

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

JOÃO PAULO PEREIRA PAES

SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE *Trichogramma*
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) EM *Duponchelia*
fovealis Zeller (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

ALEGRE – ES

2015

JOÃO PAULO PEREIRA PAES

SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE *Trichogramma*
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) EM *Duponchelia*
fovealis Zeller (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, na área de Fitossanidade.

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Pratissoli;

Coorientador: Prof. Dr. Hugo Bolsoni Zago.

ALEGRE – ES

2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Paes, João Paulo, 1988-
P126s Seleção e caracterização de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae) / João Paulo Pereira Paes. – 2015.
83 f. : il.

Orientador: Dirceu Pratissoli.

Coorientador: Hugo Bolsoni Zago.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Controle biológico. 2. Praga exótica. 3. Morango. 4. Manejo. 5. Parasitóides. I. Pratissoli, Dirceu. II. Zago, Hugo Bolsoni. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 63

JOÃO PAULO PEREIRA PAES

SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE *Trichogramma* (HYMENOPTERA:
TRICHOGRAMMATIDAE) EM *Duponchelia fovealis* Zeller (LEPIDOPTERA:
CRAMBIDAE)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, na área Fitossanidade.

Aprovada em 27 de fevereiro de 2015.

COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof. Dr. Dirceu Pratissoli
Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal do
Espírito Santo - UFES
Orientador



Prof. Dr. Hugo Bolsoni Zago
Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal do
Espírito Santo - UFES



Prof. Dr. Anderson Mathias Holtz
Instituto Federal de Ensino, Ciência e Tecnologia do
Espírito Santo (IFES) – Campus Itapina

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Paulo Roberto Paes e Joana Darc Pereira da Cunha Paes, às minhas irmãs, aos meus tios Lacy e Marcia e pelo esforço, pelo apoio, pelo incentivo, pela educação, pela paciência e pelo amor a mim dedicados durante essa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela saúde e inteligência concedida, bem como todas as oportunidades que me foram oferecidas;

Aos meus pais Paulo Roberto e Joana Darc, pela força e pelo apoio incondicional e a toda minha família que sempre torceu pelo meu sucesso;

Ao orientador, Prof. Dr. Dirceu Pratissoli, pela confiança, atenção e amizade;

Ao professor Prof. Dr. Hugo Bolsoni Zago pelas valiosas sugestões e pelo tempo disponibilizado.

Ao professor Prof. Dr. Hugo José Gonçalves dos Santos Junior pelo apoio e pela amizade durante esta caminhada;

Ao meu amigo Leonardo Mardgan, pelo apoio e pela amizade durante esta caminhada;

Aos meus amigos e funcionários do Laboratório de entomologia do NUDEMAFI que estiveram presentes em todos os momentos;

Aos meus amigos Victor, Lorena, Ingrid, Marcel, Debora, Laura, Higor, Wilson e Amanda, que investiram parte de seu tempo, tornando bem mais agradável a montagem dos experimentos;

Ao amigo Vitor Zuim presente em praticamente todos os momentos da escrita deste trabalho;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo concedimento da bolsa de estudo, ao CNPq e a FAPES pelo auxílio financeiro;

Aos professores da minha banca examinadora, Hugo Bolsoni Zago e Anderson Mathias Holtz, pela prontidão e disponibilidade.

BIOGRAFIA

João Paulo Pereira Paes, nascido no município de Guaçuí - Espírito Santo, criado na zona rural do município de Varre-Sai - Rio de Janeiro, nascido, no dia 06 de dezembro de 1988, segundo filho da família composta de três filhos de Paulo Roberto Paes e Joana Darc Pereira da Cunha Paes. Fez os estudos fundamentais na Escola Municipal de Ensino Fundamental Santa Rita do Prata e concluiu o ensino médio na Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa, onde se formou em Técnico em Agropecuária com habilitação em agricultura. Aos 18 anos ingressou na Universidade Federal do Espírito Santo, na cidade de Alegre, com o propósito de se tornar Engenheiro Agrônomo. Durante toda graduação, fez parte da equipe do Laboratório do NUDEMAFI, estagiando e participando do programa de iniciação científica, onde teve a oportunidade de crescer pessoal e profissionalmente. Aos 24 anos de idade, obteve o título de Bacharel em Agronomia e ingressou no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, atuando na área de controle biológico, sob a orientação do Prof. Dr. Dirceu Pratissoli. Aos 27 de fevereiro de 2015, defendeu sua dissertação, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, Área de Concentração em Fitossanidade (Entomologia).

RESUMO

SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE *Trichogramma* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) VISANDO MANEJO DE *Duponchelia fovealis* Zeller (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

O morango é uma planta herbácea, rasteira e perene da família Rosaceae, sendo produzida e apreciada nas mais variadas regiões do mundo. Contudo, o sistema produtivo desta olerícola comumente é acometido por artrópodes praga. No Brasil, além dos organismos praga já conhecidos, uma nova praga tem prejudicado nos cultivos, trata-se da mariposa *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera:Crambidae), identificada nos estados do Paraná, Espírito santo e Minas Gerais. Em face do potencial de dano, por se tratar de uma praga nova no país e pela carência de produtos registrados para o controle das infestações. O estudo de métodos de controle dos níveis populacionais pelo emprego de agentes de controle biológico, pode se tornar uma importante ferramenta de regulação deste inseto praga. Deste modo, o presente trabalho teve por objetivo selecionar espécies e ou linhagens de *Trichogramma*, bem como, avaliar as características biológicas deste parasitoide no hospedeiro *D. fovealis*, quando exposto a ovos de diferentes fases de desenvolvimento embrionário, a diferentes densidades de ovos e diferentes condições térmicas. As espécies/linhagens que se mostraram mais eficazes foram *T. pretiosum* e *T. galloi*, que apresentaram porcentagem de parasitismo em torno de 50%. Com relação ao desenvolvimento embrionário, este afetou significativamente o parasitismo de ambas as espécies de parasitoide, porém não verificou influência da idade dos ovos nos demais parâmetros biológicos. Para densidade de ovos, verificou influência deste parâmetro para número de ovos parasitados que, aumentou proporcionalmente a densidade de ovos e na porcentagem de parasitismo que, foi inversamente proporcional ao aumento da densidade. No que, refere-se ao efeito da temperatura, estas afetam significativamente o tempo de desenvolvimento dos parasitoides, sendo que, observou-se redução do ciclo ovo-adulto de ambas as espécies de *Trichogramma*, quanto aos demais parâmetros, observou boas características em

todas as temperaturas estudadas. Portanto, verificou-se que o parasitoide demonstrou potencial para uma possível utilização em programas de manejo de *D. fovealis*.

Palavras-chave: Controle biológico, praga exótica, morangueiro, manejo, parasitoides.

ABSTRACT

SELECTION AND CHARACTERIZATION OF *Trichogramma* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) AIMING MANAGEMENT OF *fovealis Duponchelia* Zeller (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

The strawberry is a herbaceous climbing plant and perennial Rosaceae family, being produced and appreciated in various regions of the world. However, the production system of this vegetable crop is commonly affected by arthropod pests. In Brazil, in addition to pest organisms known, a new pest has damaged the crops, it is the moth *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), identified in the states of Paraná, Minas Gerais and Espírito Santo. In view of the potential damage, because it is a new pest in the country and lack of products registered for the control of infestations. The study of control methods in population levels by the use of biological control agents, can become an important regulatory tool of this insect pest. Thus, this study aimed to select species and strains of *Trichogramma* or as well as, evaluating the biological characteristics of this parasitoid in the host *D. fovealis* when exposed to eggs from different stages of embryonic development, different egg densities and different thermal conditions. The species / strains that were more effective were *T. pretiosum* and *T. galloi* presenting percentage parasitism around 50%. With regard to embryonic development, this significantly affected the parasitism of both parasitoid species, but not verified influence of age of eggs in other biological parameters. For density of eggs, no influence of this parameter to the number of parasitized eggs, increased proportionally the density of eggs and parasitism that was inversely proportional to the increase in density. As refers to the effect of temperature, these significantly affect the development time of the parasitoid, and, there was a reduction of egg-adult cycle of both species of *Trichogramma*, as the other parameters, good features observed in all temperatures studied. Therefore, it was found that the parasitoid has demonstrated potential for possible use in the management program *D. fovealis*.

Keywords: Biological control, exotic pests, strawberry, management, parasitoids.

SUMÁRIO

1 CAPÍTULO I	14
1.1 INTRODUÇÃO.....	14
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
1.2.1 A cultura do morango	16
1.2.1.1 Caracterização botânica e histórica do morangueiro.....	16
1.2.1.2 Importância econômica e social do morango	17
1.2.1.3 Principais Artrópodes praga presentes na cultura do morango	17
1.2.2 <i>Duponchelia fovealis</i>	18
1.2.2.1 Origem e Distribuição	18
1.2.2.2 Características biológicas e injúrias de <i>Duponchelia fovealis</i>	19
1.2.3 Métodos de manejo de <i>Duponchelia fovealis</i>	21
1.2.3.1 Controle cultural	21
1.2.3.2 Manejo comportamental	21
1.2.3.3 Controle químico	22
1.2.3.4 Controle biológico.....	22
1.3 REFERÊNCIAS.....	26
2 CAPÍTULO II	30
2.1 INTRODUÇÃO.....	32
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
2.2.1 Criação de <i>Duponchelia fovealis</i>	34
2.2.2 Manutenção e Multiplicação dos parasitoides	34
2.2.3 Seleção de espécies/linhagens de Trichogramma.	35
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
2.3.1 Número de ovos parasitados	37
2.3.2 Porcentagem de emergência (Viabilidade)	38
2.3.3 Número de parasitoides por ovo	39

2.3.4 Razão sexual	39
2.4 CONCLUSÃO	41
2.5 REFERÊNCIAS.....	42
3 CAPÍTULO III	44
3.1 INTRODUÇÃO	46
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	48
3.2.1 Criação de <i>D. fovealis</i>	48
3.2.2 Manutenção e Multiplicação dos parasitoides	49
3.2.3 Influência do desenvolvimento embrionário dos ovos de <i>D. fovealis</i> sobre fêmeas de <i>T. pretiosum</i> e <i>T. galloi</i>	49
3.2.4 Influência da densidade de ovos de <i>D. fovealis</i> sobre fêmeas de	50
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
3.3.1 Influência do desenvolvimento embrionário dos ovos de <i>D. fovealis</i> sobre fêmeas de <i>T. pretiosum</i> e <i>T. galloi</i>	51
3.3.1.1 número de ovos parasitados	51
3.3.1.2 Porcentagem emergência (viabilidade)	52
3.3.1.3 Número de indivíduo por ovo.....	53
3.3.1.4 Razão sexual.....	54
3.3.2 Influência da densidade de ovos de <i>D.fovealis</i> sobre fêmeas de <i>T. pretiosum</i> e <i>T. galloi</i>	55
3.3.2.1 Número de ovos parasitados.....	55
3.3.2.2 Porcentagem de parasitismo	56
3.3.2.3 Porcentagem de emergência (viabilidade)	57
3.3.2.4 Número de indivíduo por ovo.....	58
3.3.2.5 Razão sexual.....	58
3.4 CONCLUSÃO	61
3.5 REFERÊNCIAS.....	62
4 CAPÍTULO IV	66

4.1 INTRODUÇÃO	68
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	70
4.2.1 Criação de <i>D. fovealis</i>	70
4.2.2 Manutenção e Multiplicação dos parasitoides	70
4.2.3 Biologia de <i>T. pretiosum</i> e <i>T. galloi</i> em diferentes temperaturas	71
4.2.4 Determinação das exigências térmicas de <i>T. pretiosum</i> e <i>T.galloi</i>	72
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
4.3.1 Biologia de <i>T. pretiosum</i> e <i>T. galloi</i> em diferentes temperaturas	73
4.3.1.1 Tempo de desenvolvimento.....	73
4.3.1.2 Porcentagem de emergência.....	74
4.3.1.3 Razão sexual.....	76
4.3.1.4 Número de indivíduo por ovo.....	77
4.3.2 Determinação das exigências térmicas de <i>T. pretiosum</i> e <i>T. galloi</i>	78
4.4 CONCLUSÃO	81
4.4 REFERÊNCIAS.....	82

1 CAPÍTULO I

1.1 INTRODUÇÃO

O morango, *Fragaria x ananassa* Duch., é uma olerícula de pequeno porte produzida e apreciada em várias regiões do mundo, cujo fruto é amplamente apreciado. Esta espécie é o resultado da hibridação interespecífica de espécies selvagens de morangueiros originárias das Américas (BRAHM; OLIVEIRA, 2004). Cultivada predominantemente em propriedades familiares, destaca-se pela alta rentabilidade por área e intensa demanda de mão de obra, demonstrando seu papel social (ANTUNES; DUARTE FILHO, 2005).

No Brasil, a produção desta olerícula se destaca nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná, Espírito Santo, Santa Catarina, Goiás e Rio de Janeiro, mobilizando cerca de 3.500 hectares cultivados (SPECHT; BLUME, 2009). Contudo, a produção tradicionalmente é tida como problemática, isto é, que esta cultura é comumente acometida por pragas e doenças, as maiores fontes de preocupação dos produtores (SANHUEZA et al., 2005; REIS; COSTA, 2011).

No entanto, além dos problemas fitossanitários tradicionais para os produtores, um inseto exótico à entomofauna passou a causar danos em cultivos de morango. Trata-se da mariposa *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), espécie originária da região mediterrânea e ilhas canárias que, atualmente apresenta ampla distribuição geográfica, sendo encontrada na Europa, África, Estados Unidos, Canadá e mais recentemente no Brasil, porém com ocorrência restrita aos estados do Paraná, Espírito Santo e Minas Gerais (ZAWADNEAK et al., 2011; SOUZA et al., 2013; CABI, 2013).

Este inseto praga é polífago e alimenta-se de cerca de 38 gêneros de plantas, entre as quais são encontrados gêneros alimentícios, plantas ornamentais, plantas infestantes e espécies aquáticas (BRAMBILA; STOCKS, 2010; STOKES; HODGES, 2013). Contudo, no Brasil, os relatos da sua ocorrência foram realizados em 2007, 2010 e 2013, em plantios de morango, os quais foram constatados por produtores

paranaenses, capixabas e mineiros, respectivamente (ZAWADNEAK et al., 2011; SOUZA et al., 2013).

Em função do recente aparecimento deste inseto na entomofauna brasileira, ainda não existem medidas de manejo regulamentadas para o controle das infestações, tornando assim o desenvolvimento e a utilização de técnicas alternativas a principal ferramenta de manejo para *D. fovealis*.

Em escala mundial, vários inimigos naturais são relacionados a esta praga, como entomopatógenos, predadores (ácaros e coleópteros), e parasitoides (Braconidae e Trichogramma) (BRAMBILA; STOCKS, 2010; WHITE, 2012). Tratando-se de parasitoides do gênero Trichogramma, na Alemanha ao menos duas espécies já se mostraram adequadas ao manejo de *D. fovealis*, são elas, *Trichogramma brassicae* Bezdenko e *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (ZIMMERMANN, 2004).

No Brasil, de modo geral, Trichogramma destaca-se pela grande variedade de espécies, gama de hospedeiros, principalmente da ordem lepidóptera, pela facilidade de produção massal para realização de liberações inundativas e pelo fato deste agente realizar o controle na fase de ovo, ou seja, antes das lagartas causarem injúrias no morangueiro. Este fato viabiliza os estudos relativos ao uso destes parasitoides no controle de *D. fovealis* no Brasil.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 A cultura do morango

1.2.1.1 Caracterização botânica e histórica do morangueiro

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) é uma planta herbácea e perene da família Rosaceae, propagada por via vegetativa, através de estolhos que se originam a partir das gemas basais das folhas (FERLA et al., 2007). Trata-se de uma planta rasteira de pequeno porte com folhas compostas por três folíolos e flores brancas ou róseas (SATO; ASSUMPÇÃO, 2002).

O fruto, que é o objeto de consumo, na realidade, trata-se de um pseudofruto, resultado do desenvolvimento conjunto do receptáculo floral de diversas flores que se agrupam em uma haste carnosa e quando estão maduros apresenta coloração avermelhada. Os frutos verdadeiros são os pequenos pontos sobre a superfície do morango, chamados de aquênios (SATO; ASSUMPÇÃO, 2002; CALEGARIO, 2009).

O morango é uma fruta consumida e apreciada em todo mundo e seu consumo é citado em épocas remotas e era conhecido como "fragum" ou "fraga", devido ao seu sabor doce. Existem relatos dessa cultura sendo cultivada na Europa por volta do século XV, em hortas francesas e inglesas, as quais os produtores cultivavam duas espécies nativas, *Fragaria vesca* L. e *Fragaria moschata* Duch. (SANHUEZA et al., 2005).

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.), tal como se conhece é o resultado do cruzamento natural de duas espécies de morangueiro selvagens, *Fragaria chiloensis*, originária do Chile, e *Fragaria virginiana*, da América do Norte. Essas duas espécies de morango selvagens foram encontradas pelos europeus por volta do século XVII e levadas para a Europa onde foram cultivados em hortas caseiras, possibilitando o cruzamento natural e conseqüentemente a formação do híbrido de morango que foi obtido a mais de 300 anos na Europa (BRAHM; OLIVEIRA, 2004; CALEGARIO, 2009). Novas hibridizações feitas com outras espécies nos programas de melhoramento, a partir da metade do século XX, geraram a gama de cultivares que estão disponíveis hoje no mercado (SATO; ASSUMPÇÃO, 2002; REIS; COSTA, 2011).

1.2.1.2. Importância econômica e social do morango

O morango é a espécie de maior expressão econômica entre as pequenas frutas, sendo produzido e apreciado nas mais variadas regiões do mundo (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2006). O cultivo dessa olerícola é caracterizado pela grande demanda de mão de obra e a alta rentabilidade por área, sendo que, na maioria das vezes, o cultivo do morangueiro é feito em pequenas propriedades que utilizam a mão de obra familiar, durante todo o ciclo da cultura, sendo a maior parte da produção destinada ao mercado *in natura* (ANTUNES; DUARTE FILHO, 2005).

No Estado do Espírito Santo, o cultivo comercial do morangueiro teve início no início da década de 60 do século XX. Contudo, a expansão significativa ocorreu apenas a partir da metade da década de 90 do século XX, estando hoje consolidada como uma das culturas de destaque dentro do agronegócio capixaba, visto que o mesmo é produto da agricultura familiar (BALBINO et al., 2005). Os principais municípios produtores de morango são: Santa Maria de Jetibá, Domingos Martins, Venda Nova do Imigrante e Castelo (INCAPER, 2010).

1.2.1.3 Principais Artrópodes praga presentes na cultura do morango

A produção de morango pode sofrer diversas injúrias, de natureza biótica ou abiótica, que prejudicam tanto o desenvolvimento vegetativo quanto a produção. Entre os fatores bióticos que podem causar danos à cultura do morango destacam-se insetos, ácaros, fungos, bactérias, vírus e nematoides (REIS; COSTA, 2011).

No manejo cultural do morangueiro, as pragas que mais geram preocupação para os agricultores são os ácaros fitófagos, principalmente *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) ácaro-rajado; *Tetranychus desertorum* Banks (Acari: Tetranychidae) ácaro-vermelho e *Steneotarsonemus pallidus* Banks (Acarina: Tarsonemidae) ácaro-do-enfezamento, os quais são considerados pragas primárias para a cultura. Além dessas pragas, também ocorrem outras, secundárias, que eventualmente podem prejudicar a produção de morango; nessa categoria são encontrados os pulgões *Capitophorus fragaefolii* Cockrell e *Cerosipha forbesi* Weed (Hemiptera: Aphididae); o ácaro da necrose do cítrus *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae);

os ácaros vermelhos *Tetranychus ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae); *Olygonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae); *Tetranychus telariuse* L. (Acari: Tetranychidae) e *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae); o ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Prostigmata: Tarsonemidae); lagarta rosca *Agrotis ipsilon* Hufnagel (Lepidoptera: Noctuidae); Broca do fruto *Lobiopa insularis* Castelnau (Coleoptera: Nitidulidae); tripes *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae); a formiga lava pés *Solenopsis saevissima* F Smith (Hymenoptera: Formicidae); a formiga cortadeira *Atta* sp (Hymenoptera: Formicidae) e os coleópteros *Naupactus divens* e *Lagriia villosa* Fabricius (Coleoptera: Lagriidae) (GUIMARÃES et al., 2010).

Além dessas pragas, no ano de 2005 foi verificada a ocorrência do díptero *Bradysia spp* (Diptera; Sciaridae). atacando os cultivos de morangueiro em casas de vegetação (RADIN et al., 2009). Mais recentemente, em 2007 foi relatada a ocorrência no estado do Paraná, de uma nova praga atacando o morangueiro, trata-se da mariposa *D. fovealis* (ZAWADNEAK et al., 2011).

1.2.2 *Duponchelia fovealis*

1.2.2.1 Origem e Distribuição

A mariposa *Duponchelia fovealis* Zeller (1847) (Lepidoptera: Crambidae), é uma praga cosmopolita que ataca diversos gêneros de plantas. Originária da região mediterrânea e Ilhas Canárias, teve a primeira ocorrência fora do seu habitat natural, em 1984 na Finlândia, e em 1988 esse inseto foi encontrado em casa de vegetação de flores de corte, na Itália (STOCKS; HODGES, 2013). Atualmente, pode ser encontrada em partes da África, Europa, Oriente Médio, Canadá e Estados Unidos (DEVENTER, 2009; BRAMBILA; STOCKS, 2010; STOCKS; HODGES, 2013).

No entanto, a partir de março de 2005 este inseto teve o primeiro registro no continente americano, sendo neste ano registrado no Canadá. Depois desta primeira ocorrência na América do Norte, foi uma questão de tempo até que esta praga atingisse os Estados Unidos, sendo registrada em 2010 no estado da Flórida (BRAMBILA; STOCKS, 2010).

A dispersão deste inseto pelas Américas ocorreu, provavelmente através de materiais propagativos (HOFFMAN, 2010), de tal forma que, em 2007 a lagarta foi detectada no Brasil, especificamente no estado do Paraná, atacando a cultura do morango. Posteriormente, em 2010, essa mariposa também passou a ocorrer nos cultivos de morango da região serrana do estado do Espírito Santo e, mais recentemente, também foi detectada em cultivos no estado de Minas Gerais (ZAWADNEAK et al., 2011; FORNAZIER et al., 2011; SOUZA et al., 2013).

Além de se alimentar de inúmeros gêneros de plantas, *D. fovealis* é descrita como um inseto que apresenta boa capacidade de voo, visto que, nos Países Baixos, mariposas foram encontradas em armadilhas luminosas a cerca de 100 km de estufas, onde era tido como foco de ocorrência (HOFFMAN, 2010), fato que demonstra a capacidade de dispersão deste inseto.

1.2.2.2 Características biológicas e injúrias de *Duponchelia fovealis*

D. fovealis é uma mariposa de coloração castanho-acinzentada. Nas asas, observam-se duas linhas transversais amarelas e paralelas entre si, onde, na linha mais próxima ao ápice, pode ser verificado a presença de um desenho em forma de "U" (BRAMBILA; STOCKS, 2010; STOKES; HODGES, 2013), característica esta que facilita a identificação deste inseto.

Os adultos medem em torno de 19 mm de envergadura e cerca de 10 mm de comprimento e as fêmeas adultas apresentam em média uma longevidade de sete a quatorze dias (BRAMBILA; STOCKS, 2010). É uma espécie de hábito noturno, embora possa apresentar voos curtos durante o dia, mediante distúrbios exteriores (ZAWADNEAK et al., 2011).

Uma fêmea durante sua vida deposita cerca de 200 ovos, individualmente ou em pequenos grupos de 3 a 10 ovos, na forma de escamas. Cada ovo mede cerca de 0,5 x 0,7 mm. A postura é realizada na parte inferior das folhas junto às nervuras, embaixo do caule, na base da planta hospedeira, ou na camada superior do solo. Os ovos recém-ovipositados apresentam coloração creme; posteriormente, com o decorrer do desenvolvimento embrionário, estes ganham uma cor mais avermelhada e quando as larvas estão prestes a emergir, estas ficam visíveis. Em casa de vegetação com

temperatura média de 20 °C, a duração do período embrionário varia de 8 a 10 dias (BRAMBILA; STOCKS, 2010).

As lagartas vivem entre as folhas, locomovem-se rapidamente e preferem locais úmidos, na camada superior do solo, ou nas raízes expostas das plantas. Essas medem entre 20 e 30 mm e em casa de vegetação atingem a maturidade em quatro semanas após a eclosão, quando constroem os casulos, fazem com fio de seda misturada a fezes ou partículas de solo, dentro das quais ocorre a pupação. Sob condições de casa de vegetação, o período de pupa dura de 1 a 2 semanas (ZAWADNEAK et al., 2011; STOKES; HODGES, 2013).

Por ser uma praga polífaga, as lagartas de *D. fovealis* são encontradas alimentando-se de folhas, flores, frutos, e eventualmente podem penetrar no caule. Fato que depende da espécie atacada, além de consumirem detritos vegetais em decomposição. Os danos causados às culturas podem afetar a venda de produtos frescos no mercado, pois as lesões em superfícies de folhas e frutos podem levar à depreciação qualitativa do produto (BRAMBILA; STOCKS, 2010; BETHKE; VANDER MEY, 2011; STOKES; HODGES, 2013). Especificamente no morangueiro, as lagartas atacam folhas, flores, coroas e também os frutos (pseudofrutos) e, em infestações severas, são capazes de debilitar as plantas, reduzir a produtividade e levá-las até a morte (ZAWADNEAK et al., 2011).

A ocorrência de *D. fovealis* em novas áreas também pode afetar as práticas de produção existentes, onde, como exemplo, programas de Manejo Fitossanitário de Pragas (MFP) podem ser interrompidos ou modificados pela presença desse inseto praga em cultivos de morango. Outra dificuldade que os produtores enfrentam reside no fato desta praga ficar alojada perto do solo, em meio a restos vegetais, ficando conseqüentemente, protegidas das aplicações de inseticidas (BETHKE; VANDER MEY, 2011).

1.2.3 Métodos de manejo de *Duponchelia fovealis*

No que se refere ao manejo da presente praga, por se tratar de um inseto não pertencente à entomofauna brasileira, bem como pelo desconhecimento da biologia e do comportamento, as formas de manejo ainda não estão bem elucidadas, dificultando assim a manutenção dos níveis populacionais adequados. Desta forma, o monitoramento torna-se peça chave para o sucesso das táticas de manejo, pois permite controlar os níveis populacionais e nortear as medidas de controle a serem empregadas (FADINI et al., 2004)

Portanto, através do subsídio fornecido pelo monitoramento, o manejo de *D. fovealis* nos campos de produção de morango pode ser realizado através do emprego de métodos de manejo culturais, controle químico, controle biológico e comportamental, que já são empregados em várias regiões do mundo como Europa e Estados Unidos (BRAMBILA; STOCKS, 2010; GILL, 2013; STOKES; HODGES, 2013).

1.2.3.1 Controle cultural

Em razão do comportamento deste inseto, os métodos de controle cultural, ou seja, as táticas empregadas no cultivo de morango podem influenciar diretamente nos níveis populacionais desta praga. Práticas culturais como limpeza das plantas, retirada de restos vegetais que servem de abrigo e eliminação de cultivos abandonados, são práticas culturais que criam ambiente desfavorável ao desenvolvimento desta praga e, conseqüentemente, quebram o ciclo do inseto (BRAMBILA; STOCKS, 2010; GILL, 2013; STOKES; HODGES, 2013).

1.2.3.2 Manejo comportamental

No que se refere ao manejo comportamental para *D. fovealis*, tal prática pode ser realizada com dois focos distintos, sendo o primeiro para o monitoramento dos níveis populacionais e o segundo, como forma de controle, através de coletas massais. Para tanto, podem ser empregadas duas estratégias já utilizadas em outros países; uso de feromônio sexual em armadilhas tipo delta ou armadilha que associe o feromônio e a

água, para coleta de machos na Holanda (DEVENTER, 2009; STOKES; HODGES, 2013), bem como emprego de armadilha luminosa de luz ultravioleta, para monitoramento e coleta de adultos em casa de vegetação nos Estados Unidos (HOFFMAN, 2010; ZAWADNEAK et al., 2011). Contudo, para as condições de cultivos de morango, realizadas em túneis plásticos baixos, o emprego deste tipo de armadilha se torna complicado, devido à necessidade de se manejar os túneis durante a noite.

1.2.3.3 Controle químico

Em função de sua introdução, *D. fovealis* ainda não possui nenhum produto registrado junto ao ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que possa ser empregado no controle desta praga (AGROFIT, 2014). No entanto, em outras regiões do mundo, para o controle de lagartas *D. fovealis*, são empregados inseticidas como: Spinosade, Bifentrina, Fluvalinato, Deltametrina, Esfenvalerato, Orthene, Lambdacialotrina, Imidaclopride, Metomil, Ethoprop, Acefato, Emamectina, Permetrina, Clorantraniliprol, Azadirachtin e Teflubenzuron (BETHKE; VANDER MEY, 2010; CABI, 2013; STOKES; HODGES, 2013). No Brasil, trabalhos iniciais desenvolvidos por Santos (2014), em condições laboratoriais, com inseticidas a base de clorfenapir, indoxacarbe e lambda-cialotrina + chlorantraniliprole, apresentaram mortalidade de 70,9; 80 e 100%, respectivamente, tornando-se promissores para utilização no controle de *D. fovealis*.

1.2.3.4 Controle biológico

As lagartas de *D. fovealis*, permanecem na parte basal das plantas, abrigando-se em meio às folhas velhas e aos detritos vegetais, tornando-se um alvo difícil de ser atingido com pulverizações de inseticidas (CABI, 2013). Portanto, os métodos de controle biológicos representam uma importante ferramenta de manejo para *D. fovealis*, sendo empregado em várias regiões do mundo.

Em cultivos de morango, quando aplicado nos primeiros instares de desenvolvimento, produtos à base de *Bacillus thuringiensis* têm apresentado bons resultados no manejo desta praga (BRAMBILA; STOCKS, 2010; BETHKE; VANDER MEY, 2011; WHITE,

2012; GILL, 2013; SOUZA et al., 2013; STOKES; HODGES, 2013). Em trabalhos iniciais, desenvolvidos em condições laboratoriais, Salomão (2014) verificou altos índices de mortalidade para produtos comerciais a base Bt. Para o Agree®, observando mortalidade 96%, 61% e 56% e para o Dipel®, mortalidade de 87%, 51% e 37%, ambos em lagartas de primeiro, segundo e terceiro instar, respectivamente.

Além destes, outros agentes de controle biológico são relatados como possíveis ferramentas de manejo, sendo os nematoides entomopatogênicos *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar (Rhabditida: Heterorhabditidae) e *Steinernema* spp. (Rhabditida: Steinernematidae) (WHITE, 2012), o coleóptero *Atleta coriaria* Kraatz (Coleoptera: Staphylinidae) predador de ovos e larvas de primeiro instar (BRAMBILA; STOCKS, 2010; WHITE, 2012), ácaros predadores de ovos *Hypoaspis miles* Costa e *Hypoaspis aculeifer* Canestrini (Acari: Laelapidae) (WHITE, 2012) e parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma*, o qual, na Alemanha, ao menos duas espécies já mostraram-se adequadas ao controle de *D. fovealis*, sendo estas *Trichogramma brassicae* Bezdenko e *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (ZIMMERMANN, 2004).

Alguns dos agentes biológicos descritos são exóticos à entomofauna brasileira, o que torna difícil o emprego em programas de manejo de *D. fovealis*. No entanto, dois inimigos naturais apresentam potencial de emprego no manejo desta praga; o parasitoide de larvas, *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae), já empregado no manejo de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae), foi relatado parasitando lagartas de *D. fovealis* em lavouras de São José dos Pinhais, PR, Brasil (ZAWADNEAK et al., 2011) e os parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma*, devido à grande variedade de espécies presentes no Brasil (QUERINO; ZUCCHI, 2007), pela ampla distribuição geográfica e gama de hospedeiros, principalmente da ordem lepidóptera (PINTO, 2006), tornando-se potenciais agentes de controle dos níveis populacionais desta praga.

Os *Trichogrammas* são inimigos naturais de tamanho diminuto, pertencentes à ordem Hymenoptera, sendo considerado o maior gênero da família Trichogrammatidae, com aproximadamente 210 espécies descritas (PINTO, 2006). Estes parasitoides são as espécies mais estudadas e empregadas no mundo para o controle biológico de lepidópteros praga (PINTO, 2006; PIZZOL et al., 2012), devido à facilidade de ser

criado massalmente em hospedeiros alternativos, o que viabiliza as liberações inundativas para o manejo de insetos praga (PARRA, 1997; PRATISSOLI et al, 2008), e pelo fato de parasitarem as fases iniciais de desenvolvimento, ou seja, a fase de ovo, impedindo assim que ocorra a progressão da praga e, conseqüentemente, danos à cultura (PARRA; CÔNSOLI, 2009).

No entanto, o sucesso das liberações de *Trichogramma* depende do conhecimento das características biológicas dos parasitoides em relação aos hospedeiros (PRATISSOLI; PARRA, 2001), mesmo sendo parasitoide generalista, a maioria das espécies de *Trichogramma* apresenta evidências de variação interespecífica e intraespecífica na preferência hospedeira (HASSAN, 1989; TABONE et al, 2010), o que pode influenciar na eficácia do parasitoide e no estabelecimento de programas de controle biológico.

Aliado a adequação parasitoide do hospedeiro, a fase de desenvolvimento embrionário também pode influenciar os resultados dos programas de controle biológico, visto que mudanças físico-químicas que ocorrem durante a embriogênese alteram o valor nutricional dos ovos, tornando-os menos adequados ao desenvolvimento dos parasitoides e, conseqüentemente, ocorre diminuição das taxas de parasitismo, como verificado por Pratisoli et al. 2007, para *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) e por Ko et al. (2014), para nove espécies/linhagens de *Trichogramma* em ovos de *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae).

A inadequação de proporção de parasitoides liberados em relação ao número de ovos da praga presente em campo, também pode ser um fator ligado ao insucesso de algumas liberações de *Trichogramma* (BOTELHO, 1997), pois pode influenciar nas características biológicas dos parasitoides, como demonstrado por Pratisoli et al. (2005), para *T. pretiosum* e *Trichogramma maxacalii* Vogelé & Pointel (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), no qual, densidades inferiores a 15 ovos influenciaram negativamente a taxa de parasitismo e a viabilidade. A razão sexual para as três espécies de *Trichogramma* aumentou à medida que o número de ovos aumentou, obtendo assim mais fêmeas nas maiores densidades de ovos.

Entre os fatores abióticos, a temperatura é o fator ambiental que mais exerce influência sobre os insetos, modificando as respostas biológicas dos parasitoides em função das condições ambientais presentes durante o ciclo de desenvolvimento (SILVEIRA NETO et al., 1976; ANGILLETTA et al., 2002). Assim, o conhecimento das características biológicas em diferentes regimes térmicos, permite determinar o potencial do parasitoide como agente de controle biológico em diferentes condições climáticas (PRATISSOLI; PARRA 2000).

Neste sentido, visando compreender a interação parasitoide, hospedeiro e ambiente, como etapas preliminares na elaboração de um programa de manejo fitossanitário, o presente trabalho teve por objetivo selecionar espécies e ou linhagens de *Trichogramma* que possam se tornar potenciais agentes de manejo de *D. fovealis*; avaliar a influência da idade e da densidade dos ovos de *D.fovealis* no parasitismo de *Trichogramma* e; avaliar as características biológicas de *Trichogramma* em ovos de *D. fovealis* submetidos a diferentes regimes térmicos.

1.3 REFERÊNCIAS

- AGROFIT. 2014. **Sistema de agrotóxicos Fitossanitários do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso: 10 dez. 2014.
- ANGILLETTA, M. J.; NIEWIAROWSKIB, P. H.; NAVAS, C. A. The evolution of thermal physiology in ectotherms. **Journal of Thermal Biology**, v. 27, p. 249-268, 2002.
- ANTUNES, L. E. C.; FILHO DUARTE, F. **Sistema de produção do morango**. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/index.htm> >. Acesso em: 10 jan. 2015. .
- BALBINO, J.M.S; COSTA, H.; TEIXEIRA, C.P.; PREZOTTI, L. C.; FORNAZIER, M. J. **Avanços e estratégias para a sustentabilidade do agronegócio do morango no estado do Espírito Santo**. In: 45º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2005, Fortaleza-CE. 2005.
- BETHKE, L.; VANDER MEY, B. Pest Alert: *Duponchelia fovealis*. **University of California Cooperative Extension San Diego**, p.1-3, 2010. Disponível em: <<http://ucanr.org/sites/cetest/files/55177.pdf>>. Acesso: 05 jan. 2014.
- BOTELHO, P.S.M. Eficiência de *Trichogramma* em campo, p.303-318. PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba, FEALQ, 324p, 1997.
- BRAHM, R.U.; OLIVEIRA, R.P. Potencial De Multiplicação In Vitro De Cultivares De Morangueiro. **Revista brasileira de fruticultura**, v.26, n.3, p.507-510, 2004.
- BRAMBILA, J.; STOCKS, I. The European Pepper Moth, *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), a Mediterranean Pest Moth Discovered in Central Florida. **Pest Alert created**, p.1-4, 2010.
- CABI Crop Protection Compendium. **Selected sections for: *Duponchelia fovealis***, 2013. Disponível em: <<http://www.cabi.org/isc/datasheet/20168>>. Acesso em: 05 jan. 2015.
- CALEGARIO, F. F. **PBMH - Programa brasileiro para a modernização da horticultura**. Normas de Classificação de Morango. São Paulo: CEAGESP, 2009. (Documentos, 33).
- DEVENTER, P.V. Water trap best for catching *Duponchelia*. In the greenhouse. **Fruit Veg Techol**, v.9, p.18-19, 2009.
- FADINI, M.A.M.; PALLINI, A.; VENZON, M. Controle de ácaros em sistema de produção integrada de morango. **Ciência Rural**, v.34, n.4, p.1271-1277, 2004.

FERLA, N. J.; MARCHETTI, M. M.; GONCALVES, D. Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango (*Fragaria* sp., Rosaceae) e plantas próximas no Estado do Rio Grande do Sul. **Biota Neotropica**, v.7, n.2, p.1-8, 2007.

FORNAZIER, M. J.; PRATISSOLI, D.; MARTINS, D dos S.; DALVI, L. P.; TEIXEIRA, C. P.; SILVA, A. T. da; THOMPSON, E. L.; RODRIGUES, A. K.; PRATES, R. S.; COZER, E.; MOREIRA, J. P. de A.; BECALLI, L.; PAES, J. P. P.; TIBURCIO, M. O. **Praga exótica no estado do Espírito Santo – Duponchelia fovealis Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae)**. Morango mais saudável – Morango monitorado e rastreado. Vitória. ES. (Folder) 2011.

GILL, S. European Pepper Moth Found in Maryland. Integrated Pest Management for Commercial Horticulture. University of Maryland Extension – Solutions in your Community. **Pest Alert Created**, p.1-4, 2013.

GUIMARÃES, J.A.; MICHERE FILHO, M.; RIBEIRO, M.G.P. DE M.; JUNQUEIRA, A.M.R.; LIZ, R.S. de. **Descrição e manejo das principais pragas do morangueiro**. Distrito Federal: MAPA, 2010 (Circular técnica 90).

HASSAN, S.A. Selection of suitable *Trichogramma* strains to control the codling moth *Cydia pomonella* and the two summer fruit tortrix moths *Adoxophyes orana*, *Pandemis heparana* (Lepidoptera: Tortricidae). **Entomophaga**, v.34, p.19-27, 1989.

HOFFMAN, K. Plant Health And Pest Prevention Services Pest Detection - Emergency Projects. A Crambid Moth: Duponchelia fovealis (Zeller). **County of Kern**, p. 1-2. 2010.

INCAPER. **Morango capixaba: garantia de qualidade**. Informativo especial do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Ano 1, n.1, 2010.

KO, K.; LIU, Y.; HOU, M.; BABENDREIR, D.; ZHANG, F.; SONG, K. Evaluation for potential *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) strains for control of the striped stem borer (Lepidoptera: Crambidae) in the greater mekong subregion. **Journal of Economic Entomology**, v.104, n.3, p.955-963, 2014.

OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B. Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 520-522, 2006.

PARRA, J.R.P. Técnica de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba, FEALQ, p.121-150, 1997.

PARRA, J.R.P.; CÔNSOLI, F.L. Criação massal e controle de qualidade de parasitoides de ovos, p.169-198. In: BUENO, V.H.P. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: Editora UFLA, 2009.

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

PIZZOL, J.; DESNEUX, N.; WAJNBERG, E.; TRIÉRY. Parasitoid and egg have independent impact on various biological traits in a *Trichogramma* species. **Journal of Pest Science**, v.85, n.4, p.489-4896, 2012.

PRATISSOLI D; POLANCZYK A; PEREIRA CLT; FURTADO ISA; COCHETO JG. Influência da fase embrionária dos ovos da traça-das-crucíferas sobre fêmeas de *Trichogramma pretiosum* com diferentes idades. *Horticultura Brasileira*, v.25, n.2, 286-290, 2007.

PRATISSOLI D; POLANCZYK RA; HOLTZ AM; DALVI LP; SILVA AF; SILVA LN. 2008. Selection of *Trichogramma* species for controlling the Diamondback moth. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.2, p.259-261, 2008.

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

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

PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, A.R.; PEREIRA, C.L.T.; FURTADO, I.S. de A.; COCHETO, J.G. Influência da fase embrionária dos ovos da traça-das-crucíferas sobre fêmeas de *Trichogramma pretiosum* com diferentes idades. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.2, p.286-290, 2007.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U.R; REIS, E.F. dos; ANDRADE, G.S.; SILVA, A.F. da. Influência da densidade de ovos de *Spodoptera frugiperda* em alguns aspectos biológicos de três espécies de *Trichogramma*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, p.1-7, 2005.

QUERINO, R.B.; ZUCCHI, R.A. **Species of Trichogramma Collection of ESALQ-USP**, 2007. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/tricho/>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

RADIN, B.; WOLFF, V.R dos S.; LISBOA, B.B.; WITTER, S.; SILVEIRA, J.R.P. *Bradysia* sp. em morangueiro. **Cienc. Rural**, v.39, n.2, pp. 547-550. ISSN 0103-8478. 2009.

REIS, A.; COSTA, H. **Principais doenças do morangueiro no Brasil e seu controle**. Brasília, Distrito Federal: MAPA, 2011 (Circular técnica 96).

SALOMÃO, K.P.O.S. **Extratos vegetais e *Bacillus thuringiensis* visando o manejo de *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae)**. 2014. 60f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Fitossanidade). Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2014.

SANHUEZA, R.M.V; HOFFMANN, A.;ANTUNES, L.E.C.;FREIRE, J.de M. **Sistema de produção de morango para mesa na região de serra gaucha e encosta superior do nordeste**. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MesaSerraGa>

ucha/importancia.htm >. Acesso em: 04 jan. 2015.

SANTOS, F.M. **Toxicidade de inseticidas para *Duponchelia fovealis* (Zeller) (Lepidoptera: Crambidae) e potencial parasitismo por *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae)**. 2013. 61f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

SATO, G.S.; ASSUMPÇÃO, R. de. **Pólos de produção do morango**. Informações Econômicas, São Paulo, v. 32, n. 11, p. 41-49, 2002.

SILVEIRA NETO, S. **Manual de ecologia dos insetos**. Ceres. São Paulo. 1976.

SOUZA, J.C.; SILVA, R.A; SILVEIRA, E.C.; ABREU, F.A.; TOLEDO, M.A. Ocorrência de nova praga nas lavouras de morango no Sul de Minas. **EPAMIG**. Circular Técnica n.180, p.1-5, 2013.

SPECHT, S.; BLUME, R. **Competitividade e segmento de mercado à cadeia do morango: algumas evidências sobre o panorama mundial e brasileiro**. In: Congresso da sociedade brasileira de economia administração e sociologia rural,47 Sober, 2009. Porto Alegre.

STOKES, S. D.; HODGES, A. European pepper moth or southern European marsh pyralid. **University of Florida**. p.1-16. 2013. Disponível em: <http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leps/european_pepper_moth.htm>. Acesso: 05 jan. 2014.

TABONE, E.; BARDON, C.; DESNEUX, N. Parasitism of diferente *Trichogramma* species strains on *Plutella xylostella* L. on geenhouse cauliflower. **Journal of Pest Science**, v.83, n.3, p.251-256, 2010.

WHITE, J. **Greenhouse pest alert: The european pepper moth, *duponchelia fovealis* University of Kentucky**. 2012. Disponível em: <<http://www.ca.uky.edu/entomology/entfacts/entfactpdf/ef324.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

ZAWADNEAK, M. A., GONÇALVES, R.B., KUHN, T., ARAUJO, E., DOLCI, E., SANTOS, B., SILVA, C., BENATTO, A. & VIDAL, H. Morango: novo desafio. **Cultivar HF**, p.30-32, 2011.

ZIMMERMANN, O.; VON, D.E. *Trichogramma* in Deutschland. **Gesunde Pflanzen**, v. 56, p.157-166, 2004.

2 CAPITULO II

DESEMPENHO DE TRICHOGRAMATÍDEOS PARA SELEÇÃO DE POSSÍVEIS AGENTES DE MANEJO DE *Duponchelia fovealis* Zeller (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

RESUMO

Duponchelia fovealis Zeller (Lepidoptera: Crambidae) é um inseto praga cosmopolita que vem causando prejuízos nos cultivos de morango nos estados do Paraná, Espírito Santo e Minas Gerais. Estudos de métodos de controle pelo emprego de agentes de controle biológico podem se tornar uma importante ferramenta de manejo para este inseto praga. Entre os agentes de controle biológicos se destaca os parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma*. Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi selecionar espécies e ou linhagens de *Trichogramma* como possíveis agentes de controle de *D. fovealis*. Foram avaliados os parâmetros biológicos de cinco linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley e uma de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Entre as espécies/linhagens avaliadas Tp18 (*T. pretiosum*) e Tg (*T. galloi*) foram as que apresentaram o melhor desempenho sobre ovos de *D. fovealis*, com taxas de parasitismo e viabilidade acima de 50% e 90%, respectivamente. A razão sexual e o número de indivíduo por ovo não apresentaram diferença significativa. Com os resultados obtidos, conclui-se que a espécie/linhagem selecionada mostra-se como agentes potenciais para o manejo de *D. fovealis*.

Palavras-chave: Controle biológico. Parasitoide de ovos. Manejo fitossanitário. Parasitismo. Praga exótica.

PERFORMANCE OF TRICHOGRAMMATÍDEOS FOR SELECTION OF POSSIBLE AGENTS IN MANAGEMENT OF *Duponchelia fovealis* Zeller (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

ABSTRACT

Duponchelia fovealis Zeller (Lepidoptera: Crambidae) is a cosmopolitan insect pest that has caused losses in strawberry crops in the states of Parana, Espírito Santo and Minas Gerais. Studies control methods for biological control agents of employment can become an important management tool for this insect pest. Among the biological control agents stands out the parasitoid Trichogramma eggs. Thus, the objective of this work was to select species and or strains of Trichogramma as possible *D. fovealis* control agents. We evaluated the biological parameters of five strains of *Trichogramma pretiosum* Riley and *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Among the species / strains evaluated TP18 (*T. pretiosum*) and Tg (*T. galloi*) showed the best performance on eggs of *D. fovealis* with parasitism rates and viability above 50% and 90%, respectively. The sex ratio and the number of individual per egg did not differ significantly. With the results, it is concluded that the species / strain selected shows up as potential agents for the management of *D. fovealis*.

Keywords: Biological control. Parasitoid eggs. Control disease. Parasitism. Pest exotic.

2.1 INTRODUÇÃO

Duponchelia fovealis Zeller (Lepidoptera: Crambidae) é uma praga cosmopolita que vem causando injúrias em diversos gêneros de plantas por várias regiões do mundo. No Brasil, foi relatada inicialmente em cultivos de morango no estado do Paraná (ZAWADNEAK et al., 2011), posteriormente, também foi constatada em cultivos nos estados do Espírito Santo e Minas Gerais (ZAWADNEAK et al., 2011; SOUZA et al., 2013). Desde então, a ocorrência deste inseto em cultivos de morango, passou a ser um motivo de preocupação por parte dos produtores, pois, além de causar sérios danos nos cultivos desta olerícula, também não se tem nenhuma medida de manejo regulamentada.

Por ser uma praga quarentenária não regulamentada, e pelo fato, na cultura do morangueiro, se requer colheitas diárias, necessita-se de técnicas de controle com menor impacto ambiental. Diante do exposto, parasitoides de ovos podem se tornar uma importante ferramenta no manejo de *D. fovealis*, representando portando, uma forma ecológica de manter os níveis populacionais da praga em níveis aceitáveis. Neste sentido, destacam-se os inimigos naturais da ordem Hymenoptera, pertencentes à família Trichogrammatidae, com destaque para o gênero *Trichogramma*, uma vez que, na prática do controle biológico, estes têm demonstrado resultados eficientes no manejo de lepidópteros praga (PARRA et al. 1987; PARRA; ZUCCHI, 2004; MEIRA et al., 2011).

Contudo, por se tratar de um parasitoide cosmopolita, a maioria das espécies de *Trichogramma* apresenta evidências de variação interespecífica e intraespecíficas na preferência hospedeira (HASSAN, 1989), o que resulta na aceitação de determinados hospedeiros, devido ao comportamento de busca, orientado por características nutricionais e morfológicas do ovo hospedeiro e por fatores abióticos como condições climáticas (PRATISSOLI; PARRA, 2001; MANSFIELD; MILLS, 2004).

Portanto, com o presente trabalho objetivou-se selecionar a(s) espécie(s) e ou linhagem(ns) de *Trichogramma* que possa(m) se tornar promissora(s) em programas de manejo Fitossanitário para *D. fovealis*. Para tanto, foi realizado testes onde se avaliou as características biológicas de diferentes espécies e/ou linhagens de

Trichogramma, através da qual se pode selecionar a(s) que possui(em) o maior potencial de controle dessa praga.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor 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.

2.2.1 Criação de *D. fovealis*

A criação de *D. fovealis* foi realizada em laboratório em condições de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ umidade relativa e 14 horas de fotofase. Os adultos recém-emergidos foram transferidos para gaiolas de criação confeccionadas com tubo de PVC (20 x 20 cm), fechados na base inferior com folha de isopor revestido com papel sulfite. Para facilitar a coleta dos ovos, a extremidade lateral do tubo também foi forrada com papel sulfite e, a extremidade superior fechada com tecido do tipo voil para evitar a fuga dos insetos. Como alimento para os adultos foi oferecido uma solução de mel em 10%. Diariamente, foram coletadas as posturas, por meio da troca do papel que reveste o tubo de PVC, sendo que os ovos foram imediatamente acondicionados em caixas de acrílico do tipo Gerbox[®] (11x11 x 3 cm). O papel sulfite contendo as massas de ovos, passou por um processo de desinfecção, sendo tratadas por 10 segundos em soluções de formaldeído em 0,5% e sulfato de cobre em 17%. Posteriormente, estes foram secos em bancada de fluxo laminar, e transferidos para tubos de vidro de fundo chato (8,5 x 2,5 cm). Para alimentação larval, os tubos continham dieta artificial proposta por King & Hartley (1985) modificada. Esta era composta por farelo de soja, germe de trigo, açúcar, metilparahidroxibenzoato (nipagin), sais de Wesson, cloreto de colina, formaldeído, solução vitamínica, tetraciclina, caragenina e água. Com o término da fase larval, as pupas foram coletadas e transferidas para potes com papel umedecido e, após a emergência dos adultos, estes foram transferidos para gaiolas de criação, conforme descrição anterior.

2.2.2 Manutenção e Multiplicação dos parasitoides

A criação dos parasitoides do gênero *Trichogramma*, foi realizada em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), provenientes da criação estoque do NUDEMAFI. Ovos de *A. kuehniella* foram inviabilizados em lâmpada germicida durante 50 minutos, sendo posteriormente fixados em retângulos de cartolina azul celeste (8,0 x 2,0 cm), através da goma arábica diluída em 20%. Essas cartelas foram inseridas em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm), contendo adultos recém-emergidos do parasitoide, sendo vedados com filme plástico de PVC, a fim de se evitar a fuga dos mesmos (PRATISSOLI et al., 2010).

2.2.3 Seleção de espécies/linhagens de *Trichogramma*.

Fêmeas das espécies/linhagens (Tabela 1) de *Trichogramma* (idade 0-5 horas) foram individualizadas em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm). Para cada indivíduo foram oferecidos 30 ovos (0 - 24h de idade) de *D. fovealis*, colados em cartolina azul celeste (7,5 x 2 cm) com goma arábica em 20%. Foi permitido um parasitismo de 24h, retirando-se após este período as fêmeas do parasitoide com o auxílio de um pincel de cerdas finas. As cartelas contendo os ovos parasitados foram mantidas em câmara climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $65 \pm 5\%$ e fotofase de 14h). Havendo a emergência e morte dos adultos de *Trichogramma*, procedeu-se a avaliação dos seguintes parâmetros: número de ovos parasitados, número de indivíduo por ovo, porcentagem de emergência e razão sexual.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com seis espécies/linhagens e 15 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-knott em 5% de probabilidade com auxílio do software estatístico R.

Tabela 1. Espécies/linhagens de *Trichogramma* spp. conforme hospedeiro, cultura e local de coleta

Código	Espécie	Hospedeiro	Cultura	Local	município/ estado
Tg	<i>Trichogramma galloi</i>	-	-	Linhagens comerciais BUG	-
Tp18	<i>T. pretiosum</i>	-	-	Linhagens comerciais BUG	-
Tp15	<i>T. pretiosum</i>	-	-	Fazenda São José	Jaciará MT
Tp1	<i>T. pretiosum</i>	<i>Helicoverpa zea</i>	Tomate	EAFA - Rive	Alegre ES
Tp19	<i>T. pretiosum</i>	<i>Neoleucinodes elegantalis</i>	Tomate	Área Experimental - CCAUFES	Alegre ES
Tp8	<i>T. pretiosum</i>	<i>Helicoverpa zea</i>	Tomate	-	Afonso Cláudio ES

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Número de ovos parasitados

O número de ovos parasitados foi significativo ($F_{GL=5, 84} = 13,548$; $P < 0,001$) entre as espécies/linhagens de *Trichogramma* estudadas, sendo que dentre estas a Tg e Tp18 apresentaram maior número de ovos parasitados com 15,36 e 15,30 ovos parasitados, respectivamente (Tabela 2). As linhagens Tp15 e Tp1 apresentaram valores de parasitismo inferior às citadas anteriormente, contudo acima da Tp19 e Tp8 (Tabela 2). Tais diferenças observadas entre as espécies/linhagens podem ser devido às variações interespecífica e intraespecífica que, influenciam na aceitação hospedeira. Uma vez que, o comportamento de busca do parasitoide varia de uma espécie e/ou linhagem para outra, sendo afetada por componentes nutricionais, morfologia do ovo hospedeiro e por diferenças nas respostas biológicas durante o processo de aceitação do hospedeiro (VINSON, 1997; PRATISSOLI; PARRA, 2001; MANSFIELD; MILLS, 2004).

Similarmente, Pratisoli e Parra (2001) também verificaram variações nas porcentagens de parasitismo de 43,5% em 69,5% para seis linhagens de *T. pretiosum* em ovos de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae). Da mesma forma Molina e Parra (2006) estudando as características biológicas de 13 espécies/linhagens sobre *Gymnandrosoma aurantianum* Lima (Lepidoptera: Tortricidae) também observaram variações no parasitismo entre as espécies/linhagem entre 16% e 77,5% de parasitismo para a menor e maior média.

Tal variação no percentual de parasitismo, também pode ser devido ao fato dos parasitoides não apresentarem condicionamento pré-imaginal. Desta forma, um aumento no parasitismo pode ser conseguido se os parasitoides forem criados em mais gerações em um mesmo hospedeiro (MOLINA; PARRA, 2006). Fato demonstrado por Gonçalves et al. (2003), que verificaram a tendência de aumento no parasitismo, quando *T. pretiosum* foi criado por mais de uma geração em ovos de *Sitotroga cerealella* (Oliver) (Lepidoptera: Gelechiidae) e por Rodrigues et al. (2011) que, também observaram aumento no parasitismo *T. pretiosum* em ovos de *Grapholita molesta* Busck (Lepidoptera: Tortricidae), quando criados por cinco gerações neste

hospedeiro. Portanto, não são apenas características nutricionais e morfológicas dos ovos da praga a ser manejada que influenciam o parasitismo, mas também a adaptabilidade do parasitoide ao hospedeiro.

2.3.2 Porcentagem de emergência (Viabilidade)

Na porcentagem de emergência não houve diferença estatística ($F_{GL=5, 84} = 2,061$; $P = 0,0783$), sendo que as médias variaram entre 92,93 a 97,57% entre os tratamentos (Tabela 2). Contudo, o presente resultado demonstra que, independente das espécie/linhagem de *Trichogramma*, ovos de *D. fovealis* são adequados para o desenvolvimento destes parasitoides de ovos. Uma vez que, as taxas de viabilidades observadas, são superiores aos 85% considerados adequados (ALMEIDA et al., 1998). No entanto, a variação no percentual de emergência pode ocorrer devido às características físico-químicas de cada hospedeiro. Resultados semelhantes ao de nossa pesquisa foram observados por Bueno et al. (2009), que constataram percentuais de emergência de descendentes acima de 80% para 13 espécies/linhagens de *Trichogramma* criadas em ovos de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). Em contrapartida, Molina e Parra (2006), observaram percentuais de emergência de descendente variando de 30,9% a 42,1%, para espécies/linhagens de *Trichogramma* ovos de *G. aurantianum* e relacionaram tal resultado à perda excessiva de umidade dos ovos.

Desta forma, a porcentagem de emergência de descendentes, torna-se um importante fator relacionado ao sucesso no estabelecimento de programas de controle biológico e deve ser levada em consideração no emprego de parasitoides de ovos para o manejo de insetos praga, pois, independente das taxas de parasitismo, baixas taxas de porcentagem de emergência de descendentes podem prejudicar os resultados do controle biológico (BUENO et al., 2009).

2.3.3 Número de parasitoides por ovo

Não houve diferença estatística para o número de indivíduo por ovo em nenhuma das espécies e/ou linhagens testadas ($F_{GL=5, 84} = 2,207$; $P = 0,0610$), observando-se valores próximos de um indivíduo por ovo (Tabela 2). Este fato demonstra que ovos de *D. fovealis* são capazes de hospedar e fornecer condições adequadas para o desenvolvimento de um Trichogramma em média, provavelmente devido ao tamanho e à quantidade de nutrientes presentes nos mesmos. Resultados semelhantes ao da presente pesquisa, foram constatados por Bueno et al. (2009), que observaram uma variação de 1,0 a 1,2 parasitoide por ovo de *P. includens*. No entanto, estes valores diferentes foram relatados por Molina e Parra (2006), que verificaram médias variando de 1,4 a 1,8 indivíduo por ovo de *G. aurantianum*.

O número de parasitoides emergidos por ovo é variável em função da qualidade e do volume do ovo do hospedeiro. Segundo Vinson (1997), o tamanho do hospedeiro não influencia apenas o número de ovos depositados pela fêmea, mas também o tamanho do adulto de Trichogramma, o qual depende dos recursos nutricionais disponíveis para o desenvolvimento da larva.

Portanto, com base no presente estudo, a geração de apenas um descendente em média por ovos de *D. fovealis*, permite inferir que estes parasitoides terão maior probabilidade de sobreviver em campo, uma vez que tiveram condições ideais para o desenvolvimento e conseqüentemente apresentaram melhor eficácia no parasitismo.

2.3.4 Razão sexual

Houve diferença estatística ($F_{GL=5, 84} = 6,075$; $P < 0,0001$) entre as médias de razão sexual para as espécies e/ou linhagens de Trichogramma. Foram observados valores de razão sexual acima de 0,9; com exceção da linhagem Tp1, onde se verificou a menor razão sexual (0,79) (Tabela 2). Os resultados representam que quase a totalidade dos indivíduos gerados são fêmeas. No entanto, esse resultado pode ser devido à qualidade do hospedeiro, à pressão de seleção, ou mesmo pelo fator abiótico temperatura. Além disso, estes resultados podem estar relacionados a fatores comportamentais das fêmeas que, durante o processo de aceitação hospedeira,

otimizam a razão sexual dos descendentes para atender as condições locais (VINSON, 1997; LUCK et al. 2001). Ou ainda ser a presença da bactéria *Wolbachia*, que causa alteração reprodutiva em inúmeros Artrópodes, induzindo a partenogênese telítica (BOIVIN et al., 2014).

Bueno et al. (2009), observaram valores de razão sexual variando de 0,6 a 0,9 para espécies/linhagens de *Trichogramma* em ovos de *P. includens*. Molina e Parra (2006), similarmente, observaram uma variação na razão sexual de 0,6 a 0,8 para espécies/linhagens *Trichogramma* em ovos de *G. aurantianum*. Contudo, os valores observados no presente trabalho são superiores aos relatos por Pratisoli et al. (2004), para *T. pretiosum* em ovos de *A. kuehniella*, o qual apresentou uma variação de 0,49 a 0,72 e *S. cerealella*, que variou de 0,42 a 0,59.

A razão sexual é uma variável de importância singular, uma vez que, as fêmeas são as responsáveis pelo parasitismo no campo. Desta forma, populações de parasitoides que apresentem uma razão sexual alta, próximo a 1,0 são mais interessantes para liberações inundativas, pois apresentam mais indivíduos aptos a realizar o parasitismo.

Tabela 2: Parâmetros biológicos (\pm EP) de *Trichogramma* sp. West (Hym.: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae). Temp.: $25 \pm 1,0$ °C; UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase :14h.

Espécie/ linhagem	Parasitismo	Porcentagem de Emergência*	Número de indivíduo /ovo*	Razão sexual
Tg	15,36 \pm 1,26 a	92,93 \pm 2,39	1,08 \pm 0,03	0,99 \pm 1,08 a
Tp18	15,30 \pm 0,96 a	94,89 \pm 1,08	1,03 \pm 0,03	0,99 \pm 2,39 a
Tp15	12,92 \pm 0,82 b	95,98 \pm 1,92	0,99 \pm 0,04	0,90 \pm 1,66 a
Tp1	10,87 \pm 1,01 b	92,96 \pm 1,66	1,10 \pm 0,05	0,79 \pm 1,92 b
Tp19	7,76 \pm 1,35 c	97,57 \pm 0,85	0,95 \pm 0,07	1,00 \pm 0,85 a
Tp8	6,12 \pm 0,79 c	96,72 \pm 1,54	1,05 \pm 0,02	0,93 \pm 1,54 a
F	13,548	2,061	2,207	6,075
p	0,000	0,0783	0,0610	0,0001

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

* Variáveis são estatisticamente iguais pelo teste F em nível de 5% de probabilidade.

2.4 CONCLUSÃO

T. pretiosum Tp 18 e o *T.galloi* foram as espécies que apresentaram maior taxa de parasitismo em *D. fovealis*.

Observou-se porcentagem de emergência acima de 90%, número de indivíduo por ovo próximo a um e razão sexual acima de 0,9; com exceção da linhagem Tp1 que, apresentou razão sexual de 0,79.

Os resultados demonstram que os ovos de *D. fovealis* são adequados para o desenvolvimento de *Trichogramma*.

2.5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R.P. de; SILVA, C.A.D. da; MEDEIROS, M.B. Biotecnologia de produção massal e manejo de *Trichogramma* para o controle biológico de pragas. **Embrapa Algodão**, 1998. 61p.(Embrapa Algodão. Documentos, 60).
- BOIVIN, T.; HENRI, H.; VAVRE, F.; GIDOIN, C.; VEBER, P.; CANDAU, J.N.; MAGNOUX, E.; ROQUES, A.; AUGER-ROZENBERG, M.A. Epidemiology of asexuality induced by the endosymbiotic *Wolbachia* across phytophagous wasp species: host plant specialization matters. **Molecular Ecology**, v.23, n.9, p.2362-2375, 2014.
- BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A. de F.; HADDAD, M.L. Desempenho de tricogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, n.3, p.389-394, 2009
- GONÇALVES, J.R.; HOLTZ, A.M.; PRATISSOLI, D.; GUEDES, R.N.C. Avaliação da qualidade de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera:Trichogrammatidae) em ovos de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Acta Scientiarum Agronomy**, v.25, n.2, p.485-489, 2003.
- HASSAN, S.A. Selection of suitable *Trichogramma* strains to control the codling moth *Cydia pomonella* and the two summer fruit tortrix moths *Adoxophyes orana*, *Pandemis heparana* (Lepidoptera: Tortricidae). **Entomophaga**, v.34, p.19-27, 1989.
- KING, E.G.; HARTLEY, G.G. *Diatraea saccharalis*. In: SINGH, P.; MOORE, R.F. (eds.). **Handbook of insect rearing**. New York, Elsevier, p. 265-270, 1985.
- LUCK, R.F.; JANSSEN, J.A.M.; PINTO, J.D.; OATMAN, E.R. Precise sex allocation, local mate competition, and sex ratio shifts in the parasitoid wasp *Trichogramma pretiosum*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v.49, n.4, p.311–321, 2001.
- MANSFIELD, S.; MILLS, N.J. A comparison of methodologies for the assessment of host preferences of the gregarious egg parasitoid *Trichogramma platneri*. **Biol. Control**, v. 29, p. 332-340, 2004.
- MEIRA, A.L.; PRATISSOLI, D.; SOUZA, L.P. de; STURM, G. Seleção de espécies de *Trichogramma* sp. em ovos da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.24, n.2, p.1-8, 2011.
- MILANEZ, A.M.; PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R.A.; BUENO, A. de F.; TUFIK, C.B.A. Avaliação de *Trichogramma* spp. para o controle de *Trichoplusia ni*. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.44, n.10, p.1219-1224, 2009.
- MOLINA, R.M. da S.; PARRA, J.R.P. Seleção de linhagens de *Trichogramma* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) e determinação do número de parasitoides a ser

liberado para o controle de *Gymnandrosoma aurantianum* Lima (Lepidoptera, Tortricidae). **Revista Brasileira de entomologia.**, v.50, n.4, p. 534-539, 2006.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S. Biological control of pests through egg parasitoids of the genus *Trichogramma* and/ or *Trichogrammatoidea*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.82, n.3, p.153–160, 1987.

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

PRATISSOLI, D.; DALVI, L.P.; POLANCZYK, R.A.; ANDRADE, G.S.; HOLTZ, A.M.; NICOLINE, H.O. Características biológicas de *Trichogramma exiguum* em ovos de *Anagasta kuehniella* e *Sitotroga cerealella*. **Idesia**, v. 28, n. 1, p.39-42, 2010.

PRATISSOLI, D.; HOLTZ, A.M.; GONÇALVES, J.R.; OLIVEIRA, R.C.; VIANNA, U.R. Características biológicas de linhagens de *Trichogramma pretiosum*, criados em ovos de *Sitotroga cerealella* e *Anagasta kuehniella*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p.562-565, 2004.

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

RODRIGUES, M.L.; GARCIA, M.S.; NAVA, D.E.; BOTTON, M.; PARRA, J.R.P.; GUERRERO, M. Selection of *Trichogramma pretiosum* Lineages for Control of *Graepholitha molesta* in Peach. **Florida Entomologist**, v.94, n.3, p.398-403, 2011.

SOUZA, J.C. de; SILVA, R.A.; SILVEIRA, E.C. da; ABREU, F.A.; TOLEDO, M.A. de. **Ocorrência de nova praga nas lavouras de morango no Sul de Minas**. EPAMIG, Belo Horizonte, n.180, p.1-5, 2013.

TABONE, E.; BARDON, C.; DESNEUX, N. Parasitism of different *Trichogramma* species strains on *Plutella xylostella* L. on greenhouse cauliflower. **Journal of Pest Science**, v.83, n.3, p.251-256, 2010.

VINSON, S.B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitoides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In PARRA, J.R.P, ZUCCHI, R.A. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap.4, p.67-120.

ZAWADNEAK, M. A., GONÇALVES, R.B., KUHN, T., ARAUJO, E., DOLCI, E., SANTOS, B., SILVA, C., BENATTO, A. & VIDAL, H. Morango: novo desafio. **Cultivar HF**, p.30-32, 2011.

3 CAPITULO III

INFLUÊNCIA DA DENSIDADE E DA IDADE DOS OVOS DE *Duponchelia fovealis* Zeller (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE), SOBRE PARÂMETROS BIOLÓGICOS DE *Trichogramma pretiosum* Riley E *Trichogramma galloi* Zucchi (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

RESUMO

A ocorrência de pragas é tido como fator limitante a produção de morango. A mariposa *Duponchelia fovealis* é relatada causando injúrias nesta cultura. Devido à ausência de medidas de manejo regulamentadas e em face do potencial de dano, faz-se necessário o estudo de novas ferramentas de manejo. O controle biológico com parasitoides vem se destacando. Desta forma, a presente pesquisa teve por objetivo avaliar a eficácia de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma galloi*, em ovos de *D. fovealis* com diferentes idades e densidade. Foi permitido um parasitismo de 24 h para ambas as espécies do parasitoide. As fases de desenvolvimento embrionário afetaram significativamente o número de ovos parasitados por *T. pretiosum* e *T. galloi*, fato também observado para o parâmetro densidade de ovos. Mesmo que os parâmetros idade e densidade de ovos tenham afetado significativamente o parasitismo de *T. pretiosum* e *T. galloi*, os mesmos apresentam resultados satisfatórios para implementação de um programa de manejo fitossanitário de *D. fovealis*.

Palavras-chave: Controle biológico. Parasitoide de ovos. Manejo fitossanitário. Parasitismo. Morangueiro.

INFLUENCE OF DENSITY AND AGE OF EGGS *Duponchelia fovealis* Zeller (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE), ON BIOLOGICAL PARAMETERS OF *Trichogramma pretiosum* Riley AND *Trichogramma galloi* Zucchi (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

ABSTRACT

The occurrence of pests is seen as a limiting factor in the production of strawberry. The *Duponchelia fovealis* moth is causing injuries reported in this culture. Due to the absence of controlled management measures and in the face of potential damage, it is necessary to study new management tools. Biological control with parasitoids has been outstanding. Thus, the present study aimed to evaluate the effectiveness of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma galloi* in eggs of *D. fovealis* of different ages and density. One parasitism 24 h for both species of parasitoid was allowed. The embryonic development stages significantly affected the number of parasitized eggs by *T. pretiosum* and *T. galloi*, a fact confirmed for the parameter density of eggs. Even if the old parameters and density of eggs have significantly affected the *T. pretiosum* and *T. galloi*, they present satisfactory results for the implementation of a plant management program of *D. fovealis*.

Keywords: Biological control. Parasitoid eggs. Control disease. Parasitism. Strawberry.

3.1 INTRODUÇÃO

Problemas relacionados a pragas na cultura do morangueiro representam um fator limitante à produção que, comumente é acometida por inúmeros organismos que podem prejudicar o desenvolvimento vegetativo, tendo como consequência a queda da produção, de qualidade e o aumento dos custos produtivos, devido ao emprego de agroquímicos para o controle das pragas.

Desconhecida em nossa entomofauna, *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae), praga cosmopolita que tem sido citada atacando diversos gêneros de plantas em várias regiões do mundo (BRAMBILA; STOCKS, 2010), passou a ser relatada em cultivos de morango nos estados do Paraná, do Espírito Santo e de Minas Gerais (ZAWADNEAK et al., 2011; SOUZA et al., 2013). Em face do exposto e do potencial de danos desta espécie de inseto, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos que busquem validar métodos de manejo para essa praga, dentre os quais se destaca o controle biológico com parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma*, que pode se tornar uma importante ferramenta, uma vez que, este gênero de parasitoide tem demonstrado resultados eficientes no manejo de lepidópteros praga (PARRA et al. 1987; PARRA; ZUCCHI, 2004; MEIRA et al., 2011).

No entanto, o sucesso dos parasitoides de ovos nos programas de controle biológicos, está ligado diretamente ao conhecimento das características biológicas dos mesmos, sua interação com o hospedeiro e por influência de fatores abióticos como condições climáticas (PRATISSOLI; PARRA, 2001; MANSFIELD; MILLS, 2004). Além da adequação parasitoide-hospedeiro, um fator que pode estar ligado ao insucesso de algumas liberações de *Trichogramma*, é a adequação da proporção de parasitoides liberados em relação à densidade de ovos dos hospedeiros (PARRA; ZUCCHI, 1997), o que pode incorrer em problemas relacionados ao superparasitismo ou mesmo um baixo índice de parasitismo. Não obstante, a fase de desenvolvimento embrionário do ovo do hospedeiro também é um fator importante na aceitação pelo parasitoide, uma vez que com o avanço da idade dos ovos, os valores nutricionais dos mesmos são alterados, o que pode modificar a taxa de parasitismo (PRATISSOLI et al., 2007).

O presente trabalho tem por objetivo avaliar as características biológicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera:

Trichogrammatidae), quando submetidos ao parasitismo em ovos de *D. fovealis*, em diferentes fases de desenvolvimento embrionário e em diferentes densidades.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor 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.

3.2.1 Criação de *D. fovealis*

A criação de *D. fovealis* foi realizada em laboratório em condições de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ umidade relativa e 14 horas de fotofase. Os adultos recém-emergidos, foram transferidos para gaiolas de criação confeccionadas com tubo de PVC (20 x 20 cm), fechados na base inferior com folha de isopor revestido com papel sulfite. Para facilitar a coleta dos ovos, a extremidade lateral do tubo também foi forrada com papel sulfite e, a extremidade superior fechada com tecido do tipo voil para evitar a fuga dos insetos. Como alimento para os adultos foi oferecido uma solução de mel em 10%. Diariamente, foram coletadas as posturas, por meio da troca do papel que reveste o tubo de PVC, sendo que os ovos foram imediatamente acondicionados em caixas de acrílico do tipo Gerbox[®] (11x11 x 3 cm). O papel sulfite contendo as massas de ovos, passou por um processo de desinfecção, sendo tratadas por 10 segundos em soluções de formaldeído em 0,5% e sulfato de cobre em 17%. Posteriormente, estes foram secos em bancada de fluxo laminar, e transferidos para tubos de vidro de fundo chato (8,5 x 2,5 cm). Para alimentação larval, os tubos continham dieta artificial proposta por King & Hartley (1985) modificada. Esta era composta por farelo de soja, germe de trigo, açúcar, metilparahidroxibenzoato (nipagin), sais de Wesson, cloreto de colina, formaldeído, solução vitamínica, tetraciclina, caragenina e água. Com o término da fase larval, as pupas foram coletadas e transferidas para potes com papel umedecido e, após a emergência dos adultos, estes foram transferidos para gaiolas de criação, conforme descrição anterior.

3.2.2 Manutenção e Multiplicação dos parasitoides

A criação dos parasitoides do gênero *Trichogramma*, foi realizada em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), provenientes da criação estoque do NUDEMAFI. Ovos de *A. kuehniella* foram inviabilizados em lâmpada germicida durante 50 minutos, sendo posteriormente fixados em retângulos de cartolina azul celeste (8,0 x 2,0 cm), através da goma arábica diluída em 20%. Essas cartelas foram inseridas em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm), contendo adultos recém-emergidos do parasitoide, sendo vedados com filme plástico de PVC, a fim de se evitar a fuga dos mesmos (PRATISSOLI et al., 2010).

3.2.3 Influência do desenvolvimento embrionário dos ovos de *D. fovealis* sobre fêmeas de *T. pretiosum* e *T. galloi*

Fêmeas recém-emergidas de *T. pretiosum* e *T. galloi*, foram individualizadas em tubos de vidro de fundo chato (8,5 x 2,5 cm), sendo posteriormente ofertados para cada uma, 30 ovos de *D. fovealis* oriundos da criação de laboratório, com idades de 24, 48, e 72 horas. Esses ovos foram colados em retângulos de cartolina azul celeste (7,5 x 2 cm) com auxílio de pincel umedecido com goma arábica em 20%. Como alimento, as fêmeas receberam uma gotícula de mel depositada na parede interna do tubo. Após 24h de parasitismo, os parasitoides foram removidos e eliminados. As cartelas contendo ovos parasitados foram mantidas nos mesmos tubos de vidro, os quais foram novamente fechados com filme plástico PVC e mantidos em câmara climatizada (25 ± 1°C, UR de 70 ± 5% e fotofase de 14h). Após a emergência e morte dos parasitoides, foram avaliados os seguintes parâmetros: número de ovos parasitados, porcentagem de emergência, número de indivíduo por ovo e razão sexual.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3x10, sendo duas espécies de *Trichogramma*, três fases de desenvolvimento embrionário (24, 48 e 72 horas) e dez repetições. Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos parâmetros de espécies de *Trichogramma* comparadas pelo teste de F em 5% de probabilidade e

as médias de fases de desenvolvimento embrionário comparadas pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

3.2.4 Influência da densidade de ovos de *D. fovealis* sobre fêmeas de *T. pretiosum* e *T. galloi*.

Fêmeas recém-emergidas de *T. pretiosum* e *T. galloi*, selecionados anteriormente, foram individualizadas em tubos de vidro de fundo chato (8,5 x 2,5 cm) e fechados com filme plástico de PVC. Posteriormente, para cada fêmea foram ofertadas cartelas com 15, 20, 25 e 30 ovos de *D. fovealis*, com 0-24 horas de desenvolvimento embrionário, os quais foram colados nas cartelas de cartolina azul celeste (7,5 x 2 cm) com auxílio de pincel umedecido com goma arábica em 20%. Como alimento, as fêmeas receberam uma gotícula de mel depositada na parede interna do tubo. Após 24h de parasitismo, os parasitoides foram removidos e eliminados. As cartelas contendo ovos parasitados foram mantidas em tubos de vidro de 8,5 x 2,5 cm vedados com plástico PVC e em câmara climatizada ($25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 14h de fotofase). Após a emergência e morte dos parasitoides, foram avaliados os seguintes parâmetros: número de ovos parasitados, porcentagem de emergência, número de indivíduo por ovo e razão sexual.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4x10, sendo duas espécies de Trichogramma, quatro densidades de ovos e dez repetições. Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos parâmetros de espécies de Trichogramma comparadas pelo teste de F em 5% de probabilidade e as médias de fases de desenvolvimento embrionário comparadas pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Influência do desenvolvimento embrionário dos ovos de *D. fovealis* sobre fêmeas de *T. pretiosum* e *T. galloi*

Não houve interação significativa entre as espécies de *Trichogramma* e as fases de desenvolvimento embrionário para número de ovos parasitados ($F_{GL=2, 54} = 1,011$; $p = 0,370$), número de indivíduo por ovo ($F_{GL=2, 54} = 0,157$; $p = 0,854$), porcentagem de emergência ($F_{GL=2, 54} = 0,659$; $p = 0,521$) e a razão sexual não apresentou variação, pois todos os descendentes eram fêmeas.

3.3.1.1 Número de ovos parasitados

Para a variável número de ovos parasitados ($F_{GL=1, 54} = 1,586$; $p = 0,213$), não se verificou diferença estatística entre *T. pretiosum* e *T. galloi* (Tabela 3). Contudo, o desenvolvimento embrionário afetou significativamente o número de ovos parasitados ($F_{GL=2, 54} = 4,055$; $p = 0,022$), sendo que os tratamentos de 24 e 48 horas apresentaram as melhores taxas de parasitismo. Porém, o tratamento de 72 h, mesmo apresentando a menor média de parasitismo, foi significativamente semelhante ao tratamento com ovos de 48 h de desenvolvimento embrionário. Além desse fato, foi constatado também que houve parasitismo em mais de 50% dos ovos ofertados (Tabela 3). Isso demonstra que, mesmo em estágios de desenvolvimento embrionário mais avançados, ovos de *D. fovealis* são adequados para o desenvolvimento dos parasitoides. Contudo, a redução do parasitismo observada entre os tratamentos, em ambas as espécies de *Trichogramma*, demonstra a preferência deste parasitoide por ovos de *D. fovealis* no início de seu desenvolvimento embrionário. Esta preferência por ovos mais jovens, segundo Vinson (1997) é o resultado de alterações nos nutrientes de reserva do ovo em decorrência do desenvolvimento embrionário, transformando-os em tecidos quimicamente mais complexos, tornando os ovos menos atrativos para o parasitoide. Aliado a isso, de acordo com Mellini (1986), tem-se também o endurecimento do córion que restringe a aceitação do parasitoide, pois dificulta a penetração do ovipositor.

Esta redução no parasitismo também foi observada por Ko et al. (2014), que ao trabalhar com nove espécies/linhagens de *Trichogramma* em três fases de desenvolvimento embrionário (0 -24, 24-48 e 48-72 horas de idade), verificaram uma redução na porcentagem de parasitismo de 34; 24,7 e 20 %, para cada uma das idades de ovos de *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae). Zhang et al. (2014) observaram redução no parasitismo de quatro espécies de *Trichogramma* em ovos de *C. suppressalis* de 0, 2 e 4 dias de idade e por Pastori et al. (2010) que, verificaram preferência de *T. pretiosum* por ovos de *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) no início do desenvolvimento embrionário.

3.3.1.2 Porcentagem emergência (viabilidade)

Não houve diferença estatística entre *T. pretiosum* e *T. galloi* ($F_{GL=1, 54} = 0,048$; $p = 0,944$), para a porcentagem de emergência. Esse mesmo comportamento foi verificado para as fases de desenvolvimento embrionário ($F_{GL=2, 54} = 1,775$; $p = 0,179$) (Tabela 3). Mas, pode-se constatar que os índices de emergência foram superiores em 95%. Desta forma, mesmo em estádios mais avançados de desenvolvimento embrionário, os ovos de *D. fovealis*, mostram-se adequados para desenvolvimento de *T. pretiosum* e *T. galloi*.

As altas taxas de viabilidade observadas, são superiores aos 85% considerados adequados (ALMEIDA et al., 1998) e corroboram com os resultados observados por Pratisoli, et al. (2007) para *T. pretiosum* em ovos *Plutella xylostella*, por Polanczyk, et al. (2007) para *T. exiguum* em ovos de *P. xylostella*, ambos em diferentes fases de desenvolvimento embrionário e por Oliveira et al. (2003) que observaram porcentagem de emergência de *Trichogramma maxacalii* Voegelé & Pointel (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos *Oxydia vesulia* Cramer (Lepidoptera: Geometridae), com médias de viabilidade de 95,5; 77,8 e 79,2% para ovos de 1, 3 e 5 dias de idade respectivamente. Todavia, os resultados verificados no presente trabalho foram superiores aos obtidos por Oliveira et al. (2014) para *T. galloi* em ovos de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae) e por Pastori et al. (2010) para *T. pretiosum* em ovos de *B. salubricola*, que observaram porcentagem de

emergência inferior a 50 e 60%, para ovos de diferentes fases embrionárias, respectivamente.

O que demonstra o potencial de *T. pretiosum* e *T. galloi* como possíveis agentes de manejo de *D. fovealis*, já que, esta variável é um importante fator para o sucesso no estabelecimento de programas de controle biológico, pois mesmo com baixas taxas de parasitismo, as baixas taxas de emergência podem prejudicar os resultados do controle biológico (BUENO et al., 2009).

3.3.1.3 Número de indivíduo por ovo

No que se refere a variável número de indivíduo por ovo, verificou-se diferença estatística ($F_{GL=1, 54} = 6,806$; $p = 0,011$) entre as médias, sendo que *T. pretiosum* foi superior a *T. galloi*. No entanto, tal diferença não foi verificada entre as fases de desenvolvimento embrionário ($F_{GL=2, 54} = 0,963$; $p = 0,388$) (Tabela 3). Apesar da diferença observada entre *T. pretiosum* e *T. galloi*, verificou-se que os ovos de *D. fovealis* dão suporte nutricional, independente da idade dos ovos.

A obtenção de um indivíduo por ovo, pode ser considerado como um bom resultado, para o estabelecimento de programas de controle biológico para *D. fovealis*, pois como descrito por Moreira et al. (2009), o aparecimento de mais de um indivíduo por ovo hospedeiro, pode resultar em parasitoides de menor tamanho e de baixa qualidade, devido à competição intraespecífica que, conseqüentemente pode afetar o desempenho dos parasitoides.

Estes resultados demonstram que, o número de indivíduo por ovo, pode estar diretamente relacionado ao tamanho dos ovos do hospedeiro e à sua capacidade de suprir nutricionalmente uma ou mais larvas do parasitoide. Resultados similares foram encontrados por Oliveira et al. (2014), os quais verificaram diferença no número de indivíduo por ovo para *T. galloi* em ovo de *D. saccharalis*. Contudo, o resultado do presente trabalho difere dos de Oliveira et al (2003), que observaram redução da emergência de 3,61 para 2,45 *T. maxacalii* por ovo de *O. vesulia* com 1 e 5 dias de idade, respectivamente.

3.3.1.4 Razão sexual

Não houve diferença estatística entre *T. pretiosum* e *T. galloi*. Para razão sexual, bem como entre as idades dos ovos de *D. fovealis* (Tabela 3). A emergência apenas de fêmeas de *Trichogramma*, para ambas as espécies possivelmente pode estar relacionado com as boas condições de desenvolvimento possibilitadas pelo hospedeiro, pois, fatores como qualidade do hospedeiro, idade, tamanho das posturas e superparasitismo, influenciam as condições de desenvolvimento e conseqüentemente na razão sexual (VINSON, 1997). Além disso, de acordo com Luck et al. (2001), a descendência deste parasitoide pode ser o resultado de decisões comportamentais das fêmeas durante o processo de aceitação hospedeira, permitindo assim, que estes parasitoides otimizem a razão sexual dos descendentes para atender as condições locais. Todavia, outros fatores podem influenciar a razão sexual em populações de *Trichogramma*, a presença da bactéria *Wolbachia* Werren, que causa alteração reprodutiva em inúmeros artrópodes, induzindo a partenogênese telítoca (BOIVIN et al., 2014) e a presença do cromossomo extra chamado de PSR (Razão Sexual Paternal) ou elemento genético egoísta extrema, capaz de converter um ovo destinado a ser uma fêmea diploide em um macho haploide portador do PSR (RUSSELL; STOUTHAMER, 2010).

Similarmente Pratisoli et al. (2010), não observaram diferença neste parâmetro para *T. exiguum* em ovos de dois hospedeiros, nos quais, foi observada uma variação na razão sexual de 0,96 a 1,0 para *A. kuehniella* e a constante razão de 1,0 ou seja, presenças de todos os descendentes fêmeas para *S. cerealella*. Independente da fase de desenvolvimento embrionário de 1, 2 e 3 dias de idade. Pastori et al. (2010), também não influencia da idade do ovo sobre a razão sexual de *T. pretiosum* em ovos de *B. salubricola*, apresentando uma variação de 0,56 a 0,85.

Desta forma, tal resultado torna-se interessante para o manejo de pragas, pois nas liberações massais, a presença de fêmeas fecundas é altamente desejável, já que são os indivíduos capazes de realizar parasitismo no campo.

Tabela 3: Parâmetros biológicos (\pm EP) de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma galloi* criados em ovos de *Duponchelia fovealis* com diferentes idades de desenvolvimento embrionário. Temp.: $25 \pm 1,0$ °C; UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase :14h.

Espécies	Número de ovos parasitados *	Porcentagem de Emergência *	Número de indivíduo por ovo	Razão sexual*
<i>T. pretiosum</i>	18,66 \pm 0,654	97,15 \pm 1,06	1,061 \pm 0,018 a	1,00 \pm 0,0
<i>T. galloi</i>	17,63 \pm 0,562	97,04 \pm 1,21	1,01 \pm 0,008 b	1,00 \pm 0,0
<i>F</i>	1,586	0,048	6,806	0
<i>p</i>	0,213	0,944	0,011	0

Idade	Número de ovos parasitados	Porcentagem de Emergência*	Número de indivíduo por ovo*	Razão sexual *
24	19,65 \pm 0,44 a	95,28 \pm 1,52	1,046 \pm 0,009	1,0 \pm 0,00
48	18,00 \pm 0,86 ab	97,05 \pm 1,53	1,045 \pm 0,017	1,0 \pm 0,00
72	16,80 \pm 0,57 b	98,97 \pm 0,70	1,01 \pm 0,013	1,0 \pm 0,00
<i>F</i>	4,055	1,775	0,963	
<i>p</i>	0,022	0,179	0,388	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

* Variáveis são estatisticamente iguais pelo teste F em nível de 5% de probabilidade.

3.3.2 Influência da densidade de ovos de *D. fovealis* sobre fêmeas de *T. pretiosum* e *T. galloi*.

No estudo dos fatores espécies de *Trichogramma* e densidades de ovos, não foi verificado interação significativa para as variáveis, número de ovos parasitados ($F_{GL=3, 72} = 1,615$; $p = 0,193$), número de indivíduo por ovo ($F_{GL=3, 72} = 1,146$; $p = 0,336$), viabilidade do parasitismo ($F_{GL=3, 72} = 1,774$; $p = 0,159$), razão sexual ($F_{GL=3, 72} = 0,825$; $p = 0,484$) e porcentagem de parasitismo ($F_{GL=3, 72} = 1,402$; $p = 0,249$), permitindo assim que estas sejam analisadas isoladamente.

3.3.2.1 Número de ovos parasitados

Para o número de ovos parasitados, observou-se diferença estatística entre as espécies de *Trichogramma* ($F_{GL=1, 72} = 5,388$; $p = 0,023$), sendo que o *T. galloi*,

apresentou as maiores médias (Tabela 3). Contudo, no que se refere às densidades, estas influenciaram significativamente o número de ovos parasitados ($F_{GL=1, 72} = 150$; $p < 0,001$), apresentando um comportamento diretamente proporcional ao aumento da densidade de ovos (Figura 1), sendo que, para as maiores densidades de 25 e 30 ovos/cartela, o parasitismo máximo observado foi em média de 18,35 e 20,1 ovos parasitados respectivamente, correspondendo a 73,4 e 67% de parasitismo.

Assim, os resultados demonstram o potencial de fecundidade de ambas as espécies de parasitoides, uma vez que, estas apresentam um potencial de parasitismo crescente com o aumento do número de ovos do hospedeiro dentro das densidades estudadas. Resultados similares foram observados por Polanczyk et al. (2011), no qual, verificou-se que o aumento no número de ovos parasitados por *T. exiguum* foi diretamente proporcional ao aumento da densidade de ovos de *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera: Crambidae). Faria et al. (2000) também verificaram o mesmo comportamento para *T. pretiosum* em ovos de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). No entanto, estes autores observaram que o parasitismo é diretamente proporcional ao aumento da disponibilidade de ovos, até atingir um ponto em que passa a assumir uma constância. Tal fato pode ser atribuído à limitação do tempo de parasitismo ou ao fato do parasitoide ter cessado o parasitismo, pois estes teriam atingido sua capacidade máxima, permitindo assim que sobrasse ovos do hospedeiro. Fato que também foi verificado por Pak e Oatman (1982), que a porcentagem de parasitismo de diferentes espécies de *Trichogramma* é diretamente proporcional ao aumento da densidade de ovo do hospedeiro, estabilizando-se quando atingida a capacidade máxima de parasitismo da fêmea.

3.3.2.2 Porcentagem de parasitismo

No que se refere a variável porcentagem de parasitismo, houve diferença estatística ($F_{GL=1, 72} = 4,301$; $p = 0,041$), para as espécies de *Trichogramma*, sendo que o *T. galloi* se mostrou superior ao *T. pretiosum*, apresentando um parasitismo de 80,37 % contra 76,76 % do *T. pretiosum* (Tabela 3). A densidade de ovos de *D. fovealis* afetou significativamente a porcentagem de parasitismo ($F_{GL=1, 72} = 99,86$, $p < 0,001$), apresentando função inversamente proporcional ao aumento da densidade de ovos

de *D. fovealis*. Contudo, para a densidade de 15, 20 e 25 ovos, todas as médias deste parâmetro foram superiores a 70% (Figura 2).

Desta forma, os resultados do presente estudo indicam alta fecundidade das fêmeas de *T. galloi* e *T. pretiosum*, evidenciando a qualidade dos ovos de *D. fovealis* como hospedeiro. Entretanto, a redução na porcentagem de parasitismo, justifica-se pelo aumento da disponibilidade de ovos, permitindo assim que as fêmeas deste parasitoide selecionassem os melhores ovos para hospedar suas larvas.

Resultados similares foram constatados por Pereira et al. (2004), que verificaram redução na porcentagem de parasitismo de fêmeas de *T. pretiosum*, com respostas inversamente proporcionais ao aumento da densidade de ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), variando de 15 a 60. Neste sentido, Pratissoli et al. (2005), observaram as maiores médias de porcentagem de parasitismo de *T. pretiosum*, quando as fêmeas eram expostas a densidade de 20, 25 e 30 ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae).

3.3.2.3 Porcentagem de emergência (viabilidade)

Não houve diferença estatística para porcentagem de emergência, tanto para as espécies de *Trichogramma* ($F_{GL=1, 72} = 0,110$; $p = 0,159$) (Tabela 3), como para a densidade de ovos ($F_{GL=1, 72} = 0,291$; $p = 0,831$) (Tabela 4). Contudo, apesar de não ter sido verificada diferenças entre os tratamentos, no presente estudo observou-se auto índice de porcentagem de emergência entre os tratamentos, estando todos acima de 96% que, sugere boa quantidade e qualidade nutricional dos ovos do hospedeiro. Mas, os resultados observados divergem dos obtidos por Polanczyk et al. (2011) em que, verificou-se uma redução da emergência de descendentes *T. pretiosum* em ovos de *D. hyalinata* à medida que aumentou a densidade. Em contrapartida, Pratissoli et al. (2005), verificaram que as taxas de emergência de descendentes de *T. maxacalii* e *T. pretiosum* responderam proporcionalmente a variação das densidades, sendo que, as densidades de 20 e 25 ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) proporcionaram os melhores resultados. Estas variações nas porcentagens de emergências de acordo com Pratissoli et al. (2003) podem ser

resultados da agressividade da espécie e/ou linhagem estudada e a qualidade nutricional do hospedeiro.

3.3.2.4 Número de indivíduo por ovo

Houve diferença significativa entre as espécies de *Trichogramma* ($F_{GL=1, 72} = 11,45$; $p = 0,001$) para o número de indivíduo por ovo, sendo que o *T. galloi* apresentou valor superior a *T. pretiosum* (Tabela 3). O fator densidade não afetou significativamente o número de indivíduo por ovo ($F_{GL=1, 72} = 0,110$; $P = 0,159$) (Tabela 4). Mesmo apresentando diferença entre as espécies, os resultados do presente estudo demonstram que os ovos de *D. fovealis* são capazes de fornecer suporte nutricional para o desenvolvimento, em média, de apenas um parasitoide. Fato que segundo Moreira et al. (2009), resulta em parasitoides mais robustos e com maior qualidade, fato que pode melhorar o desempenho dos mesmos em campo.

3.3.2.5 Razão sexual

Para a variável razão sexual, não houve diferença estatística entre as espécies de *Trichogramma* ($F_{GL=1, 72} = 3,675$; $p = 0,059$) (Tabela 3). Com relação às densidades, este fator também não gerou efeito significativo sobre este parâmetro ($F_{GL=1, 72} = 0,825$; $p = 0,484$) (Tabela 4). No entanto, para os tratamentos foi observado razão sexual acima de 0,9. Fato que indica o potencial de emprego de ambas as espécies em programas de manejo de *D. fovealis*, pois apresentam alta razão sexual, próximo a 1, ou seja, maior presença de parasitoides fêmeas, que são as responsáveis pelo parasitismo em campo. Resultados similares foram observados por Polanczyk et al. (2011), para *T. pretiosum* em ovos de *D. hyalinata*, em que foi observado razão sexual igual a 1 independente da densidade do hospedeiro. Entretanto, o presente resultado diverge dos obtidos por Pratisoli et al. (2005), em que a razão sexual de três espécies de *Trichogramma* sofreu aumento da proporção de fêmeas à medida que aumentou a disponibilidade de ovos de *S. frugiperda*. Estas variações na razão sexual, de acordo com Vinson (1997), podem ser ocasionadas pela qualidade nutricional do hospedeiro.

Tabela 3: Parâmetros biológicos (\pm EP) de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma galloi* criados em ovos de *Duponchelia fovealis* com diferentes densidades. Temp.: $25 \pm 1,0$ °C; UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase :14h.

Espécies	Número de ovos parasitados	Porcentagem de parasitismo	Percentual de emergência *	Número de indivíduo por ovo	Razão sexual *
<i>T. pretiosum</i>	16,74 \pm 0,48 b	76,76 \pm 2,10 b	97,15 \pm 0,86	1,03 \pm 0,01 b	1,00 \pm 0,00
<i>T. galloi</i>	17,65 \pm 0,49 a	80,37 \pm 1,58 a	97,04 \pm 1,01	1,09 \pm 0,02 a	0,93 \pm 0,04
<i>F</i>	5,388	4,301	0,110	11,45	3,675
<i>P</i>	0,023	0,041	0,159	0,001	0,059

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

* Variáveis são estatisticamente iguais pelo teste F em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4: Parâmetros biológicos (\pm EP) de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma galloi* criados em ovos de *Duponchelia fovealis* com diferentes densidades. Temp.: $25 \pm 1,0$ °C; UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase :14h.

Densidade	Percentual de emergência *	Número de indivíduo por ovo *	Razão sexual*
15	97,78 \pm 1,743	1,08 \pm 0,021	0,95 \pm 0,050
20	96,23 \pm 1,227	1,08 \pm 0,027	0,99 \pm 0,012
25	96,35 \pm 0,890	1,05 \pm 0,025	0,93 \pm 0,047
30	97,02 \pm 1,010	1,03 \pm 0,009	1,00 \pm 0,000
<i>F</i>	0,291	1,779	0,825
<i>P</i>	0,831	0,159	0,484

* Variáveis são estatisticamente iguais pelo teste F em nível de 5% de probabilidade.

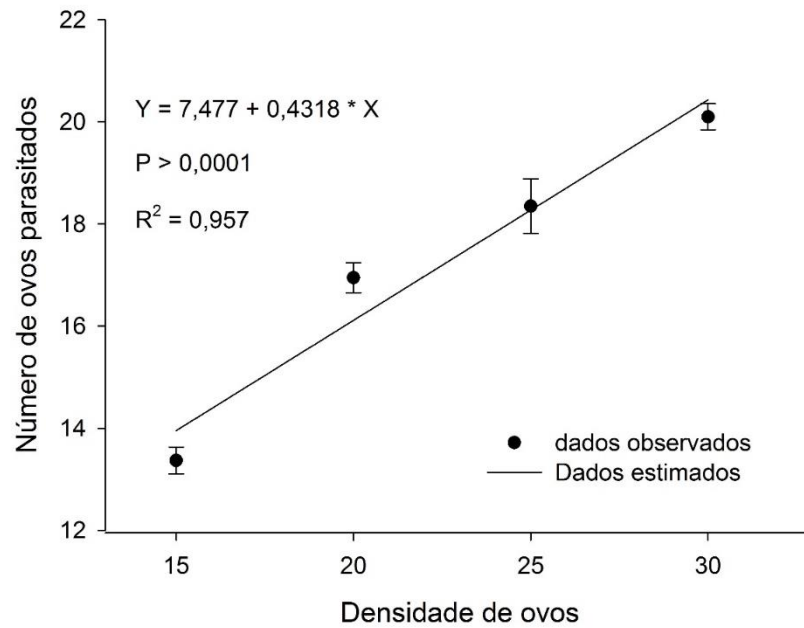


Figura 1: Número de ovos parasitados por *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma galloi* em função de diferentes densidades de ovos de *Duponchelia fovealis*. Temp.: 25 ± 1,0 °C; UR: 70 ± 10% e fotofase :14h.

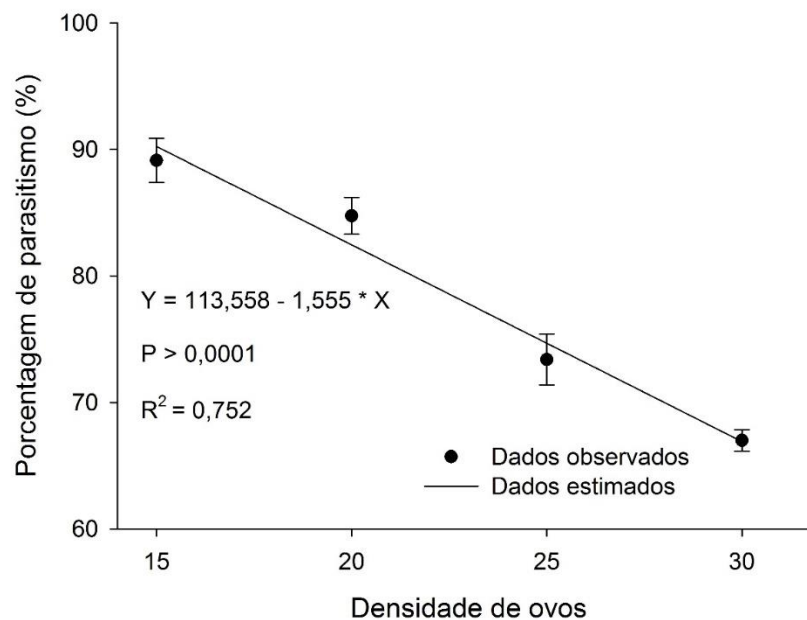


Figura 1: Porcentagem de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma galloi* em função de diferentes densidades de ovos de *Duponchelia fovealis*. Temp.: 25 ± 1,0 °C; UR: 70 ± 10% e fotofase :14h.

3.4 CONCLUSÃO

T. pretiosum e *T.galloi*, apresentaram bom desempenho sobre ovos de *D. fovealis*, os quais se mostraram adequados ao desenvolvimento dos parasitoides.

O desenvolvimento embrionário afetou significativamente a taxa de parasitismo. No entanto, mesmo em condições mais avançadas, os parasitoides ainda apresentam boas taxas de aceitação.

As taxas de parasitismo e a porcentagem de parasitismo, apresentaram comportamento contrário ao aumento da disponibilidade de ovos. Contudo, uma porcentagem de parasitismo satisfatória de 82,45% foi observada na proporção de 1 fêmea para 20 ovos *D. fovealis*.

3.5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R.P. de; SILVA, C.A.D. da; MEDEIROS, M.B. Biotecnologia de produção massal e manejo de *Trichogramma* para o controle biológico de pragas. **Embrapa Algodão**, 1998. 61p.(Embrapa Algodão. Documentos, 60).
- BOIVIN, T.; HENRI, H.; VAVRE, F.; GIDOIN, C.; VEBER, P.; CANDAU, J.N.; MAGNOUX, E.; ROQUES, A.; AUGER-ROZENBERG, M.A. Epidemiology of asexuality induced by the endosymbiotic *Wolbachia* across phytophagous wasp species: host plant specialization matters. **Molecular Ecology**, v.23, n.9, p.2362-2375, 2014.
- BRAMBILA, J.; STOCKS, I.; **The European Pepper Moth, *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera:Crambidae), a Mediterranean Pest Moth Discovered in Central Florida**. 2010. Disponível em: <[http://www.fresh fromflorida.com/pi/pest-alerts/pdf/duponchelia-fovealis.pdf](http://www.freshfromflorida.com/pi/pest-alerts/pdf/duponchelia-fovealis.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2014.
- BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A. de F.; HADDAD, M.L. Desempenho de tricogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, n.3, p.389-394, 2009.
- FARIA, C.A.; TORRES, J.B.; FARIAS, A.M.I. Resposta Funcional de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Parasitando Ovos de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae): Efeito da Idade do Hospedeiro. **An. Soc. Entomol. Brasil**, v.29, n.1, p.85-93, 2000.
- HASSAN, S.A. Selection of suitable *Trichogramma* strains to control the codling moth *Cydia pomonella* and the two summer fruit tortrix moths *Adoxophyes orana*, *Pandemis heparana* (Lepidoptera: Tortricidae). **Entomophaga**, v.34, p.19-27, 1989.
- KING, E.G.; HARTLEY, G.G. *Diatraea saccharalis*. In: SINGH, P.; MOORE, R.F. (eds.). **Handbook of insect rearing**. New York, Elsevier, p. 265-270, 1985.
- KO, K.; LIU, Y.; HOU, M.; BABENDREIR, D.; ZHANG, F.; SONG, K. Evaluation for potential *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) strains for control of the striped stem borer (Lepidoptera: Crambidae) in the greater mekong subregion. **Journal of Economic Entomology**, v.104, n.3, p.955-963, 2014.
- LUCK, R.F.; JANSSEN, J.A.M.; PINTO, J.D.; OATMAN, E.R. Precise sex allocation, local mate competition, and sex ratio shifts in the parasitoid wasp *Trichogramma pretiosum*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v.49, n.4, p.311–321, 2001.
- MANSFIELD, S.; MILLS, N.J. A comparison of methodologies for the assessment of host preferences of the gregarious egg parasitoid *Trichogramma platneri*. **Biol. Control**, v. 29, p. 332-340, 2004.

MEIRA, A.L.; PRATISSOLI, D.; SOUZA, L.P. de; STURM, G. Seleção de espécies de *Trichogramma* sp. em ovos da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.24, n.2, p.1-8, 2011.

MELLINI, E. **Importanza dell età dell uovo, al momento della parassitizzazione, per la biologia degli imenotteri oofagi**. Bolletino dell Istituto di Entomologia "Guido Grandi" della Università di Bologna, v.41, n.1, p.1- 21, 1986.

MOREIRA, M.D.; SANTOS, M.C.F. dos; BESERRA, E.B.; TORRES, J.B.; ALMEIDA, R.P. de. Parasitismo e Superparasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em Ovos de *Sitotroga cerealella* (Oliver) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, v.38, n.2, p.237-242, 2009.

OLIVEIRA, H.N. de; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C.; SERRÃO, J.E. Influência da idade dos ovos de *Oxydia vesulia* no parasitismo de *Trichogramma maxacalii*. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v.38, n.4, p.551-554, 2003.

OLIVEIRA, H.N. de; SANTANA, D.R.S.; BELLON, P.P.; OLIVEIRA, F.C. de. Influência da idade dos ovos de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) no parasitismo de *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Interciencia**, v.29, n.1, p.46-48, 2014.

PAK, G.A.; OATMAN, E.R. Biology of *Trichogramma brevicapillum*. **Entomologia experimentalis et applicata**, v.32, n.1, p.61-67, 1982.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S. Biological control of pests through egg parasitoids of the genus *Trichogramma* and/ or *Trichogrammatoidea*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.82, n.3, p.153–160, 1987.

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

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

PASTORI, P.L.; MONTEIRO, L.B.; BOTTON, M.; PRATISSOLI. Efeito da idade do parasitoide e do hospedeiro na reprodução de *Trichogramma pretiosum* riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). **Arquivo do instituto biológico**, v.77, n.2, p.349-353, 2010.

PEREIRA, F. F.; BARROS, R.; PRATISSOLI, D. Desempenho de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) submetidos a diferentes densidades de ovos de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Ciência Rural**, v.34, n.6, p. 1669-1674, 2004,

POLANCZYK, R.A.; BARBOSA, W.F.; CELESTINO, F.N.; PRATISSOLI, D.; HOLTZ, A.M.; MILANEZ, A.M.; COCHETO, J.G.; SILVA, A.F. da. Influência da densidade de ovos de *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera:Crambidae) na capacidade de

parasitismo de *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v.40, n.2, p.238-243, 2011.

POLANCZYK, R.A.; PRATISSOLI, D.; HOLTZ, A.M.; PEREIRA, C.L.T.; FURTADO, I.S. de A. Efeito da idade de *Trichogramma exiguum* e do desenvolvimento embrionário da Traça-das-Crucíferas sobre as características biológicas do parasitoide. **Acta Sci. Biol. Sci.**, Maringá, v.29, n.2, p.161-166, 2007.

PRATISSOLI, D.; DALVI, L.P.; POLANCZYK, R.A.; ANDRADE, G.S.; HOLTZ, A.M.; NICOLINE, H.O. Características biológicas de *Trichogramma exiguum* em ovos de *Anagasta kuehniella* e *Sitotroga cerealella*. **Idesia**, v. 28, n. 1, p.39-42, 2010.

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

PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, A.R.; PEREIRA, C.L.T.; FURTADO, I.S. de A.; COCHETO, J.G. Influência da fase embrionária dos ovos da traça-das-crucíferas sobre fêmeas de *Trichogramma pretiosum* com diferentes idades. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.2, p.286-290, 2007.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U.R.; REIAS, E.F. dos; ANDRADE, G.S.; SILVA, A.F. da. Influência da densidade de ovos de *Spodoptera frugiperda* em alguns aspectos biológicos de três espécies de *Trichogramma*. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.4, n.1, p.1-7, 2005.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U.R.; REIS, E.F.; ANDRADE, G.S.; SILVA, A.F. SILVA. Influência da densidade de ovos de *Spodoptera frugiperda* em alguns aspectos biológicos de três espécies de *Trichogramma*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, p.1-7, 2005.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U.R.; REIS, E.F.; ANDRADE, G.S.; SILVA, A.F. Influência da densidade de ovos de *Spodoptera frugiperda* em alguns aspectos biológicos de três espécies de *Trichogramma*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, p.1-7, 2005.

RUSSELL, J.E.; STOUTHAMER, R. Sex ratio modulators of egg parasitoids. In: CÔNSOLI, F.L.; PARAA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on Trichogramma**. Springer, London, 2010, cap.6, p.167-190, 2010.

SOUZA, J.C. de; SILVA, R.A.; SILVEIRA, E.C. da; ABREU, F.A.; TOLEDO, M.A. de. **Ocorrência de nova praga nas lavouras de morango no Sul de Minas**. EPAMIG, Belo Horizonte, n.180, p.1-5, 2013.

VINSON, S.B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitoides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In PARAA, J.R.P., ZUCCHI, R.A.

***Trichogramma* e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap.4, p.67-120.

ZAWADNEAK, M.A.C.; VIDAL, H.; GONÇALVES, R. B.; KUHN, T. M. A.; ARAUJO, E.; DOLCI, E. M.; SANTOS, B.; SILVA, C. DA. R; BENETTO, A. ***Duponchelia fovealis: nova praga em moranguerio no Brasil***, 2011. Disponível em: <http://people.ufpr.br/~pimo.parana/arquivos/pdf/duponchelia%20fovealis_%20revista_cultivarhf2011.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2014.

ZHANG, J.J.; REN, B.Z.; YUAN, X.H.; ZANG, L.S.; RUAN, C.C.; SUN, G.Z.; SHAO, X.W. Effects of host-egg ages on host selection and suitability of four Chinese *Trichogramma* species, egg parasitoids of the rice striped stem borer, *Chilo suppressalis*. **BioControl**, v.59, n.2, p.159-166, 2014.

4 CAPITULO IV

BIOLOGIA E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Trichogramma pretiosum* Riley E *Trichogramma galloi* Zucchi (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) NO HOSPEDEIRO *Duponchelia fovealis* Zeller (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

RESUMO

Os parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* são os mais estudados e empregados no mundo para o manejo de lepidópteros praga, podendo ser usados no controle de *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), praga introduzida na entomofauna brasileira e que tem causado sérios danos nos cultivos de morango. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi estudar a biologia de *Trichogramma pretiosum* Riley e *Trichogramma galloi* Zucchi em laboratório, para utilização em programas de controle biológico de *D. fovealis* na cultura do morango. Para tanto, avaliou-se os parâmetros biológicos de ambos os parasitoides sobre ovos de *D. fovealis* em diferentes condições térmicas, além disso, determinou-se também as exigências térmicas dos parasitoides. O tempo de desenvolvimento foi inversamente proporcional ao aumento das temperaturas, de 18 a 30°C; para porcentagem de emergência, observou-se valores acima de 90%, para *T. pretiosum* e *T. galloi* em todas as temperaturas estudadas; a razão sexual, verificou-se valores próximos a um, em outras palavras, emergência basicamente de fêmeas, independente da temperatura ou mesmo da espécie de parasitoide. Às exigências térmicas, observou-se para *T. pretiosum* valores de T_b e K de 11,17°C e 144,09 GD para *T. pretiosum* e de 11,26°C e 143,47 GD para *T. galloi*.

Palavras-chave: Controle biológico. Parasitoides de ovos. Morango. Praga exótica.

BIOLOGY AND THERMAL REQUIREMENTS OF *Trichogramma pretiosum* Riley AND *Trichogramma galloi* Zucchi (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) IN THE HOST *Duponchelia fovealis* Zeller (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

ABSTRACT

The parasitoid *Trichogramma* eggs are the most studied and used in the world for the management of lepidopteran pests that can be used in *Duponchelia control fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), a pest introduced in the Brazilian insect fauna and that has caused serious damage to crops strawberry. Thus, the objective of this work was to study *Trichogramma pretiosum* and *T. galloi* Zucchi in the laboratory for use in biological control programs of *D. fovealis* on strawberry. Therefore, the biological parameters of both parasitoids on *D. fovealis* eggs in different thermal conditions were evaluated, in addition, also determined the thermal requirements of the parasitoid. The development time was inversely proportional to increasing temperatures from 18 to 30° C; for the emergence percentage was observed values above 90% for *T. pretiosum* and *T.galloi* in all studied temperatures; sex ratio, it was found values close to one, in other words, basically emergency female, regardless of the temperature or the parasitoid species. The thermal requirements noted for parasitoids Tb and K values of 11.17 ° C and 144.09 GD to parasitoids and 11,26 and 143 ° C, 47 galloi T. GD.

Keywords: Biological control. Parasitoid eggs. Strawberry. Exotic pest.

4.1 INTRODUÇÃO

O emprego de inimigos naturais no controle de insetos praga é vantajoso porque reduz os impactos negativos promovidos pelos sistemas agrícolas. Os inimigos naturais equilibram os níveis populacionais dos insetos daninhos a culturas cultivadas reduzindo assim a utilização de inseticidas sintéticos.

Dentre os inimigos naturais de pragas agrícolas, destacam-se os parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* (Hymenoptero: Trichogrammatidae), os mais estudados e empregados em liberações inundativas em todo mundo para o controle de lepidópteros praga em diversas culturas (PINTO, 2006; PIZZOL et al., 2012). Além disso, estes parasitoides, destacam-se ainda pela ampla distribuição geográfica, diversidade de espécies (PINTO, 2006) e facilidade de criação massal, que viabiliza o emprego em programas de controle biológico (PARRA, 1997; PRATISSOLI et al., 2008).

Em face do exposto, os parasitoides deste gênero, tornam-se importante ferramenta de controle biológico a ser estudada, no manejo da mariposa *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae). Praga originária da região mediterrânea e ilhas canárias que, atualmente apresenta ampla distribuição geográfica, sendo encontrada na Europa, na África, nos Estados Unidos, Canadá (CABI, 2013) e mais recentemente no Brasil, porém com ocorrência restrita aos estados do Paraná, Espírito Santo e Minas Gerais (ZAWADNEAK et al., 2011; SOUZA et al., 2013)

A mariposa *D. fovealis* é um inseto praga polífago, que é relatado atacando diversos gêneros de plantas, entre as quais, encontram-se espécies cultivadas, plantas ornamentais, invasoras e algumas espécies aquáticas (BRAMBILA; STOCKS, 2010; STOKES; HODGES, 2013). No entanto, em todos os estados brasileiros listados, esta praga até o momento é relatada causando danos em cultivo de morango, tornando-se assim um novo problema fitossanitário para esta cultura (ZAWADNEAK et al., 2011; SOUZA et al., 2013).

Entretanto, para que estes parasitoides sejam considerados como ferramenta de manejo dos níveis populacionais de *D. fovealis*, além de selecionar as espécies e/ou linhagens que apresentem as melhores características biológicas, ou seja, mais

adaptadas ao hospedeiro (VINSON, 1997). Também se deve levar em consideração a influência das condições climáticas, pois os fatores ambientais influenciam diretamente as taxas de desenvolvimento, as características biológicas e conseqüentemente o potencial do parasitoide como agente de controle biológico (PRATISSOLI; PARRA, 2000).

Assim, o presente estudo teve por objetivo, realizar estudos biológicos de *T. pretiosum* e *T. galloi* sobre os ovos de *D. fovealis* em diferentes regimes térmicos, bem como determinar as exigências térmicas e as estimativas de gerações anuais para as temperaturas trabalhadas.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor 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.

4.2.1 Criação de *D. fovealis*

A criação de *D. fovealis* foi realizada em laboratório em condições de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ umidade relativa e 14 horas de fotofase. Os adultos recém-emergidos, foram transferidos para gaiolas de criação confeccionadas com tubo de PVC (20 x 20 cm), fechados na base inferior com folha de isopor revestido com papel sulfite. Para facilitar a coleta dos ovos, a extremidade lateral do tubo também foi forrada com papel sulfite e, a extremidade superior fechada com tecido do tipo voil para evitar a fuga dos insetos. Como alimento para os adultos foi oferecido uma solução de mel em 10%. Diariamente, foram coletadas as posturas, por meio da troca do papel que reveste o tubo de PVC, sendo que os ovos foram imediatamente acondicionados em caixas de acrílico do tipo Gerbox[®] (11x11 x 3 cm). O papel sulfite contendo as massas de ovos, passou por um processo de desinfecção, sendo tratadas por 10 segundos em soluções de formaldeído em 0,5% e sulfato de cobre em 17%. Posteriormente, estes foram secos em bancada de fluxo laminar, e transferidos para tubos de vidro de fundo chato (8,5 x 2,5 cm). Para alimentação larval, os tubos continham dieta artificial proposta por King & Hartley (1985) modificada. Esta era composta por farelo de soja, germe de trigo, açúcar, metilparahidroxibenzoato (nipagin), sais de Wesson, cloreto de colina, formaldeído, solução vitamínica, tetraciclina, caragenina e água. Com o término da fase larval, as pupas foram coletadas e transferidas para potes com papel umedecido e, após a emergência dos adultos, estes foram transferidos para gaiolas de criação, conforme descrição anterior.

4.2.2 Manutenção e Multiplicação dos parasitoides

A criação dos parasitoides do gênero *Trichogramma*, foi realizada em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae),

provenientes da criação estoque do NUDEMAFI. Ovos de *A. kuehniella* foram inviabilizados em lâmpada germicida durante 50 minutos, sendo posteriormente fixados em retângulos de cartolina azul celeste (8,0 x 2,0 cm), através da goma arábica diluída em 20%. Essas cartelas foram inseridas em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm), contendo adultos recém-emergidos do parasitoide, sendo vedados com filme plástico de PVC, a fim de se evitar a fuga dos mesmos (PRATISSOLI et al., 2010).

4.2.3 Biologia de *T. pretiosum* e *T. galloi* em diferentes temperaturas.

Fêmeas recém-emergidas de *T. pretiosum* e *T. galloi*, com idade de 0-5 horas foram separadas de duas em duas em tubos de vidro de fundo chato (8,5 x 2,5) e fechados com filme plástico PVC, contendo no interior uma gotícula de mel para alimentação. Concomitantemente, foram confeccionadas cartelas de cartolina azul celeste (4,0 x 2,0 cm) nas quais, foram colados 20 ovos de *D. fovealis*, com 0-24 horas após a oviposição, empregando-se um pincel umedecido em goma arábica em 20 % (p/v). Em seguida essas cartelas, contendo as massas de ovos, foram ofertadas às fêmeas de *Trichogramma*. O parasitismo foi permitido em uma relação de 10 ovos por fêmea, por um período de cinco horas de parasitismo, segundo técnica desenvolvida por Pratisoli et al. (1998). Durante o período de parasitismo as cartelas permaneceram em câmara climatizada, reguladas a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Ao final desse período, as fêmeas foram retiradas e eliminadas sob microscópio estereoscópico e os tubos, contendo as cartelas foram transferidos para câmaras climatizadas reguladas com a mesma umidade relativa e fotofase das anteriores, porém com temperaturas de 18, 21, 24, 27, $30\pm 1^{\circ}\text{C}$. Nessas condições foram avaliados os parâmetros biológicos de duração do período (ovo-adulto); a porcentagem de emergência; a razão sexual e o número de indivíduos emergidos por ovo.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial $2 \times 5 \times 15$, sendo duas espécies de *Trichogramma*, cinco temperaturas e 15 repetições. Os parâmetros biológicos avaliados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos parâmetros de espécies de *Trichogramma*

comparadas pelo teste de F em 5% de probabilidade e as médias das temperaturas comparadas pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

4.2.4 Determinação das exigências térmicas de *T. pretiosum* e *T.galloi*.

A partir dos dados de duração do desenvolvimento (D) obtidos nas temperaturas descritas anteriormente, foi realizado o cálculo da velocidade de desenvolvimento (inverso do desenvolvimento: $1/D$), que serviu como variável dependente em função das temperaturas estudadas (variável independente), de acordo com o modelo linear $1/D = \alpha + \beta * T$, tido como método da hipérbole. A temperatura base (T_b) foi estimada pela relação do intercepto com o coeficiente linear da equação, resultante da estimativa de desenvolvimento zero na equação. A constante térmica (K), por sua vez, foi calculada pelo inverso do coeficiente linear ($K = 1/\beta$) (HADDAD et al., 1999), bem como os respectivos erros padrão, para as médias estimadas da temperatura básica (T_b) e da constante térmica (K) foram estimados (CAMPBELL et al., 1974).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Biologia de *T. pretiosum* e *T. galloi* em diferentes temperaturas.

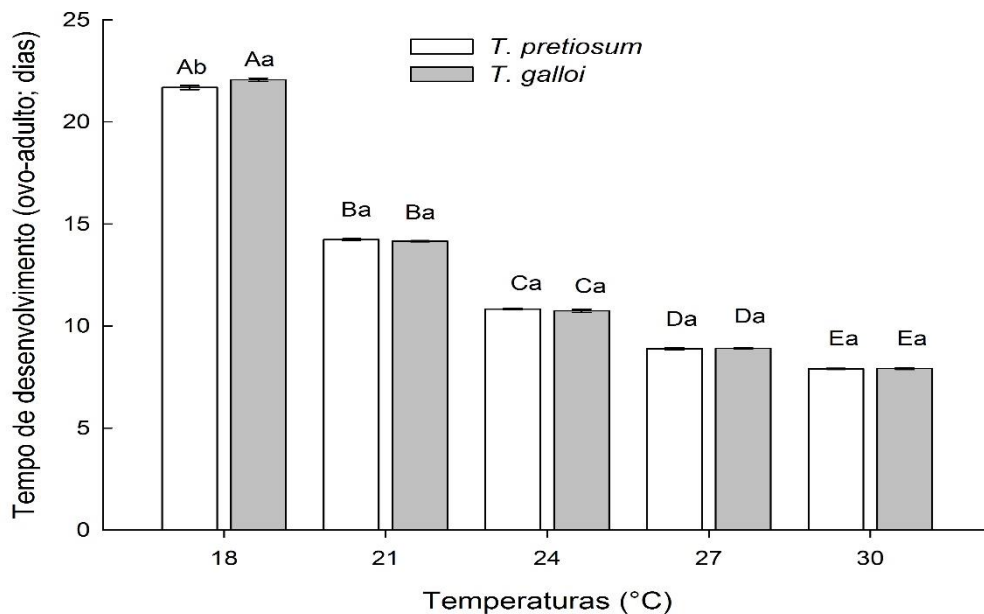
No estudo dos parâmetros biológicos das espécies de *Trichogramma* submetidas a diferentes condições térmicas, foi verificada interação significativa para tempo de desenvolvimento ($F_{GL=4, 140} = 5,50$; $p = 0,0003$), porcentagem de emergência ($F_{GL=4, 150} = 3,97$; $p = 0,0043$), número de indivíduo por ovo ($F_{GL=4, 150} = 2,7617$; $p = 0,030$). Contudo, para razão sexual não foi observada interação ($F_{GL=4, 150} = 2,380$; $p = 0,0544$) entre as espécies de *Trichogramma* e as temperaturas estudadas.

4.3.1.1 Tempo de desenvolvimento

No que se refere ao tempo de desenvolvimento, observou-se diferença entre *T. pretiosum* e *T. galloi* ($F_{GL=1, 140} = 21,41$; $p < 0,001$), apenas para temperatura de 18°C, sendo que *T. galloi* apresentou um tempo de desenvolvimento maior, necessitando de 0,38 dias a mais para completar o ciclo de ovo adulto (Figura 1).

Quanto ao efeito das temperaturas, estas afetaram significativamente ($F_{GL=4, 140} = 9532,2$; $p < 0,001$; $F_{GL=4, 140} = 10051,6$; $p < 0,001$) o tempo de desenvolvimento de ambas as espécies de parasitoides, sendo observada uma redução deste parâmetro à medida que aumentou as temperaturas (Figura 1). Portanto, a redução do tempo de desenvolvimento para ambas as espécies de *Trichogramma*, justifica-se pela ação direta da temperatura na aceleração das taxas metabólicas e conseqüentemente na redução do tempo necessário para o inseto completar o ciclo.

A relação inversa entre o tempo de desenvolvimento em função do incremento de temperaturas, também constatado por Bueno et al. (2009), para *T. pretiosum* em ovos de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae) e por Altoé et al. (2012) para *T. pretiosum* em ovos de *Trichoplusia ni* (Hübner, 1802) (Lepidoptera: Noctuidae).



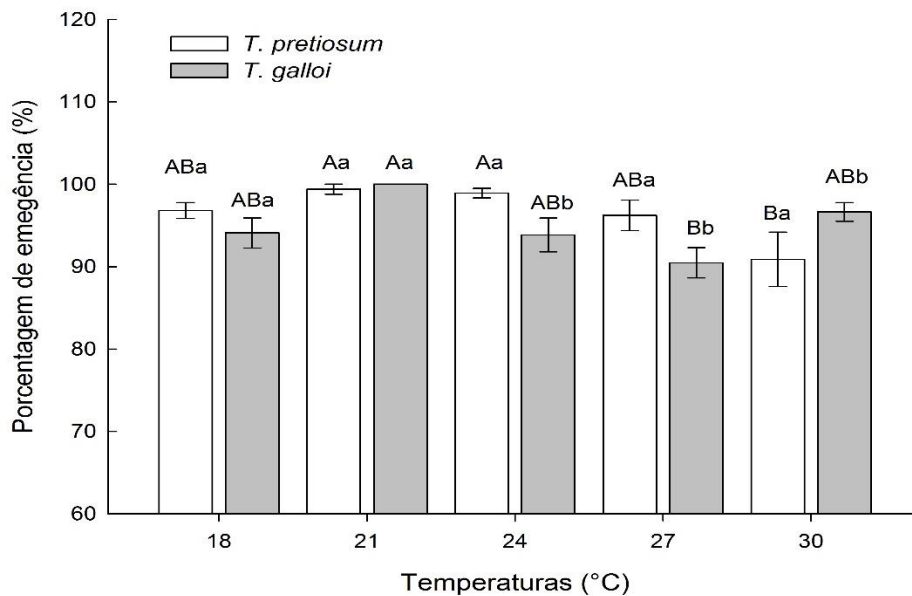
Médias seguidas por letra maiúscula comparam a temperatura pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade e médias seguidas por letras minúsculas comparam as espécies de *Trichogramma* pelo teste de F em 5% de probabilidade.

Figura 1. Média \pm EP do tempo de desenvolvimento *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma galloi* em função da temperatura em *Duponchelia fovealis*.

4.3.1.2 Porcentagem de emergência

Para a variável porcentagem de parasitismo, no desdobramento das espécies, observou-se que nas temperaturas de 24°C ($F_{GL=1, 140} = 4,601$; $p = 0,033$) e 27°C ($F_{GL=1, 140} = 5,894$; $p = 0,016$), *T. pretiosum* apresentou maiores resultados de viabilidade. No entanto, para temperatura de 30°C ($F_{GL=1, 140} = 5,875$; $p = 0,016$), *T. galloi* apresentou o maior resultado de viabilidade. Para as demais temperaturas não se verificou diferença neste parâmetro, sendo ambos estatisticamente iguais (18°C, $F_{GL=1, 140} = 1,302$; $p = 0,255$ e 21°C, $F_{GL=1, 140} = 0,065$; $p = 0,798$). Quanto ao estudo das temperaturas, verificou-se para *T. pretiosum*, uma variação de 8,51% entre as faixas térmicas estudadas, sendo que as melhores taxas de viabilidade foram observadas nas temperaturas de 21 e 24°C ($F_{GL=4, 140} = 4,087$; $p = 0,003$). Para *T. galloi*, foi observada uma variação de 9,54%, sendo que, a maior viabilidade foi verificada na temperatura de 21°C ($F_{GL=4, 140} = 4,482$; $p = 0,002$) (Figura 2).

Mesmo apresentando diferenças estatísticas neste estudo, ressalta-se que, para ambas as espécies de *Trichogramma*, em todas as temperaturas, verificou-se taxa de emergência superior a 90%. Demonstrando-se assim que, em todas as faixas térmicas estudadas, os ovos de *D. fovealis*, podem ser considerados adequados para o desenvolvimento destes parasitoides. Resultados similares foram constatados por Bueno et al. (2009), para *T. pretiosum* em ovos de *A. gemmatalis* e *P. includens*, no qual, observou-se porcentagem de emergência superior a 90% em ambos os hospedeiros, para faixa de temperatura de 18 a 32°C e por Bueno et al. (2010), para *T. pretiosum* em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), com porcentagem de emergência acima de 88% para a faixa de temperatura de 18 a 32°C.

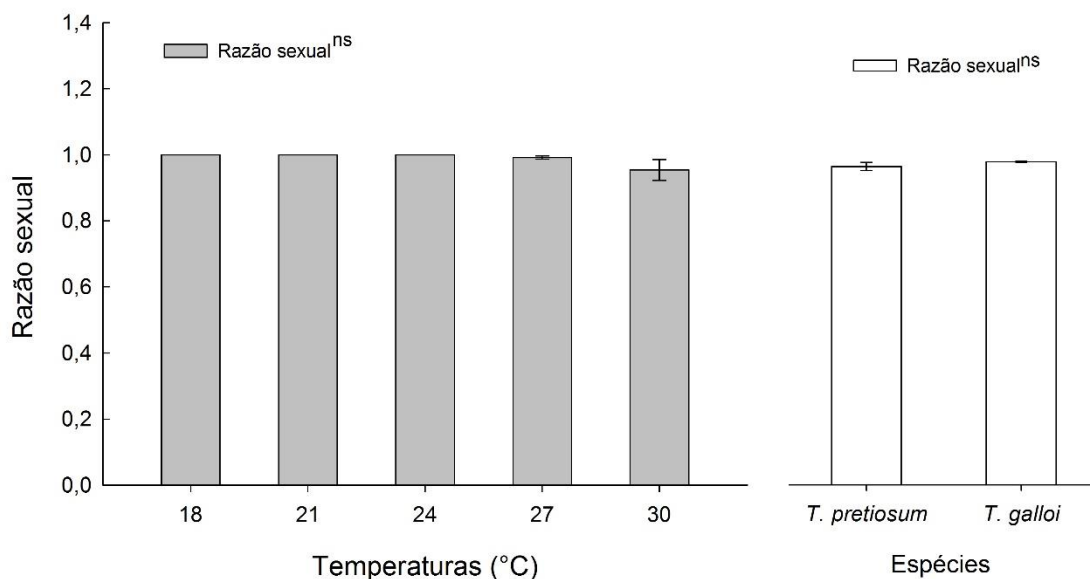


Médias seguidas por letra maiúscula comparam a temperatura pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade e médias seguidas por letras minúsculas comparam as espécies de *Trichogramma* pelo teste de F em 5% de probabilidade.

Figura 2: Média \pm EP da porcentagem de emergência de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma galloi* em função da temperatura em *Duponchelia fovealis*.

4.3.1.3 Razão sexual

Para razão sexual, não houve diferença estatística entre as espécies de *Trichogramma* ($F_{GL=1, 140} = 1,387$; $p = 0,240$). Com relação às temperaturas, este fator também não gerou efeito significativo sobre este parâmetro ($F_{GL=4, 140} = 1,983$; $p = 0,100$). Contudo, para os tratamentos, espécies de *Trichogramma* e temperaturas, foi observado razão sexual acima de 0,95 (Figura 4). A alta descendência de parasitoides fêmeas para ambas as espécies, em todas as faixas térmicas, possivelmente é resultado das boas condições de desenvolvimento possibilitadas pelo hospedeiro. Visto que, como descrito por Vinson (1997) e Luck et al. (2001), as variações na proporção de macho e fêmeas podem ter origem na qualidade do hospedeiro, bem como, ser o resultado as influências comportamentais das fêmeas durante o processo de aceitação hospedeira, permitindo assim, que estes parasitoides otimizem a razão sexual dos descendentes para atender as condições locais. No entanto, as variações na razão sexual de populações de *Trichogramma*, também podem ter como origem a presença da bactéria *Wolbachia*, que causa alteração reprodutiva em inúmeros Artrópodes, induzindo a partenogênese telítoca (BOIVIN et al., 2014).



ns: não significativo pelo teste de F em 5% de probabilidade.

Figura 3. Média ± EP do número de indivíduo por ovo para *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma galloi* em função da temperatura em *Duponchelia fovealis*.

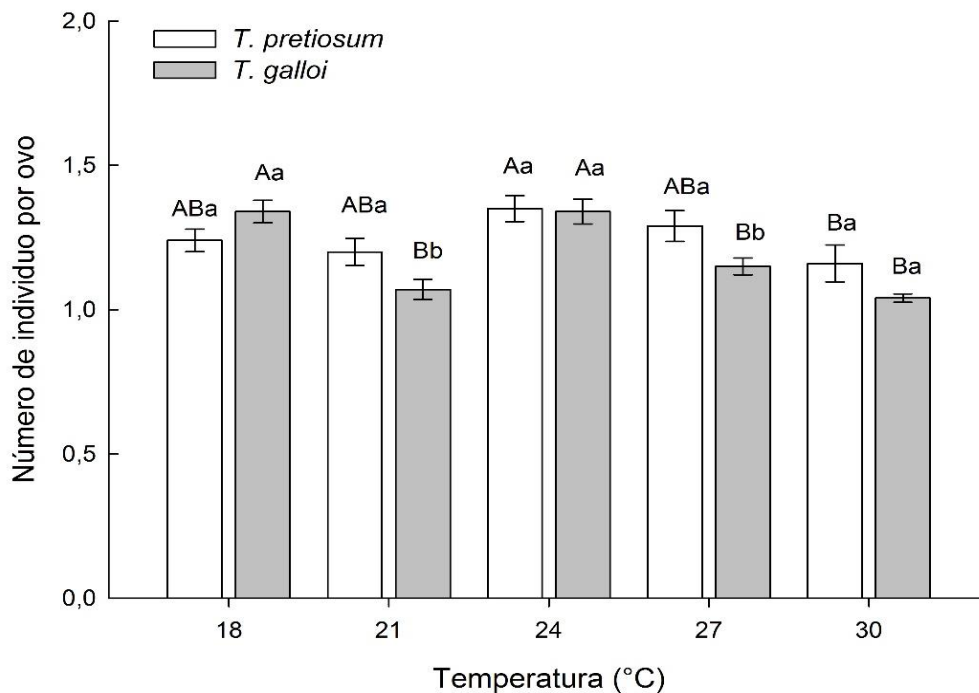
4.3.1.4 Número de indivíduo por ovo

No desdobramento da variável número de indivíduo por ovo. Para as espécies, observou-se que as temperaturas 21°C ($F_{GL=1, 140} = 4,022$; $p = 0,046$), e 27°C ($F_{GL=1, 140} = 5,414$; $p = 0,021$), afetaram significativamente esta variável sendo que, para ambas as temperaturas o *T. pretiosum* foi superior ao *T. galloi*. Para as demais temperaturas, não se observou diferença entre as espécies de *Trichogramma* trabalhadas (18°C, $F_{GL=1, 140} = 2,664$; $p = 4,022$; 24°C, $F_{GL=1, 140} = 0,077$; $p = 0,781$ e 30°C, $F_{GL=1, 140} = 3,646$; $p = 0,058$), contudo, as maiores médias foram verificadas para ambas as espécies a 24°C. Quanto ao estudo das temperaturas, para o *T. pretiosum*, verificou-se uma variação de 0,19 indivíduos por ovo entre os tratamentos, sendo que, a maior média foi observada na temperatura de 24°C ($F_{GL=4, 140} = 3,30$; $p = 0,012$). Para *T. galloi*, observou-se uma variação de 0,3 indivíduo por ovo, entre as temperaturas, com as maiores médias para tratamento de 24°C ($F_{GL=4, 140} = 10,98$; $p < 0,001$) (Figura 3).

Entretanto, com base nos resultados obtidos, verifica-se que independente das diferenças observadas entre as espécies e as temperaturas, o número de indivíduo por ovo se manteve próximo a um, apresentando baixa variação para este parâmetro. Tal fato demonstra que os ovos deste hospedeiro apresentam tamanho e aporte nutricional para o desenvolvimento de um parasitoide em média.

Os resultados obtidos corroboram com os observados por Bueno et al. (2010), para *T. pretiosum* em ovos de *S. frugiperda*, no qual, observou-se variação 1,02 a 1,31 indivíduo por ovo em diferentes temperaturas e por Bueno et al. (2009), para *T. pretiosum* em ovos de *P. includens*, em que não verificou-se diferenças para este parâmetro entre as temperaturas, variando de 0,97 a 1,67 indivíduo por ovo. Entretanto, estes mesmos autores relatam diferenças nesta variável para *T. pretiosum* em ovos de no *A. gemmatalis* e sugerem que a emergência de um ou mais parasitoides, pode estar relacionado com a mortalidade que ocorre quando mais de um ovo de *Trichogramma* é ovipositado em um mesmo hospedeiro, resultado da competição por nutriente.

A emergência de um indivíduo por ovo, pode ser considerado como um bom resultado, pois como descrito por Moreira et al. (2009), o aparecimento de mais de um indivíduo por ovo hospedeiro, resulta em parasitoides de menor tamanho e de baixa qualidade, devido a competição intraespecífica que, conseqüentemente pode afetar o desempenho dos parasitoides.



Médias seguidas por letra maiúscula comparam a temperatura pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade e médias seguidas por letras minúsculas comparam as espécies de *Trichogramma* pelo teste de F em 5% de probabilidade.

Figura 4. Média ± EP do número de indivíduo por ovo para *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma galloi* em função da temperatura em *Duponchelia fovealis*.

4.3.2 Determinação das exigências térmicas de *T. pretiosum* e *T.galloi*.

Através da velocidade de desenvolvimento do ciclo biológico (ovo-adulto) de *T. pretiosum* e *T. galloi*, em ovos de *D. fovealis*, nas temperaturas 18, 21, 24, 27 e 30°C, determinou-se o limiar térmico inferior de desenvolvimento (T_b) e a constante térmica (K). Com base nos resultados constatou-se valores de T_b muito próximos, sendo de 11,17°C para *T. pretiosum* e de 11,26°C para *T. galloi*. Esse mesmo comportamento

foi encontrado para os valores de K, sendo esses de 144,09 e 143,47 graus dias, para *T. pretiosum* e *T. galloi*, respectivamente (Figuras 5 e 6).

Desta forma, verifica-se que ambas as espécies de parasitoides necessitam de temperaturas acima de 11,°C para iniciarem seu desenvolvimento e apresentam relação inversa ao aumento da temperatura, com maior acúmulo diário superior a 143 graus dias para completarem seu desenvolvimento. Valores de Tb e K próximos aos verificados no presente estudo de 10,65°C e 151,25 graus dias, foram observados por Bueno et al. (2009) para *T. pretiosum* em ovos de *P. includens*. Contudo, estes mesmos autores observaram valores de Tb e K de 11,64°C e 127,6 graus dia para *T. pretiosum* em ovos de *A. gemmatalis*, bem menor que o verificado para *P. includens*. Porém, tal variação entre os valores Tb e K para o mesmo espécie de Trichogramma segundo Pereira et al. (2004) e Bueno et al. (2009), podem ser influenciados não somente pela variação de temperatura, mas também pela adaptabilidade e pela qualidade dos ovos dos hospedeiros.

A proximidade observada entre os valores de Tb e K para *T. pretiosum* e *T. galloi*, pode ter como origem o fato de ambas as espécies de parasitoides terem desenvolvido em ovos do mesmo hospedeiro, permitindo assim que a variação deste parâmetro fosse influenciada basicamente pelas faixas térmicas empregadas. Comportamento similar foi verificado por Pereira et al. (2004), para *T. pretiosum* e *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), em que constatou-se valores de Tb de 13,13 e 12,52 e K de 123,09 e 129,99, para *T. pretiosum* e *T. galloi*, respectivamente.

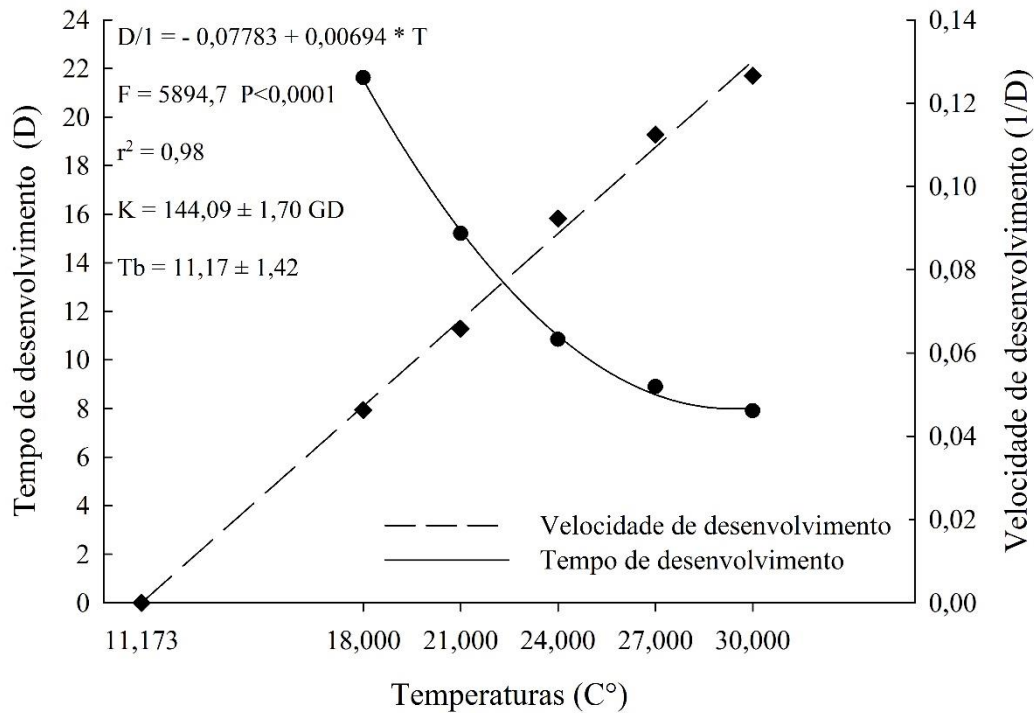


Figura 5. Tempo de desenvolvimento e velocidade de desenvolvimento do ciclo ovo-adulto de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Duponchelia fovealis* e respectivos modelos ajustados em função das temperaturas.

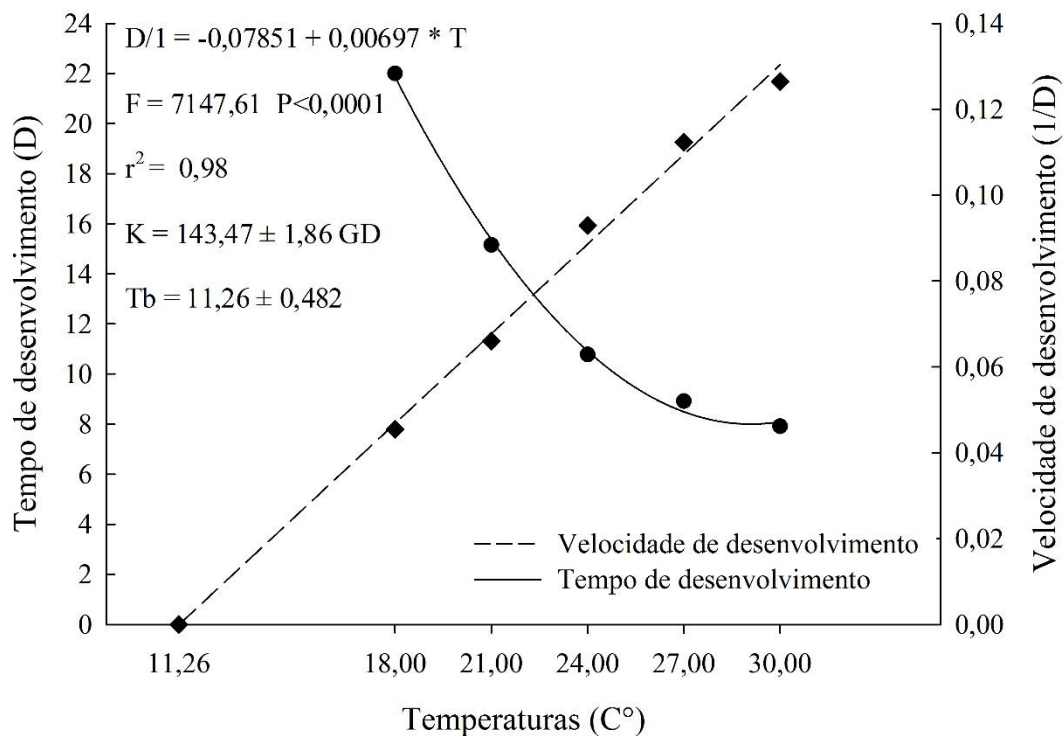


Figura 6. Tempo de desenvolvimento e velocidade de desenvolvimento do ciclo ovo-adulto de *Trichogramma galloi* em ovos de *Duponchelia fovealis* e respectivos modelos ajustados em função das temperaturas.

4.4 CONCLUSÃO

O tempo de desenvolvimento de *T. pretiosum* e *T. galloi* em ovos de *D. fovealis* foi inversamente proporcional ao aumento das temperaturas estudadas.

A emergência de *T. pretiosum* e *T. galloi*, foi superior a 90% para ambos os parasitoides em toda faixa térmica estudada.

O número de indivíduo por ovo, para ambas as espécies de Trichogramma em todos os regimes térmicos foi próximo a um.

Para as exigências térmicas, constatou-se valores de T_b de 11,17°C para *T. pretiosum* e de 11,26°C para *T. galloi* e valores de K de 144,09 e 143,47 graus dias, para *T. pretiosum* e *T. galloi*, respectivamente.

4.4 REFERÊNCIAS

ALTOÉ, T.da S.; PRATISSOLI, D.; CARVALHO, J.R. de; SANTOS JUNIOR, H.J.G. dos; PAES, J.P.P.; BUENO, R.C.O.de F.; BUENO, A. de F. *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Parasitism of *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae) Eggs Under Different Temperatures. **Entomological Society of America**, v.105, n.1, p.82-89, 2012.

BOIVIN, T.; HENRI, H.; VAVRE, F.; GIDOIN, C.; VEBER, P.; CANDAU, J.N.; MAGNOUX, E.; ROQUES, A.; AUGER-ROZENBERG, M.A. Epidemiology of asexuality induced by the endosymbiotic *Wolbachia* across phytophagous wasp species: host plant specialization matters. **Molecular Ecology**, v.23, n.9, p.2362-2375, 2014.

BRAMBILA, J.; STOCKS, I. The European Pepper Moth, *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), a Mediterranean Pest Moth Discovered in Central Florida. **Pest Alert created**, p.1-4, 2010.

BUENO, R.C.O.de F.; BUENO, A. de F.; PARRA, J.R.P.; VIEIRA, S.S.; OLIVEIRA, L.J. de. Biological characteristics and parasitism capacity of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on eggs of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, v.52, n.2, p.322-327, 2010.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A. de F.; HADDAD, M.L. Desempenho de tricogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, n.3, p.389-394, 2009.

CABI Crop Protection Compendium. **Selected sections for: *Duponchelia fovealis***, 2013. Disponível em: <<http://www.cabi.org/isc/datasheet/20168>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

CAMPBELL, A.; FRAZER, B.D.; GILBERT, N.; GUTIERREZ, A.P.; MACKAUER, M. Temperature Requirements of Some Aphids and Their Parasites. **Journal of Applied Ecology**, v.11, n.2, p. 431-438, 1974.

HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P.; MORAES, R.C.B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos**. Piracicaba, FEALQ, 1999. p.29.

KING, E.G.; HARTLEY, G.G. *Diatraea saccharalis*. In: SINGH, P.; MOORE, R.F. (eds.). **Handbook of insect rearing**. New York, Elsevier, 1985. p. 265-270.

LUCK, R.F.; JANSSEN, J.A.M.; PINTO, J.D.; OATMAN, E.R. Precise sex allocation, local mate competition, and sex ratio shifts in the parasitoid wasp *Trichogramma pretiosum*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v.49, n.4, p.311–321, 2001.

MILANEZ, A.M.; PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R.A.; BUENO, A. de F.; TUFIK, C.B.A. Avaliação de *Trichogramma* spp. para o controle de *Trichoplusia ni*.

Pesquisa Agropecuaria Brasileira, v.44, n.10, p.1219-1224, 2009.

MOREIRA, M.D.; SANTOS, M.C.F. dos; BESERRA, E.B.; TORRES, J.B.; ALMEIDA, R.P. de. Parasitismo e Superparasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em Ovos de *Sitotroga cerealella* (Oliver) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, v.38, n.2, p.237-242, 2009.

PARRA, J.R.P. Técnica de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba, FEALQ, 1997. p.121-150.

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, n.2, p.231-236, 2004.

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

PIZZOL, J.; DESNEUX, N.; WAJNBERG, E.; TRIÉRY. Parasitoid and egg have independent impact on various biological traits in a *Trichogramma* species. **Journal of Pest Science**, v.85, n.4, p.489-4896, 2012.

PRATISSOLI D; POLANCZYK RA; HOLTZ AM; DALVI LP; SILVA AF; SILVA LN. 2008. Selection of *Trichogramma* species for controlling the Diamondback moth. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.2, p.259-261,2008.

PRATISSOLI, D.; DALVI, L.P.; POLANCZYK, R.A.; ANDRADE, G.S.; HOLTZ, A.M.; NICOLINE, H.O. Características biológicas de *Trichogramma exiguum* em ovos de *Anagasta kuehniella* e *Sitotroga cerealella*. **Idesia**, v. 28, n. 1, p.39-42, 2010.

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

PRATISSOLI, D.; PEZZOPANE, J.E.M.; ESPOSTI, M.D.D.; BERTAZO, C.L.; FORNAZIER, J.M. Estimativa do número de gerações de *Trichogramma pretiosum* Riley na traça do tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick), com base nas exigências térmicas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.27, n.1, p.109-115, 1998.

SOUZA, J.C.; SILVA, R.A; SILVEIRA, E.C.; ABREU, F.A. & TOLEDO , M.A. Ocorrência de nova praga nas lavouras de morango no Sul de Minas. **EPAMIG**. Circular Técnica n.180, p.1-5, 2013.

VINSON, S.B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitoides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In PARA, J.R.P, ZUCCHI, R.A.

***Trichogramma* e o controle biológico aplicado.** Piracicaba: FEALQ, 1997. p.67-120.

ZAWADNEAK, M. A., GONÇALVES, R.B., KUHN, T., ARAUJO, E., DOLCI, E., SANTOS, B., SILVA, C., BENATTO, A. & VIDAL, H. Morango: novo desafio. **Cultivar HF**, p.30-32, 2011.