TILAL, S.; KHAN, A.U.; ALAMZEB, K.; KARIMULLAH, S.U. Host age effect on oviposition preference and development of *Trichogramma chilonis* (Ishii). **Pakistan Journal of Biological Science**, v.4, p.121-122, 2001.
- GREENE, G.L.; LEPPLA, N.C.; DICKERSON, W.A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v.69, p.487-488, 1976.
- HARVEY, J.A.; WITJES, L.M.A. Comparing and contrasting life history and development strategies in the pupal hyperparasitoids *Lysibia nana* and *Gelis agilis* (Hymenoptera: Ichneuomonidae). **Applied Entomology and Zoology**, v.40, p.309-316, 2005.

HERZ, A.; HASSAN, S.A.; HEGAZI, E.; KHAFAGI, W.E.; NASR, F.N.; YOUSSEF, A.I.; AGAMY, E.; BLIBECH, I.; KSENTINI, I.; KSANTINI, M.; JARDAK, T.; BENTO, A.; PEREIRA, J.A.; TORRES, L.; SOULIOTIS, C.; MOSCHOS, T.; MILONAS, P. Egg parasitoids of the genus *Trichogramma* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) in olive groves of the Mediterranean region. **Biological Control**, v.40, p.48-56, 2007.

HOHMANN, C.L.; LUCK, R.F. Effect of host availability and egg load in *Trichogramma platneri* Nagarkatti (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and its consequences on progeny quality. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, p.413-422, 2004.

KALYEBI, A.; OVERHOLT, W.A.; SCHULTHESS, F.; MUEKE, J.M.; HASSAN, S.A.; SITHANANTHAM, S. Functional response of six indigenous trichogrammatid egg parasitoids (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Kenya: influence of temperature and relative humidity. **Biological Control**, v.32, p.164–171, 2005.

KAPRANAS, A.; PACHECO, P.; FORSTER, L.D.; MORSE, J.G.; LUCK, R.F. Precise sex ratios manifested by several encyrtid parasitoids (Hymenoptera: Encyrtidae) of brown soft scale, *Coccus hesperidum* L. (Hemiptera: Coccidae). **Behavioral Ecology of Sociobiology**, v.62, p.901-912, 2008.

LUHRING, K.A.; PAINE, T.D.; MILLAR, J.G.; HANKS, L.M. Suitability of the eggs of two species of Eucalyptus longhorned borers (*Phoracantha recurva* and *P. semipunctata*) as hosts for the encyrtid parasitoid *Avetianella longoi*. **Biological Control**, v.19, p.95-104, 2000.

LUHRING, K.A.; MILLAR, J.G.; PAINE, T.D.; REED, D.; HANKS, L.M.; CHRISTIANSEN, H. Ovipositional preferences and progeny development of the egg

parasitoid *Avetianella longoi*: factors mediating replacement of one species by a congener in a shared habitat. **Biological Control**, v.30, p.382-391, 2004.

MACRAE, T.C.; BAUR, M.E.; BOETHEL, D.J.; FITZPATRICK, B.J.; GAO, A.G.; GAMUNDI, J.C.; HARRISON, L.A.; KABUYE, V.T.; McPHERSON, R.M.; MIKLOS, J.A.; PARADISE, M.S.; TOEDEBUSCH, A.S.; VIEGAS, A. Laboratory and field evaluations of transgenic soybean exhibiting high-dose expression of a synthetic *Bacillus thuringiensis cryIA* gene for control of Lepidoptera. **Journal of Economic Entomology**, v.98, p.577-587, 2005.

MIKLOS, J.A.; ALIBHAI, M.F.; BLEDIG, S.A.; CONNORWARD, D.C.; GAO, A.G.; HOLMES, B.A.; KOLACZ, K.H.; KABUYE, V.T.; MACRAE, T.C.; PARADISE, M.S.; TOEDEBUSCH, A.S.; HARRISON, L.A. Characterization of soybean exhibiting high expression of a synthetic *Bacillus thuringiensis cryIA* transgene that confers a high degree of resistance to Lepidopteran pests. **Crop Science**, v.47, p.148-157, 2007.

MILLS, N.J.; LACAN, I. Ratio dependence in the functional response of insect parasitoids: evidence from *Trichogramma minutum* foraging for eggs in small host patches. **Ecological Entomology**, v.29, p.208-216, 2004.

OLIVEIRA, H.N.; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C.; SERRÃO, J.E. Influência da idade dos ovos de *Oxydia vesulia* no parasitismo de *Trichogramma maxacalii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.551-554, 2003.

PEREIRA, F.F.; BARROS, R.; PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, v.33, p.231-236, 2004.

- PHILIP, M.M.; ORR, D.B. Operational considerations for augmentation of *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for suppression of *Rhyacionia frustrana* (Lepidoptera: Tortricidae) in *Pinus taeda* plantations. **Journal of Economic Entomology**, v.101, p.421-429, 2008.
- PRATISSOLI, D.; OLIVEIRA, H.N. Influência da idade dos ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) no parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.891-896, 1999.
- PRATISSOLI, D.; FERNANDES, O.A.; ZANUNCIO, J.C.; PASTORI, P.L. Fertility Life table of *Trichogramma pretiosum* an *Trichogramma acacioi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) eggs at different and constant temperatures. **Annals of Entomological Society of America**, v.97, p.729-731, 2004.
- PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C.; VIANNA, U.R.; ANDRADE, J.S.; ZANOTTI, L.C.M.; SILVA, A.F. Biological Characteristics of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* (Hym.: Trichogrammatidae), Parasitoids of the Avocado Defoliator *Nipteria panacea* (Lep.: Geometridae), on Eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.48, p. 7-13, 2005a.
- PRATISSOLI, D.; THULER, R.T.; ANDRADE, G.S.; ZANOTTI, L.C.M.; DA SILVA, A.F. Estimativa de *Trichogramma pretiosum* para controle de *Tuta absoluta* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.715-718, 2005b.
- REAY-JONES, F.P.F.; ROCHAT, J.; GOEBEL, R.; TABONE, E. Functional response of *Trichogramma chilonis* to *Galleria mellonella* and *Chilo sacchariphagus* eggs. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.118, p.229-236, 2006.

- REED, D.A.; LUHRING, K.A.; STAVORD, C.A.; HANSEN, A.K.; MILLAR, J.G.; HANKS, L.M.; PAINE, T.D. Host defensive response against an egg parasitoid involves cellular encapsulation and melanization. **Biological Control**, v.41, p.214-222, 2007.
- SOARES, M.A.; LEITE, G.L.D.; ZANUNCIO, J.C.; ROCHA, S.L.; DE SÁ, V.G.M.; SERRÃO, J.E. Flight Capacity, Parasitism and Emergence of Five *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Species from Forest Areas in Brazil. **Phytoparasitica**, v.35, p.314-318, 2007.
- YAMAMOTO, D.; HENDERSON, R.; CORLEY, L.S.; IWABUCHI, K. Intrinsic, inter-specific competition between egg, egg – larval, and larval parasitoids of plusiine loopers. **Ecological Entomology**, v.32, p.221-228, 2007.
- WALKER, D.R.; ALL, J.N.; McPHERSON, R.M.; BOERMA, H.R.; PARROTT, W.A. Field evaluation of soybean engineered with a synthetic *cryIAc* transgene for resistance to corn earworm, soybean looper, velvetbean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae), and lesser cornstalk borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v.93, p.613-622, 2000.
- WAKEIL, N.E.; FARGHALY, H.T.; RAGAB, Z.A. Efficacy of inundative releases of *Trichogramma evanescens* controlling *Lobesia botrana* in vineyards in Egypt. **Journal of Pesticide Science**, v.81, p.49–55, 2008.
- ZAHID, M.; FARID, A.; SATTAR, A.; KHAN, I. Effects of parasitoid and host egg age on parasitism by *Trichogramma chilonis* (Ishii). **Suranaree Journal of Science and Technology**, v.14, p.381-384, 2007.

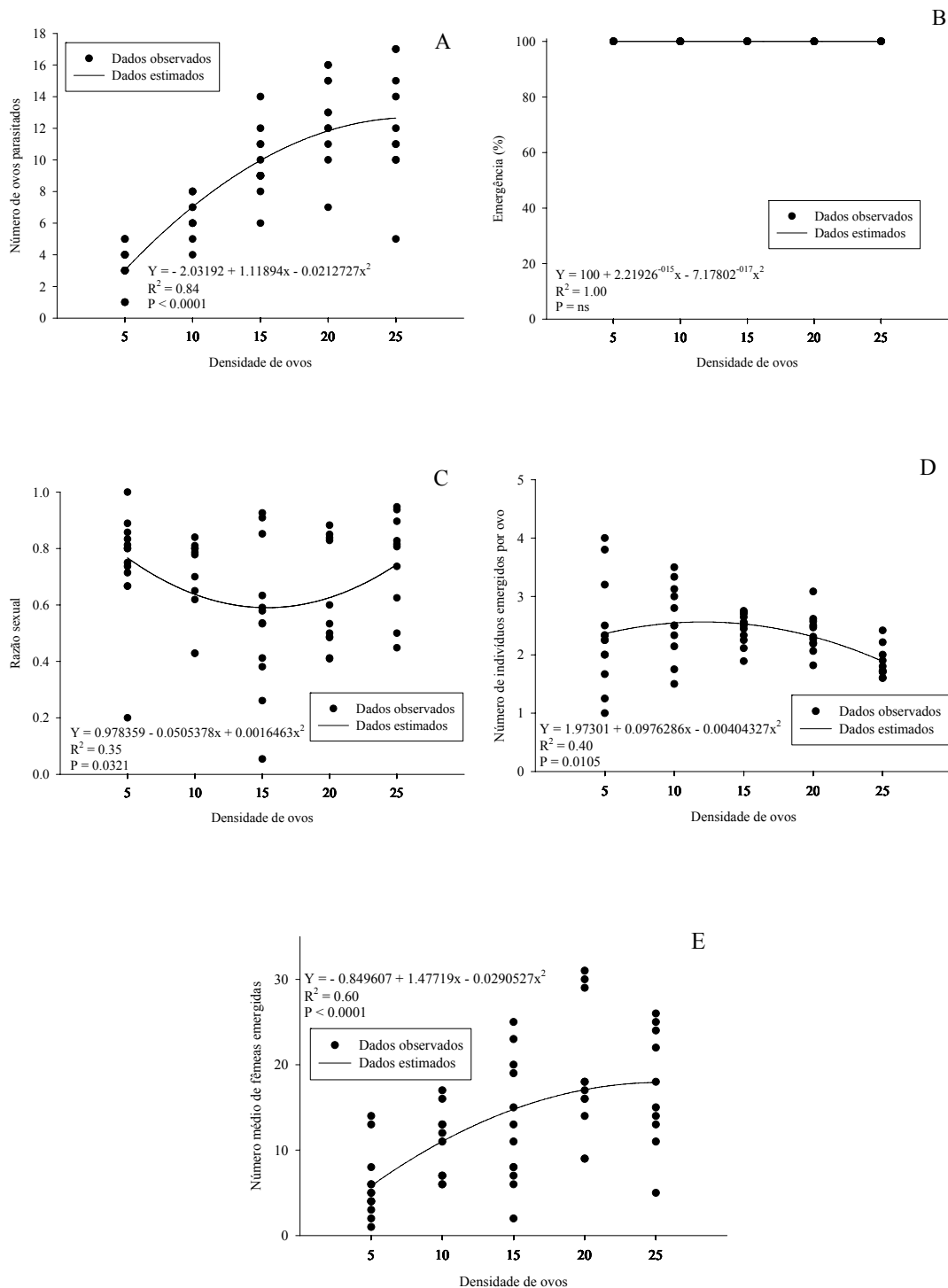


Figura 1. Número de ovos parasitados, emergência (%), razão sexual, número de indivíduos emergidos por ovo e de fêmeas por tratamento de *Trichogramma atopovirilia* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) com diferentes densidades de ovos de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae).

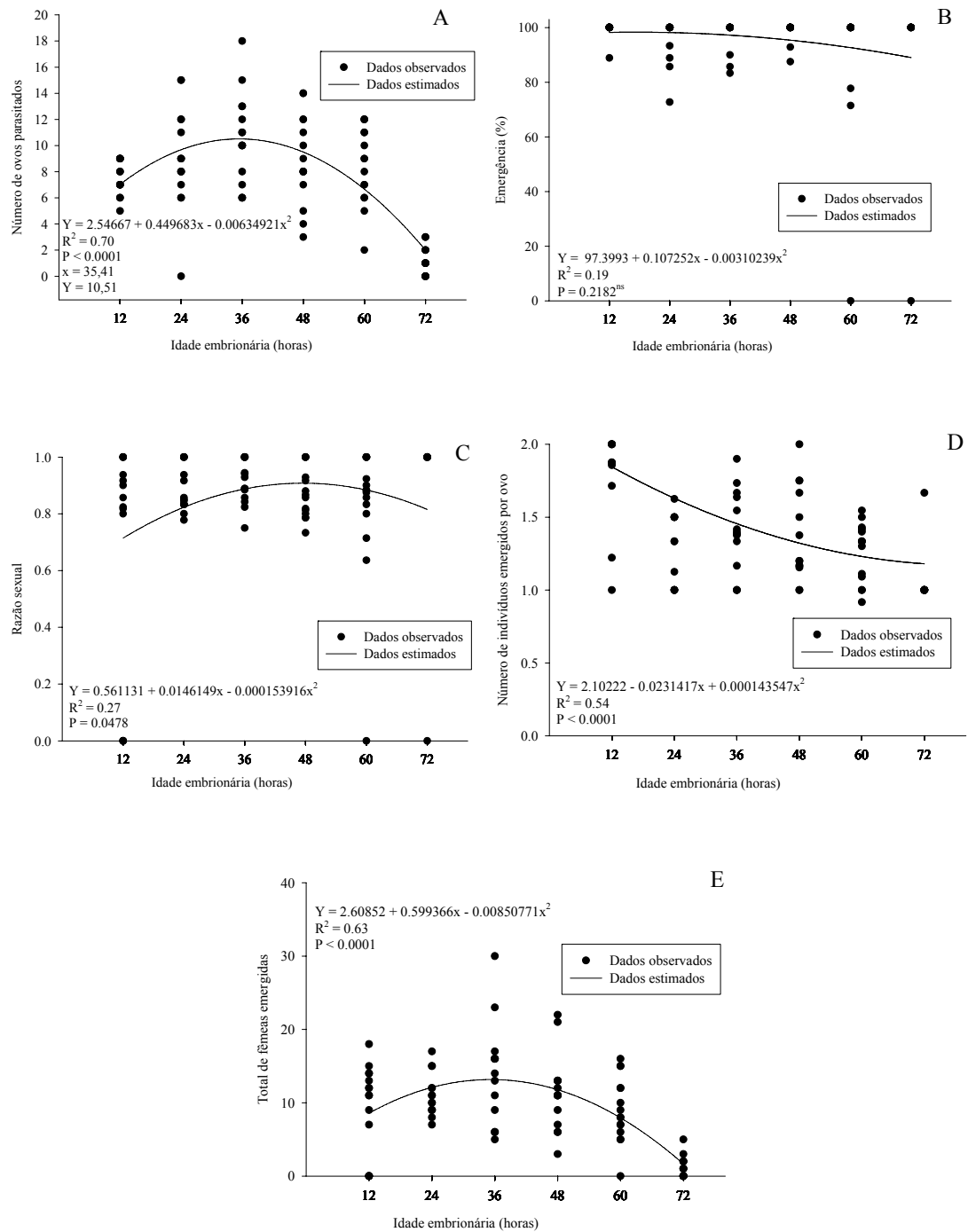


Figura 2. Número de ovos parasitados, emergência (%), razão sexual, número de indivíduos emergidos por ovo e de fêmeas por tratamento de *Trichogramma atopovirilia* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) de ovos de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) com diferentes idades embrionárias.

**Preferência de *Trichogramma atopovirilia* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)
por ovos de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae), alimentadas em soja
resistente e susceptível**

Resumo – Em um programa de manejo integrado de pragas na cultura da soja, várias técnicas de controle são consideradas, incluindo o controle químico, o biológico e o uso de plantas resistentes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a preferência de parasitismo de *Trichogramma* spp. em ovos de *A. gemmatalis* provenientes de lagartas alimentadas com folhas de soja resistente e/ou folhas de soja susceptível. Cartelas contendo ovos do hospedeiro criado nos dois substratos alimentares foram oferecidos para *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner em sistemas de livre escolha e confinamento. No teste de livre escolha o parasitóide não mostrou preferência por ovos provenientes de *A. gemmatalis* criadas com soja resistente ou susceptível. Já no teste onde os parasitóides foram confinados a ovos provenientes de apenas um substrato alimentar o parasitismo foi maior em ovos de *A. gemmatalis* criadas em soja resistente. Os resultados sugerem que a associação parasitóide – planta resistente pode ser eficiente para o controle da lagarta da soja.

Termos para indexação: *Glycine max*, resistência, antibiose, controle biológico, parasitóide de ovos

Introdução

A lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), é o principal inseto desfolhador dessa cultura na América do Norte e do Sul, incluindo o Brasil (Macrae et al., 2005). Este inseto causa desfolhas extremas, sendo que uma simples lagarta pode consumir cerca de 110 cm² de folhas (Walker et al., 2000). Para o seu controle são realizadas aplicações freqüentes de inseticidas de forma preventiva em regiões de ocorrência de *A. gemmatalis* (Macrae et al., 2005; Miklos et al., 2007). Sendo que em geral, o uso de inseticidas implica em riscos ecológicos, toxicológicos e efeitos econômicos adversos (Youssef et al., 2004; Hegazi et al., 2007).

Para implementar uma programa de manejo integrado de pragas na cultura da soja, além do controle químico, várias outras alternativas de controle são viáveis, incluindo o controle biológico, principalmente com parasitóides do gênero *Trichogramma* que é um importante parasitóide de ovos de lepidópteros (Pratissoli et al., 2004; 2005; Herz & Hassan, 2006; Hegazi et al., 2007; Soares et al., 2007) ou com outros insetos incluindo os predadores (Sharley et al., 2008; Grieshop et al., 2008).

Outra alternativa muito considerada é o uso de plantas resistentes que têm assumido papel relevante em programas de manejo integrado de pragas (Ulmer et al., 2002), com diferentes mecanismos de defesa, incluindo as barreiras físicas e químicas, tais como a indução de proteínas defensivas (Haruta et al., 2001), compostos voláteis que atraem os predadores de insetos herbívoros (Birkett et al., 2000), metabólitos secundários (Baldwin, 2001; Kliebenstein et al., 2001) e densidade tricomática (Fordyce & Agrawal, 2001).

Em paralelo a este processo da utilização de plantas resistente no controle de pragas, alguns insetos desenvolveram estratégias para quebrar as barreiras produzidas

pelas plantas como a desintoxicação de compostos tóxicos (Scott & Wen, 2001), mecanismos de evasão e ainda seqüestro de compostos secundários para auxiliar na defesa contra inimigos naturais (Nishida, 2002; Silva et al., 2001).

Em ecossistemas naturais, plantas e insetos-praga são apenas alguns dos organismos vivos que estão continuamente interagindo de forma complexa (Mello & Silva-Filho, 2002). Visando a utilização de bioindicadores para avaliar o impacto das práticas de manejo de pragas e sistemas de cultivo, existe um interesse considerável na determinação destes impactos na conservação de comunidades de artrópodes benéficos (Carmona & Landis, 1999). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a preferência de parasitismo de *Trichogramma* spp. em ovos de *A. gemmatalis* provenientes de lagartas alimentadas com folhas de soja resistente e/ou folhas de soja susceptível.

Material & Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre, Espírito Santo em câmaras climáticas reguladas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 horas.

T. atopovirilia foi previamente selecionada como a espécie que apresentou o melhor desempenho sobre *A. gemmatalis* (Dados não publicados), sendo que os indivíduos foram retirados da coleção estoque do NUDEMAFI onde são mantidas com ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lep.: Pyralidae) utilizando-se uma dieta à base de farinha de trigo integral e de milho (97%) e levedura de cerveja (3%). A criação foi realizada em caixas plásticas (30 x 25 x 10 cm), em

cujo interior foram acondicionados fitas de papelão corrugado (25 X 2 cm), sendo a dieta, previamente homogeneizada, distribuída por sobre essas fitas, sendo os ovos aleatoriamente na dieta. Os adultos foram coletados diariamente através de um aspirador de pó adaptado, sendo as mariposas transferidas para tubos de PVC de 200 mm de diâmetro por 25 cm de altura, contendo no seu interior tiras de tela de “nylon”, dobradas em zig-zag, para a oviposição. Os ovos foram coletados diariamente, sendo que a criação e manutenção de *A. kuehniella* foi toda realizada em sala climatizada a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 horas.

Os indivíduos adultos de *T. atopovirilia* foram mantidos em recipientes de vidro (3 x 9 cm) tendo sido alimentados através de gotículas de mel depositados na parede interna dos mesmos. Para manutenção da espécie ovos do hospedeiro alternativo foram colados com goma arábica diluída a 5% em cartelas de cartolina (2,5 x 8 cm) e inviabilizados por exposição a lâmpada germicida por 50 minutos. Esses frascos foram lacrados com filme plástico de PVC para evitar a fuga desse parasitóide. Lagartas de *A. gemmatalis* foram acondicionadas em potes plásticos de 1100 mL, com tampa furada e vedada com organza para aumentar a aeração, alimentadas com os cultivares de soja MONARCA (Susceptível) (Tratamento 1) e IAC-24 (Resistente) (Tratamento 2) e mantidas à temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas.

Os adultos de *A. gemmatalis* foram acondicionados em gaiolas de madeira (40 x 40 x 40 cm) com as laterais teladas e tampa de vidro. Essas gaiolas permaneceram em salas climatizadas com temperatura semelhante à citada anteriormente, sendo que a escotofase apresentou um pouco luminosidade (penumbra) para estimular a cópula. A alimentação dos adultos foi realizada com um chumaço de algodão em uma placa de Petri (15 x 1,5 cm) embebido em solução nutritiva (mel 10,5g, água destilada 1,05L,

cerveja 350ml, sacarose 60g, nipagin 1,05g, ácido ascórbico 1,05g) para o fornecimento de nutrientes necessários à maturação dos ovários das fêmeas e aumento da longevidade dos adultos. As posturas foram coletadas em folha de papel branco dispostas no interior das gaiolas, as quais foram recortadas e colocadas nos potes de criação com folhas de planta resistente e/ou susceptível.

Para o teste de livre escolha foram acondicionadas 15 fêmeas recém emergidas de *T. atopovirilia*, alimentadas com gotículas de mel puro, por tratamento em tubos de vidro (7,0 x 1,3 cm), fechados com filme plástico PVC, sendo oferecido, para cada fêmea duas cartelas, uma com vinte ovos obtidos de lagartas alimentadas com planta de soja resistente e a outra com ovos obtidos de lagartas alimentadas com planta susceptível. Posteriormente as cartelas com ovos parasitados foram transferidas para sacos plásticos (23 x 4,0 cm), fechados, e mantidos em câmaras climatizadas reguladas como citado anteriormente até a emergência dos descendentes.

Para o teste de confinamento foram separados dois lotes contendo 15 fêmeas cada, sendo que para o primeiro lote foi oferecido cartelas com vinte ovos obtidos de lagartas alimentadas com planta de soja resistente e para o outro lote cartelas com vinte ovos obtidos de lagartas alimentadas com planta susceptível.

Para os dois testes foi avaliado o número de ovos parasitados, a emergência (%), a razão sexual o número de indivíduos emergidos por ovo e a média de fêmeas emergidas por tratamento, sendo o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 15 repetições (livre escolha – tubo contendo uma fêmea do parasitóide e duas cartelas, uma com ovos de *A. gemmatalis* alimentadas com plantas de soja resistente e outra com ovos provenientes de *A. gemmatalis* alimentadas com plantas de soja susceptível) (confinamento – tubo contendo uma fêmea do parasitóide e uma cartela com ovos de *A. gemmatalis* alimentadas com plantas de soja resistente

ou com ovos provenientes de *A. gemmatalis* alimentadas com plantas de soja susceptível) e as médias foram comparadas pelo Teste t de Student a 5% de probabilidade.

Resultados & Discussão

Para o teste onde as fêmeas de *T. atopovirilia* apresentaram chance de escolha para alocação do parasitismo não foi verificada diferença estatística para ovos de *A. gemmatalis* provenientes de alimentação com folhas de plantas resistente e susceptível (Tabela 1). Isto nos mostra que para o parasitismo *T. atopovirilia* não mostrou preferência em relação à origem dos ovos. A alimentação pode produzir diferentes comportamentos em relação ao terceiro nível trófico, sendo que eles poderiam repelir o parasitóide de acordo com compostos tóxicos liberados no ar ou presentes no próprio ovo do hospedeiro (Birkett et al., 2000; Bezzerides et al., 2004). No entanto, algumas plantas produzem um coquetel de compostos voláteis que podem agir como atraentes para insetos predadores, aumentando muito a taxa predação dos indivíduos (Birkett et al., 2000; Kessler & Baldwin 2001; Kessler et al., 2006). Os resultados nos mostram que *A. gemmatalis* se alimentando dessas variedades de planta não produziram nenhum efeito que pudesse influenciar dessa forma o comportamento de parasitismo de *T. atopovirilia*.

Em contrapartida, quando os parasitóides foram confinados e submetidos à exposição de ovos de *A. gemmatalis* provenientes apenas de um substrato alimentar os resultados do parasitismo apresentaram diferença significativa, pois os parasitóides que estavam confinados aos ovos provenientes de alimentação com planta resistente apresentaram maior número de ovos parasitados em relação ao outro tratamento

(planta suscetível) (Tabela 2). O que nos mostra que quando o parasitóide não tem a chance de escolher o parasitismo de ovos da praga proveniente de alimentação com plantas resistentes é bem maior do que com plantas suscetíveis. Esse comportamento pode não ser devido à produção de compostos voláteis que promovam atração ou repelência ao parasitóide e sim alguns compostos que atuam no mecanismo de defesa dos ovos, pois a maioria desses compostos são obtidos através do mecanismo de armazenamento dos herbívoros durante a alimentação (Patankar et al., 2001). Em programa de manejo integrado para soja a associação das técnicas de manejo (planta resistente x controle biológico) é promissor para o controle de *A. gemmatalis*.

A emergência de *T. atopovirilia* não foi afetada em ovos provenientes dos dois substratos alimentares, sendo que tanto para o tratamento onde o parasitóide de chance de livre escolha quanto no tratamento onde os mesmos foram confinados a ovos de cada substrato a emergência foi de 100% (Tabelas 1 e 2). Isto nos mostra que independente de apresentar alguma diferença no parasitismo os ovos apresentam qualidade nutricional suficiente para o desenvolvimento dos descendentes dos parasitóides (Hohmann & Luck, 2004; Nabil & Wakeil, 2007), e que a ação de alguns compostos que pudessem ser seqüestrados das plantas não afetou o ovo internamente, mostrando que apesar de todo o processo de co-evolução deste complexo alguns hospedeiros são mais susceptíveis a determinados inimigos naturais (Luhring et al., 2000; 2004) e mesmo sob a influência de fatores que desfavoráveis o hospedeiro apresenta grande qualidade para o desenvolvimento de *T. atopovirilia*.

A razão sexual de *T. atopovirilia* não apresentou diferença significativa quando em ovos provenientes de *A. gemmatalis* alimentadas com soja resistente ou susceptível tanto para o tratamento onde o parasitóide teve chance de escolha como no tratamento onde eles foram confinados a ovos provenientes de determinado substrato (Tabelas 1 e

2). Esses resultados reiteram que *A. gemmatalis* é um excelente hospedeiro para *T. atopovirilia*, pois todos os resultados apresentados para razão sexual foram acima de 0,74 o que representa uma boa relação macho-fêmea, pois em programas de controle biológico quanto maior o número de fêmeas maior o potencial de controle (Herz et al., 2007; Wakeil et al., 2008) e ainda mostra a qualidade nutricional do ovos, sendo que a alocação sexual é devido principalmente à qualidade do hospedeiro (Hohmann & Luck, 2004; Jeong & Stouthamer, 2006; Kapranas et al., 2008).

O número de indivíduos emergidos por ovo apresentou uma variação estatística no tratamento onde *T. atopovirilia* apresentou chance de escolha, sendo que emergiu um número menor de indivíduos de um mesmo ovo naqueles que foram provenientes de *A. gemmatalis* alimentadas com soja resistente (Tabela 1). Já para o tratamento onde o parasitóide foi confinado a ovos provenientes do mesmo substrato não houve diferença significativa (Tabela 2). Essa variação na preferência pelo parasitóide alocar um número maior de indivíduos em um mesmo ovo proveniente de soja susceptível no teste de livre escolha, pode ser devido à defesa produzida pelo hospedeiro (Arimura et al., 2000; Frey et al., 2000; Reymond et al., 2000; Ramos et al., 2001; Franco et al., 2002), pois o parasitóide encontra dificuldade em penetrar no ovo do hospedeiro, então ele oviposita um número maior de indivíduos em um mesmo ovo, sendo que esta característica não é muito desejável devido ao fato de que estes indivíduos encontram-se em uma situação de competição intra-específica (Collier & Hunter, 2001; Collier et al., 2002; Perez-Lachaud et al., 2002; De Moraes & Mescher, 2005; Harvey & Witjes, 2005; Yamamoto et al., 2007), além do fato que esse número maior de indivíduos por ovo não resultou em um maior número de fêmeas.

O número médio de fêmeas emergidas por tratamento é um parâmetro que leva em consideração todos os parâmetros avaliados e nos mostra qual tratamento

apresentou o melhor desempenho relativo à proporção de fêmeas nascidas, o que em um programa de controle biológico é a característica mais desejável na resposta do parasitóide em relação ao hospedeiro (Herz et al., 2007; Wakeil et al., 2008). Para o teste de livre escolha não houve diferença no número médio de fêmeas nascidas (Tabela 1). No entanto, para o teste onde o parasitóide ficou confinado a ovos provenientes de apenas um substrato, houve maior emergência de fêmeas para os ovos provenientes de *A. gemmatalis* alimentadas com plantas resistentes, sendo que esse número foi quase duas vezes maior do que para o tratamento com planta susceptível (Tabela 2). É conhecido que a alocação sexual é devido principalmente à qualidade do hospedeiro (Hohmann & Luck, 2004; Kapranas et al., 2008), dessa forma esse número maior de indivíduos-fêmea emergido deve-se provavelmente a qualidade maior de ovos provenientes desse substrato para o desenvolvimento de fêmeas, pois algumas variedades de plantas podem promover atração ao parasitóide (Halitschke et al., 2001), sendo que os resultados nos mostram que se tivesse acontecido essa atração as diferenças na razão sexual e média de fêmeas deveria ter sido refletida no teste de livre escolha e não no confinamento.

Dessa forma podemos concluir que independente da alimentação *A. gemmatalis* é um excelente hospedeiro para *T. atopovirilia*, apresentando grande potencial de ser controlada pelo parasitóide. Ainda, em um programa de manejo integrado de pragas na cultura da soja à associação planta resistente – *T. atopovirilia*, mostrou um potencial promissor para esta finalidade, pois quando o parasitóide recebeu ovos provenientes de lagartas alimentadas com a variedade resistente no teste de confinamento o parasitismo e ainda o número de fêmeas provenientes do tratamento foi potencializado e estas são as características mais desejáveis em um programa de manejo integrado de pragas com utilização de parasitóides.

Referencias

ARIMURA, G.I.; OZAWA, R.; SHIMODA, T.; NISHIOKA, T.; BOLAND, W.; TAKABAYASHI, J. Herbivory-induced volatiles elicit defense genes in lima bean leaves. **Nature**, v.406, p.512-515, 2000.

BALDWIN, I.T. An ecologically motivated analysis of plant-herbivore interactions in native tobacco. **Plant Physiology**, v. 127, p.1449-1458, 2001.

BEZZERIDES, A.; YONG, T.; BEZZERIDES, J.; HUSSEINI, J.; LADAU, J.; EISNER, M.; EISNER, T. Plant-derived pyrrolizidine alkaloid protects eggs of a moth (*Utetheisa ornatrix*) against a parasitoid wasp (*Trichogramma ostrinia*). **PNAS**, v.101, p.9029–9032, 2004.

BIRKETT, M.A.; CAMPBELL, C.A.M.; CHAMBERLAIN, K.; GUERRIERI, E.; HICK, A.J.; MARTIN, J.L.; MATTHES, M.; NAPIER, J.A.; PETTERSSON, J.; PICKETT, J.A.; POPPY, G.M.; POW, E.M.; PYE, B.J.; SMART, L.E.; WADHAMS, G.H.; WADHAMS, L.J.; WOODCOCK, C.M. New roles for cis-jasmone as an insect semiochemical and in plant defense. **PNAS**, v.97, p.9329-9334, 2000.

CARMONA D.M., LANDIS D.A. Influence of refuge habitats and cover crops on seasonal activity-density of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in field crops. **Environmental Entomology**, v.28, p.1145–1153, 1999.

COLLIER, T.C.; HUNTER, M.S. Lethal interference competition in the whitefly parasitoids *Eretmocerus eremicus* and *Encarsia sophia*. **Oecologia**, n.129, p.147–154, 2001.

COLLIER, T.C.; KELLY, S.; HUNTER, M.S. Egg size, intrinsic competition, and lethal interference in the parasitoids *Encarsia pergandiella* and *Encarsia formosa*. **Biological Control**, v.23, p.254-261, 2002.

- DE MORAES, C.M.; MESCHER, M.C. Intrinsic competition between larval parasitoids with different degrees of host specificity. **Ecological Entomology** v.30, p.564-570, 2005.
- FORDYCE, J.A.; AGRAWAL, A.A. The role of plant trichomes and caterpillar group size on growth and defense of the pipevine swallowtail *Battus philenor*. **Journal of Animal Ecology**, v.70, p.997-1005, 2001.
- FRANCO, O.L.; RIGDEN, D.J.; MELO, F.R.; GROSSI-DE-SÁ, M.F. Plant alpha-amylase inhibitors and their interaction with insect alpha-amylases-structure, function and potential for crop protection. **European Journal Biochemistry**, v.269, p.397-412, 2002.
- FREY, M.; STETTNER, C.; PARÉ, P.W.; SCHMELZ, E.A.; TUMLINSON, J.H.; GIERL, A. An herbivore elicitor activates the gene for indole emission in maize. **PNAS**, v.97, p.14801-14806, 2000.
- GRIESHOP, M.J.; FLINN, P.W.; NECHOLS, J.R.; CAMPBELL, J.F. Effects of fine-grain habitat complexity on egg parasitism by three species of *Trichogramma*. **Biological Control**, v.45, p.328–336, 2008.
- HALITSCHKE, R.; SCHITTKO, U.; POHNERT, G.; BOLAND, W.; BALDWIN, I.T. Molecular interactions between the specialist herbivore *Manduca sexta* (Lepidoptera, Sphingidae) and its natural host *Nicotiana attenuata*. III. Fatty Acid-Amino Acid conjugates in herbivore oral secretions are necessary and sufficient for herbivore-specific plant responses. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. v.125, p.711-717, 2001.
- HARUTA, M.; MAJOR, I.T.; CHRISTOPHER, M.E.; PATTON, J.J.; CONSTABEL, C.P. A *Kunitz trypsin* inhibitor gene family from trembling aspen (*Populus*

tremuloides Michx.): cloning, functional expression, and induction by wounding and herbivory. **Plant Molecular Biology**, v.46, p.347-359, 2001.

HARVEY, J.A.; WITJES, L.M.A. Comparing and contrasting life history and development strategies in the pupal hyperparasitoids *Lysibia nana* and *Gelis agilis* (Hymenoptera: Ichneuomonidae). **Applied Entomology and Zoology**, v.40, p.309-316, 2005.

HEGAZI, E.; HERZ, A.; HASSAN, S.A.; KHAFAGI, W.E.; AGAMY, E.; ZAITUN, A.; EL-AZIZ, G.A.; SHOWEIL, S.; EL-SAID, S.; KHAMIS, N. Field efficiency of indigenous egg parasitoids (Hymenoptera, Trichogrammatidae) to control the olive moth (*Prays oleae*, Lepidoptera, Yponomeutidae) and the jasmine moth (*Palpita unionalis*, Lepidoptera, Pyralidae) in an olive plantation in Egypt. **Biological Control**, v.43, p.171–187, 2007.

HERZ, A.; HASSAN, S.A. Are indigenous strains of *Trichogramma* sp. (Hym., Trichogrammatidae) better candidates for biological control of lepidopterous pests of the olive tree? **Biocontrol Science and Technology**, v. 16, p.841-857, 2006.

HERZ, A.; HASSAN, S.A.; HEGAZI, E.; KHAFAGI, W.E.; NASR, F.N.; YOUSSEF, A.I.; AGAMY, E.; BLIBECH, I.; KSENTINI, I.; KSANTINI, M.; JARDAK, T.; BENTO, A.; PEREIRA, J.A.; TORRES, L.; SOULIOTIS, C.; MOSCHOS, T.; MILONAS, P. Egg parasitoids of the genus *Trichogramma* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) in olive groves of the Mediterranean region. **Biological Control**, v.40, p.48–56, 2007.

HOHMANN, C.L; LUCK, R.F. Effect of Host Availability and Egg Load in *Trichogramma platneri* Nagarkatti (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and Its Consequences on Progeny Quality. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, p.413-422, 2004.

- JEONG, G.; STOUTHAMER, R. Influence of postzygotic reproductive isolation on the interspecific transmission of the paternal sex ratio chromosome in *Trichogramma*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.120, p.33–40, 2006.
- KAPRANAS, A.; PACHECO, P.; FORSTER, L.D.; MORSE, J.G.; LUCK, R.F. Precise sex ratios manifested by several encyrtid parasitoids (Hymenoptera: Encyrtidae) of brown soft scale, *Coccus hesperidum* L. (Hemiptera: Coccidae). **Behavioral Ecology of Sociobiology**, v.62, p.901–912, 2008.
- KESSLER, A.; BALDWIN, I.T. Defensive function of herbivore-induced plant volatile emissions in nature. **Science**, v. 291, p.2141-2144, 2001.
- KESSLER, A.; HALITSCHKE, R.; DIEZEL, C.; BALDWIN, I.T. Priming of plant defense responses in nature by airborne signaling between *Artemisia tridentata* and *Nicotiana attenuata*. **Oecologia**, v.148, p.280–292, 2006.
- KLIEBENSTEIN, D.J.; KROYMANN, J.; BROWN, P.; FIGUTH, A.; PEDERSEN, D.; GERSHENZON, J.; MITCHELL-OLDS, T. Genetic control of natural variation in Arabidopsis glucosinolate accumulation. **Plant Physiology**, v.126, p.811-825, 2001.
- LUHRING, K.A.; PAINE, T.D.; MILLAR, J.G.; HANKS, L.M. Suitability of the eggs of two species of Eucalyptus longhorned borers (*Phoracantha recurva* and *P. semipunctata*) as hosts for the encyrtid parasitoid *Avetianella longoi*. **Biological Control**, v.19, p.95-104, 2000.
- LUHRING, K.A.; MILLAR, J.G.; PAINE, T.D.; REED, D.; HANKS, L.M.; CHRISTIANSEN, H. Ovipositional preferences and progeny development of the egg parasitoid *Avetianella longoi*: factors mediating replacement of one species by a congener in a shared habitat. **Biological Control**, v.30, p.382-391, 2004.
- MACRAE, T.C.; BAUR, M.E.; BOETHEL, D.J.; FITZPATRICK, B.J.; GAO, A.G.; GAMUNDI, J.C.; HARRISON, L.A.; KABUYE, V.T.; McPHERSON, R.M.;

MIKLOS, J.A.; PARADISE, M.S.; TOEDEBUSCH, A.S.; VIEGAS, A. Laboratory and field evaluations of transgenic soybean exhibiting high-dose expression of a synthetic *Bacillus thuringiensis cryIA* gene for control of Lepidoptera. **Journal of Economic Entomology**, v.98, p.577-587, 2005.

MELLO, M.O.; SILVA-FILHO, M.C. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.14, p.71-81, 2002.

MIKLOS, J.A.; ALIBHAI, M.F.; BLEDIG, S.A.; CONNORWARD, D.C.; GAO, A.G.; HOLMES, B.A.; KOLACZ, K.H.; KABUYE, V.T.; MACRAE, T.C.; PARADISE, M.S.; TOEDEBUSCH, A.S.; HARRISON, L.A. Characterization of soybean exhibiting high expression of a synthetic *Bacillus thuringiensis cryIA* transgene that confers a high degree of resistance to Lepidopteran pests. **Crop Science**, v.47, p.148-157, 2007.

NABIL, E.; WAKEIL, EL. Evaluation of efficiency of *Trichogramma evanescens* reared on different factitious hosts to control *Helicoverpa armigera*. **Journal of pesticide science**, v.80, p.29–34, 2007.

NISHIDA, R. Sequestration of defensive substances from plants by lepidoptera. **Annual Review Entomology**, v. 47, p.57-92, 2002.

PATANKAR, A.G.; GIRI, A.P.; HARSULKAR, A.M.; SAINANI, M.N.; DESHPANDE, V.V.; RANJEKAR, P.K.; GUPTA, V.S. Complexity in specificities and expression of *Helicoverpa armigera* gut proteinases explains polyphagous nature of the insect pest. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v.31, p.453-464, 2001.

PEREZ-LACHAUD, G.; HARDY, I.C.W.; LAUCHAUD, J. Insect gladiators: competitive interactions between three species of bethylid wasps attacking the coffee

berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). **Biological Control** v.25, p.231-238, 2002.

PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C.; VIANNA, U.R.; ANDRADE, J.S.; GUIMARÃES, E.M.; ESPINDULA, M.C. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* on eggs of *Anagasta kuehniella* at different temperatures. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.193-196, 2004.

PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C.; VIANNA, U.R.; ANDRADE, J.S.; ZANOTTI, L.C.M.; SILVA, A.F. Biological Characteristics of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* (Hym.: Trichogrammatidae), Parasitoids of the Avocado Defoliator *Nipteria panacea* (Lep.: Geometridae), on Eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.48, p.7-13, 2005.

RAMOS, M.V.; SAMPAIO, A.H.; CAVADA, B.S.; CALVETE, J.J.; GRANGEIRO, T.B.; DEBRAY, H. Characterization of the sugar-binding specificity of the toxic lectins isolated from *Abrus pulchellus* seeds. **Glycoconjugate Journal**, v.18, p.391-400, 2001.

REYMOND, P.; WEBER, H.; DAMOND, M.; FARMER, E.E. Differential gene expression in response to mechanical wounding and insect feeding in Arabidopsis. **The Plant Cell**, v.12, p.707-719, 2000.

SCOTT, J.G.; WEN, Z.M. Cytochromes P450 of insects: the tip of the iceberg. **Pest Management Science**, v.57, p.958-967, 2001.

SHARLEY, D.J.; HOFFMANN, A.A.; THOMSON, L.J. The effects of soil tillage on beneficial invertebrates within the vineyard. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 10, p.233-243, 2008.

- SILVA, C.P.; TERRA, W.R.; GROSSI DE SÁ, M.F.; SAMUELS, R.I.; ISEJIMA, E.M.; BIFANO, T.D.; ALMEIDA, J.S. Induction of digestive α -amylases in larvae of *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae) in response to ingestion of common bean α -amylase inhibitor 1. **Journal of Insect Physiology**, v.47, p.1283-1290, 2001.
- SOARES, M.A.; LEITE, G.L.D.; ZANUNCIO, J.C.; ROCHA, S.L.; DE SÁ, V.G.M.; SERRÃO, J.E. Flight Capacity, Parasitism and Emergence of Five *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Species from Forest Areas in Brazil. **Phytoparasitica**, v.35, p.314-318, 2007.
- ULMER, B. C.; GILLOTT, C.; WOODS, D.; ERLANDSON, M. Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), feeding and oviposition preferences on glossy and waxy *Brassica rapa* (L.) lines. **Crop Protection**, v.21, p.327-331, 2002.
- YAMAMOTO, D.; HENDERSON, R.; CORLEY, L.S.; IWABUCHI, K. Intrinsic, inter-specific competition between egg, egg – larval, and larval parasitoids of plusiine loopers. **Ecological Entomology**, v.32, p.221–228, 2007.
- YOUSSEF, A.I.; NASR, F.N.; STEFANOS, S.S.; ELKHAIR, S.S.A.; SHEHATA, W.A.; AGAMY, E.; HERZ, A.; HASSAN, S.A. The side-effects of plant protection products used in olive cultivation on the hymenopterous egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal. **Journal of Applied Entomology**, v.128, p.593-599, 2004.
- WALKER, D.R.; ALL, J.N.; McPHERSON, R.M.; BOERMA, H.R.; PARROTT, W.A. Field evaluation of soybean engineered with a synthetic *cryI*Ac transgene for resistance to corn earworm, soybean looper, velvetbean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae), and lesser cornstalk borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v.93, p.613-622, 2000.

WAKEIL, N.E.; FARGHALY, H.T.; RAGAB, Z.A. Efficacy of inundative releases of *Trichogramma evanescens* controlling *Lobesia botrana* in vineyards in Egypt. **Journal of Pesticide Science**, v.81, p.49–55, 2008.

Tabela 1. Número de ovos parasitados, emergência (%), razão sexual, número de indivíduos emergidos por ovo e total de fêmeas emergidas por tratamento de *T. atopovirilia* em livre escolha por cartelas com ovos de *A. gemmatalis* alimentadas com plantas de soja resistente e outra com ovos provenientes de *A. gemmatalis* alimentadas com plantas de soja susceptível.

	Número de ovos parasitados	T	P
Resistente	5,80 ± 1,25 A		
Susceptível	3,70 ± 0,45 A	1,586	0,1300
	Emergência (%)	T	P
Resistente	100,00 ± 0,00 A		
Susceptível	100,00 ± 0,00 A	0,000	1,000
	Razão sexual	T	P
Resistente	0,75 ± 0,09 A		
Susceptível	0,74 ± 0,07 A	0,0343	0,9723
	Número de indivíduos emergidos por ovo	T	P
Resistente	1,63 ± 0,17 B		
Susceptível	2,36 ± 0,15 A	-3,3096	0,0038
	Média de fêmeas emergidas por tratamento	T	P
Resistente	7,49 ± 2,13 A		
Susceptível	6,15 ± 0,97 A	0,5715	0,5746

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem pelo teste t de student a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Número de ovos parasitados, emergência (%), razão sexual, número de indivíduos emergidos por ovo e total de fêmeas emergidas por tratamento de *T. atovirilia* confinadas em tubos com cartelas com ovos de *A. gemmatalis* alimentadas com plantas de soja resistente ou com ovos provenientes de *A. gemmatalis* alimentadas com plantas de soja susceptível.

	Número de ovos parasitados	T	P
Resistente	8,00 ± 0,84 A	4,2966	0,0004
Susceptível	4,00 ± 0,39 B		
	Emergência (%)	T	P
Resistente	100,00 ± 0,00 A	0,000	1,000
Susceptível	100,00 ± 0,00 A		
	Razão sexual	T	P
Resistente	0,77 ± 0,04 A	-0,1285	0,8991
Susceptível	0,78 ± 0,03 A		
	Número de indivíduos emergidos por ovo	T	P
Resistente	2,20 ± 0,15 A	-0,2963	0,7703
Susceptível	2,25 ± 0,09 A		
	Média de fêmeas emergidas por tratamento	T	P
Resistente	13,46 ± 1,82 A	3,2625	0,0043
Susceptível	7,02 ± 0,77 B		

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem pelo teste t de student a 5% de probabilidade.

**Qualidade de ovos de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae),
alimentadas em soja resistente e susceptível, para tabela de vida e sobrevivência
de *Trichogramma atopovirilia* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**

Resumo – Visando avaliar o impacto das práticas de manejo de pragas e diferentes sistemas de cultivo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade dos ovos de *A. gemmatalis*, alimentadas com folhas de soja resistente ou susceptível, na tabela de vida de fertilidade *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Foram oferecidos diariamente para o parasitismo de *T. atopovirilia* ovos de *A. gemmatalis* oriundos de criação com folhas de soja resistente e susceptível, além de dieta artificial até a morte dos parasitóides. Foram avaliados o tempo médio de uma geração (T), a taxa líquida de reprodução (R_0), a taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) a taxa finita de crescimento populacional (λ) e o tempo necessário para a população do parasitóide dobrar em número de indivíduos (DT). A tabela de vida não foi afetada pelos substratos alimentares utilizados. A reprodução e desenvolvimento de *T. atopovirilia* em *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) indicam que esse parasitóide pode ser usado em programas de manejo desse inseto-praga em associação com a variedade de soja resistente IAC-24.

Termos para indexação: *Glycine max*, resistência, antibiose, controle biológico, parasitóide de ovos

Introdução

Os desfolhadores se destacam entre os insetos fitófagos que danificam a soja, pois seus danos reduzem a produção e a qualidade dos grãos ou sementes dessa planta, sendo a lagarta da soja *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) a praga chave (Macrae et al., 2005) e suas lagartas podem consumir cerca de 110 cm² de folhas cada (Walker et al., 2000). Isto torna necessárias aplicações expressivas de inseticidas de forma preventiva em regiões de sua ocorrência (Macrae et al., 2005; Miklos et al., 2007), sendo que o seu uso implica em riscos ecológicos, toxicológicos e efeitos econômicos adversos (Youssef et al., 2004; Hegazi et al., 2007).

Para implementar uma programa de manejo integrado de pragas na cultura da soja, além do controle químico, várias outras alternativas de controle são viáveis, incluindo o controle biológico, com parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma*, principalmente em lepidópteros (Herz & Hassan, 2006; Hegazi et al., 2007; Soares et al., 2007) ou com outros insetos incluindo os predadores (Sharley et al., 2008; Grieshop et al., 2008). Outra alternativa muito considerada é o uso de plantas resistentes que têm assumido papel relevante em programas de manejo integrado de pragas (Matos Neto et al., 2002; Ulmer et al., 2002).

Para se avaliar a introdução de espécies de *Trichogramma* em programas de manejo integrado com utilização de plantas resistente deve-se levar em consideração que alguns insetos desenvolveram estratégias para ultrapassar obstáculos produzidos pelas plantas como a desintoxicação de compostos tóxicos (Scott & Wen, 2001), mecanismos de evasão e ainda seqüestro de compostos secundários para auxiliar na defesa contra inimigos naturais (Nishida, 2002; Silva et al., 2001).

Tabelas de fertilidade e de esperança de vida podem descrever a dinâmica de uma população de insetos pela duração e a sobrevivência de seus estágios e, combinados com dados de fecundidade das fêmeas, permitem estimar o tamanho e a estrutura de idade de uma população em determinado tempo (Golizadeh et al., 2008). Assim, o potencial de crescimento de populações de artrópodes pode ser previsto para estabelecer práticas de controle de pragas e para avaliar possíveis impactos negativos de fatores externos no desempenho de inimigos naturais por este método de análise (Pratissoli et al., 2004a; b).

Visando avaliar o impacto das práticas de manejo de pragas e sistemas de cultivo, existe um interesse considerável na determinação destes impactos na conservação de comunidades de artrópodes benéficos (Carmona & Landis, 1999). Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade dos ovos de *A. gemmatalis*, alimentadas com folhas de soja resistente ou susceptível, na tabela de vida de fertilidade *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

Materiais & Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre, Espírito Santo em câmaras climáticas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 horas.

T. atopovirilia foi previamente selecionada como a espécie que apresentou o melhor desempenho sobre *A. gemmatalis* (Dados não publicados), sendo que os

indivíduos foram retirados da coleção estoque do NUDEMAFI onde são mantidas com ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lep.: Pyralidae) utilizando-se uma dieta à base de farinha de trigo integral e de milho (97%) e levedura de cerveja (3%). A criação foi realizada em caixas plásticas (30 x 25 x 10 cm), em cujo interior foram acondicionados fitas de papelão corrugado (25 X 2 cm), sendo a dieta, previamente homogeneizada, distribuída por sobre essas fitas, sendo os ovos aleatoriamente na dieta. Os adultos foram coletados diariamente através de um aspirador de pó adaptado, sendo as mariposas transferidas para tubos de PVC de 200 mm de diâmetro por 25 cm de altura, contendo no seu interior tiras de tela de “nylon”, dobradas em zig-zag, para a oviposição. Os ovos foram coletados diariamente, sendo que a criação e manutenção de *A. kuehniella* foi toda realizada em sala climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 horas.

O parasitóide foi mantido em recipientes de vidro (3 x 9 cm) tendo os adultos sido alimentados através de gotículas de mel depositados na parede interna dos mesmos. Para manutenção da espécie ovos do hospedeiro alternativo foram colados com goma arábica diluída a 5% em cartelas de cartolina (2,5 x 8 cm) e inviabilizados por exposição a lâmpada germicida por 50 minutos. Esses frascos foram lacrados com filme plástico de PVC para evitar a fuga.

Ovos de *A. gemmatalis* foram obtidos da criação estoque, foram acondicionadas em potes plásticos de 1.100 mL com a tampa furada e vedada com organza para aumentar a aeração e alimentadas com dieta artificial a temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. A dieta artificial foi constituída por 125 g de feijão, 62,4 g de levedo de cerveja, 100 g de gérmen de trigo, 100 g de proteína de soja, 50 g de caseína, 35 g de agar, 5 g de nipagin, 6 g de ácido ascórbico, 3 g de ácido sórbico, 6 mL de formol a 40% e 10 g de solução vitamínica

(niacinamida, pantotenato de cálcio, tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido fólico, biotina e vitamina B₁₂) (Greene et al., 1976).

Para o testar o efeito das plantas sobre o parasitóide, lagartas de *A. gemmatalis* foram acondicionadas em potes plásticos de 1.100 mL, com tampa furada e vedada com organza para aumentar a aeração, alimentadas com os cultivares de soja MONARCA, Susceptível (Tratamento 1) e IAC-24, Resistente (Tratamento 2) à *A. gemmatalis* e mantidas à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas.

Os adultos de *A. gemmatalis* foram acondicionados em gaiolas de madeira (40 x 40 x 40 cm) com as laterais teladas e tampa de vidro. Essas gaiolas permaneceram em salas climatizadas com temperatura semelhante à citada anteriormente, sendo que a escotofase apresentou um pouco luminosidade (penumbra) para estimular a cópula. A alimentação dos adultos foi realizada com um chumaço de algodão em uma placa de Petri (15 x 1,5 cm) embebido em solução nutritiva (mel 10,5g, água destilada 1,05L, cerveja 350ml, sacarose 60g, nipagin 1,05g, ácido ascórbico 1,05g) para o fornecimento de nutrientes necessários à maturação dos ovários das fêmeas e aumento da longevidade dos adultos. As posturas foram coletadas em folha de papel branco dispostas no interior das gaiolas, as quais foram recortadas e colocadas nos potes de criação com folhas de planta resistente e/ou susceptível.

Para cada tratamento (ovos obtidos de lagartas alimentadas com folhas de soja resistente (Tratamento 1) ou susceptível (Tratamento 2)), 15 fêmeas (repetições) recém emergidas de *Trichogramma* spp., alimentadas com gotículas de mel puro, por tratamento, foram individualizadas em tubos de vidro (7,0 x 1,3 cm), sendo oferecido, para cada fêmea ovos de *A. gemmatalis*, fechados com filme plástico PVC. Cartelas contendo vinte ovos de *A. gemmatalis* foram diariamente introduzidas nos tubos para

cada fêmea individualizada. A troca das cartelas ocorreu diariamente, sempre no mesmo horário. As cartelas com ovos parasitados do dia anterior foram transferidas para sacos plásticos (23 x 4,0 cm), fechados, e mantidos em câmaras climatizadas reguladas como citado anteriormente até a emergência dos descendentes. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 15 repetições (tubo contendo uma fêmea do parasitóide) e 2 tratamentos (ovos obtidos de lagartas alimentadas com planta de soja resistente e susceptível).

A partir dos resultados dos parâmetros avaliados foi possível calcular o tempo médio de uma geração (T) (tempo entre o nascimento dos pais e o dos filhos), a taxa líquida de reprodução (R_0) (número de fêmeas adicionadas por uma fêmea durante toda sua vida), a taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) (taxa de aumento populacional por unidade de tempo) a taxa finita de crescimento populacional (λ) (número de fêmeas adicionadas a população por fêmea do parasitóide por unidade de tempo) e o tempo o tempo necessário para a população do parasitóide dobrar em número de indivíduos (DT) para obter a tabela de vida de fertilidade conforme Silveira Neto et al. (1976). As médias foram comparadas pelo teste t unilateral a 5% de significância, através do procedimento descrito em Maia et al. (2000), utilizando o programa estatístico SAS (SAS Institute, 1999).

Resultados & Discussão

Os resultados apresentados de *T. atopovirilia* em ovos de *A. gemmatalis* proveniente de criação com planta resistente e susceptível nos mostram que o efeito planta não foi observado (ação trans-ovariana), pois nos três sistemas de criação do hospedeiro não houve diferença significativa nos parâmetros relacionados ao

parasitismo, que em um programa de controle biológico é a característica mais desejável do parasitóide a ser utilizado (Herz et al., 2007; Wakeil et al., 2008).

A ação trans-ovariana de possíveis compostos provenientes da plantas não interferiu no parasitismo, *T. atopovirilia* apresentou alta qualidade para o parasitismo, mostrando que independente do substrato alimentar a qualidade dos ovos não foi afetada, pois a capacidade do indivíduo alocar ovos dos seus descendentes em um hospedeiro está também ligada à capacidade do parasitóide em reconhecer a qualidade do ovo do hospedeiro (Oliveira et al., 2000; Hansen & Jensen, 2002; Hohmann & Luck, 2004; Pratisoli et al., 2005a; Jeong & Stouthamer, 2006; Kapranas et al., 2008).

Para construir a tabela de vida foi levado em consideração os resultados de dinâmica populacional de *T. atopovirilia*, pois a tabela de vida é a melhor maneira de avaliar possíveis impactos negativos de fatores externos no desempenho de inimigos naturais (Pratisoli et al., 2004a; b; Golizadeh et al., 2008) e levando em consideração a capacidade do hospedeiro utilizar compostos extraídos da sua alimentação (Arimura et al., 2000; Frey et al., 2000; Reymond et al., 2000; Ramos et al., 2001; Franco et al., 2002) a dieta artificial foi também, uma ferramenta a mais para provar se as variedades utilizadas no experimento apresentaram alguma interferência sobre a espécie de *Trichogramma*.

O tempo médio de uma geração (T) de *T. atopovirilia* em ovos de *A. gemmatalis* foi menor para o tratamento onde os ovos foram provenientes de dieta, seguidos por soja resistente, sendo que o maior tempo foi apresentado para ovos provenientes de soja susceptível. Embora esse parâmetro possa ter apresentado diferença estatística à variação foi pequena, entre 11,77 e 12,67 (Tabela 1), mostrando que essa variação não foi tão significativa e a qualidade dos ovos provenientes dos três substratos não apresenta grande interferência no desenvolvimento do parasitóide, pois

o principal fator que afeta este parâmetro, além da temperatura (Shirazi, 2006; Ayvaz et al., 2008; Reznik et al., 2008), são as variações nutricionais dos hospedeiros (Pratissoli & Parra, 2000; Zhang et al., 2001; Pratissoli et al., 2004a; Pratissoli et al., 2004b).

Outro parâmetro que corrobora com as afirmações colocadas acima é o Tempo necessário para a população do parasitóide dobrar em número de indivíduos (DT), pois este parâmetro que é altamente dependente do tempo médio de uma geração (T) não apresentou diferença significativa, mostrando que essa pequena diferença apresentada para o tempo de uma geração (T) não afeta o tempo necessário para a população do parasitóide dobrar a quantidade de indivíduos (Tabela 1) e ainda, que *A. gemmatalis* é um excelente hospedeiro para *T. atopovirilia*.

A taxa líquida de reprodução (R_0) de *T. atopovirilia* não apresentou diferença significativa entre os substratos alimentares utilizados, isso demonstra que este parasitóide aumenta cerca de 20 vezes a cada geração, independente de se utilizar soja resistente como substrato alimentar (Tabela 1), o que comprova que a associação desta espécie do parasitóide com soja resistente para o controle de *A. gemmatalis* é promissora. Embora esse parâmetro não estime a verdadeira capacidade de aumento, por considerar apenas o número de fêmeas adicionadas por geração (Price, 1997), a importância de fêmeas em parasitoides e a baixa quantidade de machos em *T. atopovirilia* permitem uma previsibilidade do crescimento real da espécie. E ainda mostra a qualidade nutricional dos ovos, sendo que a alocação sexual é devido principalmente à qualidade do hospedeiro (Hohmann & Luck, 2004; Jeong & Stouthamer, 2006; Kapranas et al., 2008).

A taxa intrínseca de crescimento populacional (R_m) de *T. atopovirilia* em ovos de *A. gemmatalis* não apresentou diferença estatística para os três substratos

alimentares utilizados para a criação do hospedeiro (Tabela 1). Isso comprova que mesmo que o hospedeiro sofra alguma influencia dos compostos das plantas, que poderiam repelir o parasitóide de acordo com compostos tóxicos liberados no ar ou presentes no próprio ovo do hospedeiro (Birkett et al., 2000; Bezzerides et al., 2004), ou ainda produzir um coquetel de compostos voláteis que podem agir como atraentes para insetos predadores, aumentando muito a taxa predação dos indivíduos (Birkett et al., 2000; Kessler & Baldwin 2001; Kessler et al., 2006). Os resultados nos mostram que *A. gemmatalis* se alimentando dessas variedades de planta não produziram nenhum efeito que pudesse influenciar dessa forma a tabela de vida de *T. atopovirilia*, sendo que estes resultados obtidos para a alimentação com plantas foram comprovados na alimentação com dieta artificial.

A taxa finita de crescimento populacional (λ) foi positiva com acréscimo de fêmeas em idade reprodutiva a população do parasitóide, sendo que este parâmetro também não apresentou influencia dos substratos alimentares utilizados para o hospedeiro (Tabela 1). Este parâmetro é muito influenciado pela taxa líquida de reprodução (R_0), sendo assim a relação macho-fêmea mostra-se positiva e que este parasitóide tem capacidade de aumentar até 1,28 indivíduos fêmea/dia, mostrando mais uma vez o potencial de associação *T. atopovirilia* com a variedade de soja resistente para o controle de *A. gemmatalis*, pois em programas de controle biológico quanto maior o número de fêmeas maior o potencial de controle (Herz et al., 2007; Wakeil et al., 2008).

A reprodução e desenvolvimento de *T. atopovirilia* em *A. gemmatalis* indicam que esse parasitóide pode ser usado em programas de manejo desse inseto-praga em associação com a variedade de soja resistente IAC-24. No entanto, a recomendação desse inimigo natural em liberações inundativas requer avaliações do crescimento

populacional do inseto-praga e a adequação do número ideal de parasitoides a ser liberado em campo (Pratissoli et al., 2005b). Assim, os dados de *T. atopovirilia* precisam ser validados nessas condições em campo.

Referencias

ARIMURA, G.I.; OZAWA, R.; SHIMODA, T.; NISHIOKA, T.; BOLAND, W.; TAKABAYASHI, J. 2000. Herbivory-induced volatiles elicit defense genes in lima bean leaves. **Nature**, v. 406, n.1, p. 512-515.

AYVAZ, A.; KARASU, E.; KARABORKLU, S.; TUNÇBILEK, A.S. 2008. Effects of cold storage, rearing temperature, parasitoid age and irradiation on the performance of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Stored Products Research**, v.44, n.3, p. 232-240.

BEZZERIDES, A.; YONG, T.; BEZZERIDES, J.; HUSSEINI, J.; LADAU, J.; EISNER, M.; EISNER, T. 2004. Plant-derived pyrrolizidine alkaloid protects eggs of a moth (*Utetheisa ornatrix*) against a parasitoid wasp (*Trichogramma ostriniae*). **PNAS**, v.101, n.24, p. 9029–9032.

BIRKETT, M.A.; CAMPBELL, C.A.M.; CHAMBERLAIN, K.; GUERRIERI, E.; HICK, A.J.; MARTIN, J.L.; MATTHES, M.; NAPIER, J.A.; PETTERSSON, J.; PICKETT, J.A.; POPPY, G.M.; POW, E.M.; PYE, B.J.; SMART, L.E.; WADHAMS, G.H.; WADHAMS, L.J.; WOODCOCK, C.M. 2000. New roles for cis-jasmone as an insect semiochemical and in plant defense. **PNAS**, v.97, n.16, p. 9329-9334.

CARMONA D.M., LANDIS D.A. 1999. Influence of refuge habitats and cover crops on seasonal activity-density of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in field crops. **Environmental Entomology**, v.28, n.6, p. 1145–1153.

- FRANCO, O.L.; RIGDEN, D.J.; MELO, F.R.; GROSSI-DE-SÁ, M.F. 2002. Plant alpha-amylase inhibitors and their interaction with insect alpha-amylases-structure, function and potential for crop protection. **European Journal Biochemistry**, v.269, n.2, p. 397-412.
- FREY, M.; STETTNER, C.; PARÉ, P.W.; SCHMELZ, E.A.; TUMLINSON, J.H.; GIERL, A. 2000. An herbivore elicitor activates the gene for indole emission in maize. **PNAS**, v.97, n. 26, p. 14801-14806.
- GREENE, G.L.; LEPPLA, N.C.; DICKERSON, W.A. 1976. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v.69, n.4, p.487-488.
- GRIESHOP, M.J.; FLINN, P.W.; NECHOLS, J.R.; CAMPBELL, J.F. 2008. Effects of fine-grain habitat complexity on egg parasitism by three species of *Trichogramma*. **Biological Control**, v.45, n.1, p. 328–336.
- GOLIZADEH, A.; KAMALI, K.; FATHIPOUR, Y.; ABBASIPOUR, H. 2008. Life table and temperature-dependent development of *Diadegma anurum* (Hymenoptera: Ichneumonidae) on its host *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Environmental Entomology**, v.37, n.1, p. 38-44.
- HANSEN, L.S.; JENSEN, K.M.V. 2002. Effect of temperature on parasitism and host-feeding of *Trichogramma turkestanica* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v.95, p. 50-56.
- HEGAZI, E.; HERZ, A.; HASSAN, S.A.; KHAFAGI, W.E.; AGAMY E.; ZAITUN A.; ELAZIZ, G.A.; SHOWEIL, S.; EL-SAID, S.; KHAMIS, N. 2007. Field efficiency of indigenous egg parasitoids (Hymenoptera, Trichogrammatidae) to control the olive moth (*Prays oleae*, Lepidoptera, Yponomeutidae) and the jasmine moth (*Palpita*

unionalis, Lepidoptera, Pyralidae) in an olive plantation in Egypt. **Biological Control**, v.43, n.2, p. 171-187.

HERZ, A.; HASSAN, S.A. 2006. Are indigenous strains of *Trichogramma* sp. (Hym., Trichogrammatidae) better candidates for biological control of lepidopterous pests of the olive tree? **Biocontrol Science and Technology**, v. 16, n.8, p. 841-857.

HERZ, A.; HASSAN, S.A.; HEGAZI, E.; KHAFAGI, W.E.; NASR, F.N.; YOUSSEF, A.I.; AGAMY, E.; BLIBECH, I.; KSENTINI, I.; KSANTINI, M.; JARDAK, T.; BENTO, A.; PEREIRA, J.A.; TORRES, L.; SOULIOTIS, C.; MOSCHOS, T.; MILONAS, P. 2007. Egg parasitoids of the genus *Trichogramma* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) in olive groves of the Mediterranean region. **Biological Control**, v.40, n.1, p. 48–56.

HOHMANN, C.L; LUCK, R.F. 2004. Effect of Host Availability and Egg Load in *Trichogramma platneri* Nagarkatti (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and Its Consequences on Progeny Quality. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, n.3, p. 413-422.

JEONG, G.; STOUTHAMER, R. 2006. Influence of postzygotic reproductive isolation on the interspecific transmission of the paternal sex ratio chromosome in *Trichogramma*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.120, n.1, p. 33–40.

KAPRANAS, A.; PACHECO, P.; FORSTER, L.D.; MORSE, J.G.; LUCK, R.F. 2008. Precise sex ratios manifested by several encyrtid parasitoids (Hymenoptera: Encyrtidae) of brown soft scale, *Coccus hesperidum* L. (Hemiptera: Coccidae). **Behavioral Ecology of Sociobiology**, v. 62, n.1, p. 901–912.

KESSLER, A.; BALDWIN, I.T. 2001. Defensive function of herbivore-induced plant volatile emissions in nature. **Science**, v. 291, n.5511, p. 2141-2144.

- KESSLER, A.; HALITSCHKE, R.; DIEZEL, C.; BALDWIN, I.T. 2006. Priming of plant defense responses in nature by airborne signaling between *Artemisia tridentata* and *Nicotiana attenuata*. **Oecologia**, v.148, n.2, p. 280–292.
- MACRAE, T.C.; BAUR, M.E.; BOETHEL, D.J.; FITZPATRICK, B.J.; GAO, A.G.; GAMUNDI, J.C.; HARRISON, L.A.; KABUYE, V.T.; McPHERSON, R.M.; MIKLOS, J.A.; PARADISE, M.S.; TOEDEBUSCH, A.S.; VIEGAS, A. 2005. Laboratory and field evaluations of transgenic soybean exhibiting high-dose expression of a synthetic *Bacillus thuringiensis cryIA* gene for control of Lepidoptera. **Journal of Economic Entomology**, v.98, n.2, p.577-587.
- MAIA, A.H.N; LUIZ, A.J.B.; CAMPANHOLA, C. 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, v.93, p. 511-518.
- MATOS NETO, F.C.; ZANUNCIO, J.C.; PICANÇO, M.C.; CRUZ, I. Reproductive characteristics of the predator *Podisus nigrispinus* fed with an insect resistant soybean variety. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.917-924, 2002.
- MIKLOS, J.A.; ALIBHAI, M.F.; BLEDIG, S.A.; CONNORWARD, D.C.; GAO, A.G.; HOLMES, B.A.; KOLACZ, K.H.; KABUYE, V.T.; MACRAE, T.C.; PARADISE, M.S.; TOEDEBUSCH, A.S.; HARRISON, L.A. 2007. Characterization of soybean exhibiting high expression of a synthetic *Bacillus thuringiensis cryIA* transgene that confers a high degree of resistance to Lepidopteran pests. **Crop Science**, v.47, n.1, p.148-157.
- NISHIDA, R. 2002. Sequestration of defensive substances from plants by lepidoptera. **Annual Review Entomology**, v. 47, n.1, p. 57-92.
- OLIVEIRA, H.N.; ZANUNCIO, J.C.; PRATISSOLI, D.; CRUZ, I. 2000. Parasitism rate and viability of *Trichogramma maxacalii* (Hym.: Trichogrammatidae), parasitoid

of the *Eucalyptus* defoliator *Euselasia apisaon* (Lep.: Riodinidae), on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae). **Forest Ecology and Management**, v.130, p. 1-6.

PRATISSOLI, D.; PARRA J.R.P. 2000. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in eggs of *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae) at different temperatures. **Journal of applied Entomology**, v.124, p. 339-342.

PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO J.C.; VIANNA U.R.; ANDRADE, J.S.; GUIMARÃES E.M.; ESPINDULA, M.C. 2004a. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* on eggs of *Anagasta kuehniella* at different temperatures. **Pesquisa agropecuária Brasileira**. Brasília, v.39, n.2, p.193-196.

PRATISSOLI, D.; FERNADES, O.A.; ZANUNCIO, J.C.; PASTORI, P.L. 2004b. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) eggs at different constant temperatures. **Annals of the Entomological Society of America**. Lanham, v.97, n. 3, p. 729-731.

PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C.; VIANNA, U.R.; ANDRADE, J.S.; PINON, T.B.M.; ANDRADE, G.S. 2005a. Thermal requirements of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* (Hym.:Trichogrammatidae), parasitoids of the avocado defoliator *Nipteria panacea* (Lep: Geometridae), in eggs of two alternative hosts. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.48, n.1, p. 523-529.

PRATISSOLI, D.; THULER, R.T.; ANDRADE, G.S.; ZANOTTI, L.C.M.; DA SILVA, A.F. 2005b. Estimativa de *Trichogramma pretiosum* para controle de *Tuta absoluta* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.7, p. 715-718.

- PRICE, P.W. Population dynamics: Conceptual aspects. In: Insect Ecology. 3rd. ed., John Wiley, New York, 1997, 874p.
- RAMOS, M.V.; SAMPAIO, A.H.; CAVADA, B.S.; CALVETE, J.J.; GRANGEIRO, T.B.; DEBRAY, H. 2001. Characterization of the sugar-binding specificity of the toxic lectins isolated from *Abrus pulchellus* seeds. **Glycoconjugate Journal**, v.18, n.5, p. 391-400.
- REYMOND, P.; WEBER, H.; DAMOND, M.; FARMER, E.E. 2000. Differential gene expression in response to mechanical wounding and insect feeding in Arabidopsis. **The Plant Cell**, v.12, n.1, p. 707-719.
- REZNIK, S.Y.A.; VAGHINA, N.P.; VOINOVICH, N.D. 2008. Diapause induction in *Trichogramma embryophagum* Htg. (Hym., Trichogrammatidae): the dynamics of thermosensitivity. **Journal of Applied Entomology**, v.132, n.6, p. 502-509.
- SAS Institute. **SAS/STAT® User's guide**. Cary NC. v.2, 1999, 846p.
- SCOTT, J.G.; WEN, Z.M. 2001. Cytochromes P450 of insects: the tip of the iceberg. **Pest Management Science**, v.57, n.10, p. 958-967.
- SHARLEY, D.J.; HOFFMANN, A.A.; THOMSON, L.J. 2008. The effects of soil tillage on beneficial invertebrates within the vineyard. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 10, n.1, p. 233–243.
- SHIRAZI, J. 2006. Effect of temperature and photoperiod on the biological characters of *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Pakistan Journal of Biological Science**, v.9, n.5, p. 820-824.
- SILVA, C.P.; TERRA, W.R.; GROSSI DE SÁ, M.F.; SAMUELS, R.I.; ISEJIMA, E.M.; BIFANO, T.D.; ALMEIDA, J.S. 2001. Induction of digestive α -amylases in larvae of *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae) in response to ingestion of

common bean α -amylase inhibitor 1. **Journal of Insect Physiology**, v.47, p. 1283-1290.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILA NOVA, N.A. 1976. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Ceres, 419p.

SOARES, M.A.; LEITE, G.L.D.; ZANUNCIO, J.C.; ROCHA, S.L.; DE SÁ, V.G.M.; SERRÃO, J.E. Flight Capacity, Parasitism and Emergence of Five *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Species from Forest Areas in Brazil. **Phytoparasitica**, v.35, p.314-318, 2007.

ULMER, B. C.; GILLOTT, C.; WOODS, D.; ERLANDSON, M. Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), feeding and oviposition preferences on glossy and waxy *Brassica rapa* (L.) lines. **Crop Protection**, Guildford, v. 21, n. 4, p. 327-331, 2002.

YOUSSEF, A.I.; NASR, F.N.; STEFANOS, S.S.; ELKHAIR, S.S.A.; SHEHATA, W.A.; AGAMY, E.; HERZ, A.; HASSAN, S.A. 2004. The side-effects of plant protection products used in olive cultivation on the hymenopterous egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal. **Journal of Applied Entomology**, v.128, n. 9-10, p. 593-599.

WALKER, D.R.; ALL, J.N.; McPHERSON, R.M.; BOERMA, H.R.; PARROTT, W.A. 2000. Field evaluation of soybean engineered with a synthetic *cryIAc* transgene for resistance to corn earworm, soybean looper, velvetbean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae), and lesser cornstalk borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v.93, n.3, p.613-622.

WAKEIL, N.E.; FARGHALY, H.T.; RAGAB, Z.A. 2008. Efficacy of inundative releases of *Trichogramma evanescens* in controlling *Lobesia botrana* in vineyards in Egypt. **Journal of Pesticide Science**, v.81, n.1, p. 49–55.

ZHANG, W.Q.; AGAMY, E.; HASSAN, S.A. 2001. Life-table characteristics of four candidates species of the genus *Trichogramma* to control the diamondback moth *Plutella xylostella* (L.). **Journal of Plant Diseases and Protection. Berlin**, v.108, n. 2, p.413-418.

Tabela 1. Estimativa Jackknife dos parâmetros de crescimento populacional de *Trichogramma atopovirilia* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes substratos alimentares.

Tratamento	T	R_o	R_m	λ	DT
Dieta	11.77A	20.54A	0.26A	1.29A	2.67A
Resistente	12.13B	20.47A	0.25A	1.28A	2.77A
Susceptível	12.67C	19.64A	0.23A	1.26A	2.92A

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste 't' ao nível de 5% de probabilidade.

Considerações Finais

A associação das técnicas de manejo fitossanitário com o parasitóide de ovos *T. atovirilia* e a variedade resistente de soja (IAC-24) mostrou-se promissora para serem utilizadas contra *A. gemmatalis*, pois o parasitóide parasitou ovos da praga com eficiência e não mostrou preferência por ovos provenientes de criação realizada com soja resistente ou susceptível, ainda mostrou melhor desempenho quando o seu desenvolvimento ocorreu em ovos de criação com planta resistente. A tabela de vida também não mostrou diferença nos aspectos reprodutivos do parasitóide em ovos de *A. gemmatalis* criada em soja susceptível, resistente e dieta artificial.

Dessa forma, além da utilização de planta resistente não ter provocado qualquer influência negativa no parasitóide, *A. gemmatalis* mostrou-se um excelente hospedeiro para espécies de *Trichogramma*. Assim, os resultados sugerem que a associação parasitóide – planta resistente (IAC-24) pode ser eficiente para o controle da lagarta da soja.