

Controle de qualidade na produção massal de
Trichogramma pretiosum, 1879
(Hymenoptera: Trichogrammatidae)



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Algodão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 282

Controle de qualidade na produção massal de *Trichogramma pretiosum*, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Raul Porfirio de Almeida

Embrapa Algodão
Campina Grande, PB
2020

Esta publicação está disponível no endereço:
<https://www.embrapa.br/algodao/publicacoes>

Embrapa Algodão
Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário
CEP 58428-095, Campina Grande, PB
Fone: (83) 3182 4300
Fax: (83) 3182 4367
www.embrapa.br/algodao
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Algodão

Presidente
João Henrique Zonta

Secretário-Executivo
Valdinei Sofiatti

Membros
*Alderí Emídio de Araújo, Ana Luíza Dias Borin,
José da Cunha Medeiros, Marcia Barreto
de Medeiros Nóbrega, João Luis da Silva
Filho, Liziane Maria de Lima, Sidnei Douglas
Cavaliéri*

Supervisão editorial
Geraldo Fernandes de Sousa Filho

Revisão de texto
Ivanilda Cardoso da Silva

Normalização bibliográfica
Orlane da Silva Maia

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Geraldo Fernandes de Sousa Filho

Fotos da capa
José Geraldo Di Stefano

1ª edição
Publicação digital - PDF (2020).

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Algodão

Almeida, Raul Porfírio de.

Controle de qualidade na produção massal de *Trichogramma pretiosum*, 1879 (Hymenoptera: Trichogratidae) / Raul Porfírio de Almeida. – Campina Grande : Embrapa Algodão, 2020.
PDF (46 p.) : il. color. – (Documentos / Embrapa Algodão, ISSN 0103-0205 ; 282).

1. Controle biológico. 2. Inimigo natural. 3. Algodão. I. Embrapa Algodão. II. Título. III. Série.

CDD 632.96

Autor

Raul Porfirio de Almeida

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Production Ecology and Resource Conservation / Entomology, pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB.

Apresentação

O controle biológico de insetos-praga se constitui em uma das táticas mais importante do manejo integrado de pragas, visto que, além de poder ser utilizado em consonância com todos os demais métodos de controle, é ambientalmente seguro e sem risco para saúde humana.

Sua eficiência, em condições naturais, nem sempre é alcançada devido as baixas taxas de ocorrência, quando comparada às pragas. Por isso, na maioria das situações, necessário se faz utilizar inimigos naturais produzidos de forma artificial, em biofábricas, possibilitando sua liberação em grandes áreas de cultivo do algodoeiro.

Um dos gêneros de parasitoide mais utilizados no mundo como agente de controle biológico é denominado de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Sua aplicação é direcionada ao controle de espécies de importância econômica da ordem lepidóptera, visando o parasitismo de ovos da praga.

Em campo, seu desempenho depende de indivíduos de alta qualidade, produzidos artificialmente em biofábricas. Sua avaliação em laboratório é de grande importância para que sejam liberados na lavoura parasitoides com alta eficiência de controle.

Neste documento são apresentadas características bioecológicas e morfológicas para aferição da qualidade de *T. pretiosum* na biofábrica, indispensáveis para produção de um parasitoide de alto desempenho, em larga escala, para liberação em campo e está relacionado aos objetivos de desenvolvimento sustentável 12 (Consumo e produção sustentáveis).

Alderí Emídio de Araújo
Chefe-Geral da Embrapa Algodão

Sumário

Introdução.....	11
Controle de qualidade	12
Condições ambientais adequadas para produção de <i>Trichogramma</i> na bio-fábrica	14
Características bioecológicas e morfológicas utilizadas para avaliação da qualidade	17
Parasitismo.....	17
Emergência de adultos	19
Razão Sexual	20
Período de ovo a emergência do adulto	22
Fecundidade.....	23
Longevidade	24
Capacidade de voo	24
Tamanho do inseto	26
Deformidade do adulto recém-emergido	27
Avaliação da qualidade de <i>T. pretiosum</i> em laboratório.....	29
Referências	34

Introdução

O controle biológico se utiliza de inimigos naturais para manter populações de pragas em níveis que não ocasionem danos às culturas. Os métodos utilizados no controle biológico são: o clássico, o conservacionista e o aumentativo. Este último envolve o aumento artificial de agentes de controle biológico pela liberação de indivíduos produzidos em biofábricas. Este método é limitado por seu custo e disponibilidade, qualidade e efetividade do controle de agentes produzidos e liberados. A eficácia desses organismos é identificada não apenas por seu potencial biótico como inimigo natural, mas também pela qualidade do agente liberado em campo (Garzón; Beitia, 2009). No controle biológico aumentativo, organismos invertebrados e microbianos são liberados sazonalmente em grande quantidade para redução da população de pragas. Esses organismos são aplicados em mais de 30 milhões de ha em todo o mundo (Lenteren et al., 2018).

O mercado para produtos de alta qualidade, ou seja, inimigos naturais eficientes, tenderá a crescer com o aumento da demanda por produtos livres de produtos químicos e o meio ambiente livre desses resíduos químicos, ao mesmo tempo em que o aumento da resistência de insetos aos agrotóxicos, levará a adoção de métodos de controle biológico (Lenteren, 2003), sendo esta tendência totalmente em consonância com a situação atual no Brasil.

Dentre os inimigos naturais mais estudados, o parasitoide de ovos do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) é um dos mais pesquisados e utilizados no controle de insetos-praga de importância agrícola em todos continentes do mundo. Para sua eficácia, cuidados são necessários na obtenção de indivíduos com qualidade em criações massais, para aplicação em condições de campo.

O controle de qualidade na produção massal de *Trichogramma* é uma das formas de medição para evitar falhas no controle biológico (Bigler, 1994), devido à deterioração da qualidade desses inimigos naturais criados em grande escala (Lenteren, 2003). Enquanto que o ótimo desempenho dos parasitoides em campo é a melhor indicação de um bom sistema de criação, a baixa eficácia não nos informa a causa. O controle regular do desempenho do parasitoide conduzido em laboratório indicará a deterioração de seu desempenho,

e sugerirá a necessidade de correções ou certificará que sua produção está dentro das especificações de qualidade (Bigler, 1994).

A manutenção das características de alto desempenho dos agentes de controle biológico, devido ao controle de qualidade, faz parte das etapas básicas de programas de criação de insetos em laboratório, para que esses organismos tenham desempenho semelhante ao dos indivíduos silvestres (Leppla; Fisher, 1989; Bigler, 1994; Hassan, 1994).

Um sistema de produção que não tem controle de qualidade é aquele cujo resultado não analisa os requisitos e a especificação do produto, conforme sua padronização. Variações no desempenho dos produtos levam a falhas no controle pelos usuários e sérias perdas de confiança no produto. Procedimentos rigorosos de controle de qualidade não são apenas essenciais para consistência do produto, mas também para sua segurança (Jenkins; Grzywacz, 2000).

Para uma melhor avaliação dos efeitos do uso de espécies ou linhagens de *Trichogramma* em programas de controle de qualidade são requeridos estudos prévios de laboratório para se avaliar a biologia do parasitoide, a capacidade de parasitismo, a emergência e o ciclo biológico entre outras características biológicas (Hassan, 1997; Scholler; Hassan, 2001). Para a análise da seleção das linhagens de *Trichogramma* utilizam-se parâmetros como o número de ovos parasitados, tipo do hospedeiro, viabilidade, razão sexual e a longevidade (Gomes, 1997; Pratissoli; Parra, 2001).

O controle de qualidade é determinante para o sucesso do controle biológico, sendo a qualidade total de um organismo definida como a sua capacidade de controlar a praga após a liberação em campo, após gerações sucessivas de criação em laboratório (Clarke; McKenzie, 1992; Lenteren, 1992a).

Visando trazer informações relativas aos procedimentos técnicos de avaliação de *T. pretiosum* produzido em larga escala, neste documento são apresentadas as principais características da qualidade.

Controle de qualidade

Programas de controle de qualidade são aplicados à criação massal de organismos para manter a qualidade de uma população. Características que

afetam a qualidade geral do inimigo natural, ou seja, do insumo biológico, devem ser identificadas e quantificadas, além de serem relevantes para o desempenho do inimigo natural em campo. Assim, o objetivo do controle da qualidade deve ser determinar se um inimigo natural está em condição adequada para controlar a praga (Lenteren, 2003).

Os testes de laboratório apresentam, dentre outras vantagens, o fato de serem relativamente baratos, rápidos, fáceis de serem repetidos sob condições padronizadas e possibilitarem comparações com padrões conhecidos (Bigler, 1994) e indicarem com segurança a qualidade do inimigo natural (Prezotti et al., 2002). Além disso, o estabelecimento e a manutenção de criações de inimigos naturais, em laboratório, requerem paciência, habilidade e técnica especializada para se manter a qualidade desses indivíduos após sucessivas gerações (Mcewen, 1997).

De acordo a Organização Internacional para Controle Biológico e Integrado (IOBC), para que o *Trichogramma* desempenhe bem suas funções como controlador biológico, deve atender alguns requisitos de qualidade como razão sexual, fecundidade, longevidade, tamanho do adulto e atividade de voo, os quais muitas vezes podem ser relacionados ao tamanho dos insetos (Kazmer; Luck, 1995).

A importância de atributos de desempenho simples deve ser estabelecida e relacionada ao desempenho em campo. Uma simples característica nunca caracterizará de forma acurada um desempenho geral e, por esta razão, a melhor combinação de um conjunto de métodos laboratoriais deve ser desenvolvida (Bigler, 1994).

Variações no potencial de parasitismo podem estar relacionadas com a espécie e/ou a linhagem de *Trichogramma*, ao hospedeiro utilizado, às condições climáticas e ao número de gerações do parasitoide em laboratório (Bergeijk et al., 1989; Corrigan; Laing, 1994). Na literatura científica tem se recomendado diferentes quantidades de indivíduos para se iniciar uma criação para programas de controle biológico (Mackauer, 1976; Bartlett, 1985), considerando que pequenas quantidades podem aumentar as chances de degeneração genética de linhagens de *Trichogramma* (Gusev; Lebdev, 1988). Entretanto, para *T. pretiosum*, é possível iniciar criações com apenas um casal, sem que alterações significativas sejam observadas nas suas características biológicas,

possibilitando a manutenção da colônia, por pelo menos 25 gerações, sem comprometer sua qualidade (Prezotti, 2001), devendo-se introduzir material de campo para que o vigor e a agressividade do parasitoide sejam mantidos (Gonçalves et al., 2003).

As condições de criação podem facultar resultados diferentes na produção em larga escala e podem estar relacionadas ao hospedeiro natural, origem e geração das linhagens, condições de temperatura, umidade relativa do ar, fotoperíodo (Noldus, 1989) e ao alimento, quando produzido em condições de confinamento (Hoffmann et al., 2001). Assim, o controle de qualidade deve ser realizado utilizando-se testes padronizados, considerando-se a especificidade de cada teste, número, razão e tamanho, devidamente especificado no recipiente ou embalagem (Lenteren et al., 2010).

Especificações bem definidas do produto, com acompanhamento dos procedimentos de controle de qualidade, ajudam a maximizar o desempenho e garantir a segurança do produto, padronizar os custos de produção e reduzir os riscos na falha de abastecimento e, assim, conseguir a confiança do usuário (Jenkins; Grzywacz, 2000).

O sucesso ou fracasso na utilização de *Trichogramma*, visando o controle de lepidópteros-praga, está relacionado ao conhecimento das características biológicas, por serem altamente influenciadas pelas condições bióticas e abióticas (Fuentes, 1994).

Condições ambientais adequadas para produção de *Trichogramma* na biofábrica

O tempo e o clima afetam a fisiologia e o comportamento dos insetos (Varley et al., 1973), sendo que dentre os fatores climáticos, a temperatura é o que mais afeta a sua biologia (Silveira Neto et al., 1976). Os aspectos biológicos de *Trichogramma* são influenciados diretamente pelas mudanças climáticas, havendo necessidade de estudos para se determinar as condições ideais para sua multiplicação em laboratório e utilização no campo (Calvin et al., 1984; Parra, 1997; Pratissoli et al., 2003).

Na criação de inimigos naturais, é muito importante se determinar as exigências térmicas, para se estimar a temperatura de desenvolvimento ideal do parasitoide e, conseqüentemente, para planejar a criação massal no laboratório, permitindo-se predizer o comportamento do parasitoide e as condições necessárias para a produção e liberação em campo (Haddad et al., 1999).

Existe uma relação inversa entre a duração de desenvolvimento e a temperatura (Pratissoli; Parra, 2000; Bueno et al., 2010) e quanto maior a temperatura, dentro de certos limites, maior a velocidade de desenvolvimento (Butler Junior; Lopez, 1980; Marques et al., 1981; Russo; Voegelé, 1982; Volden; Chiang, 1982; Calvin et al., 1984; Yu et al., 1984). Linhagens de *T. pretiosum* podem reagir de forma diferente às variações de temperaturas, se proveniente de regiões com características diferentes, sendo este fato de fundamental importância para seleção dos insetos a serem liberados em diferentes regiões, em programas de controle biológico (Bleicher; Parra, 1989, 1990b).

Em estudos de tabela de fertilidade de vida de *T. pretiosum*, a máxima capacidade de aumento populacional se dá a 25°C, quando desenvolvido em ovos de *Anagasta kuehniella* (Pratissoli et al., 2004b).

Em relação à umidade relativa do ar, como regra geral, o período de desenvolvimento do parasitoide aumenta com a sua redução (Buxton, 1932). Isto ocorre pelo fato de que todo o período de desenvolvimento do *Trichogramma* é gasto dentro do ovo do hospedeiro, sendo possível que a perda de água devido à parede muito fina do ovo, larva, pré-pupa, pupa e adultos recém emergidos, seja governado pelas mesmas condições que afetam a perda de água da superfície do ovo hospedeiro (Lund, 1934).

O atraso na eclosão de *Trichogramma* a partir do ovo hospedeiro pode ser devido a uma dessecação parcial do parasitoide ou ao endurecimento do cório do ovo hospedeiro, com conseqüente aumento na resistência dificultando a emergência do parasitoide (List, 1930; Lund, 1934). A resistência do cório dos ovos de *Sitotroga cerealella* aumenta com a idade e a dessecação (List, 1930). Em geral, as diferenças de umidade produzem um efeito proporcionalmente maior nas altas temperaturas do que nas baixas temperaturas, uma vez que existem diferenças muito maiores no poder de evaporação do ar (deficiência de saturação) nas temperaturas mais altas do que nas mais baixas. Além disso, a mortalidade dos parasitoides e de ovos do hospedeiro

não parasitados, geralmente decresce com o aumento na umidade em todas as temperaturas. A mortalidade aparentemente varia mais com a umidade do que com a temperatura. A mortalidade é muito mais pronunciada no parasitoide do que em seu hospedeiro (Lund, 1934).

Quanto ao fotoperíodo, poucos estudos estão disponíveis sobre o comportamento de *T. pretiosum*, sob diferentes condições (Shirazi, 2006; Reznik; Vaghina, 2007; Zart et al., 2012), porém alguns trabalhos têm apresentado uma relação positiva direta do fotoperíodo com a longevidade e fecundidade (Rounbehler; Ellington, 1973; Zaslavski; Quy, 1982). Em *T. principium* (Sugonyaev; Sorokina), tem sido demonstrado que o fotoperíodo possui um efeito indireto na longevidade, devido às variações na fecundidade das fêmeas, que tendem a reduzir a expectativa de vida quando armazenam ovos no ovário e, conseqüentemente, apresentam menor número de postura (Reznik; Vaghina, 2006, 2007).

A longevidade de *T. pretiosum*, no fotoperíodo 14:10h Fotofase: Escotofase (F:E), criado em ovos de diferentes hospedeiros (*Anagasta kuehniella*, *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea* e *Heliothis virescens*), tem respostas diferentes (Sá; Parra, 1994; Cônsoli; Parra, 1996; Beserra; Parra, 2004; Zart et al., 2012).

O tempo de desenvolvimento aumentou em *T. pretiosum* sob 12 e 16 h de fotofase, porém a longevidade e a fecundidade das fêmeas não foram afetadas pelo fotoperíodo. A taxa de desenvolvimento média aumentou em 12:12 h ($10,53 \pm 0,26$) e 16:8 h ($9,15 \pm 0,10$) (F:E), mas diminuiu em 14:10 h ($7,80 \pm 0,10$) (F:E), não sendo a fecundidade afetada pelo fotoperíodo (Calvin et al., 1984).

O número de progênies masculinas de *Trichogramma chilonis* produzidas foi significativamente maior no regime 14:10 h (F:E) em comparação com outros dois regimes (12:12 h e 16:8 h). No entanto, todos os três regimes testados não tiveram influência na longevidade das fêmeas de *T. chilonis* e o fotoperíodo afetou significativamente todos os parâmetros biológicos estudados (Shirazi, 2006).

A influência do fotoperíodo no tempo de retenção de ovos foi demonstrada pela primeira vez em *T. pretiosum*, devido ao aumento significativo no período de pré-oviposição apenas sob fotofase ultracurta de 0,5:23,5 h (F:E) (Orphanides; Gonzalez, 1970).

Características bioecológicas e morfológicas utilizadas para avaliação da qualidade

Algumas mudanças observadas em populações de insetos criados em laboratório estão associadas ao controle genético, com efeitos de seleção em genótipos existentes e à perda ao acaso de genótipos devido à deriva genética. No entanto, quando se coletam espécies silvestres de inimigos naturais para criação em laboratório, podem-se esperar mudanças genéticas, devido ao processo de domesticação das espécies. Em diversos estudos têm se verificado que espécies de *Trichogramma* coletadas no campo e levadas para laboratório apresentam perda da variabilidade genética devido à endogamia (cruzamento entre irmãos) e passam por um período de adaptação com grandes variações nas suas características biológicas (Bartlett, 1985).

Para os parasitoides, testes de avaliação dos componentes de qualidade envolvem número de adultos emergidos, razão sexual, fecundidade, longevidade, tamanho do adulto, atividade de voo e desempenho em campo (Lenteren, 1992b) entre outros. Componentes abióticos devem ser considerados a exemplo das exigências térmicas, que variam com a espécie (Russo; Voegelé, 1982) e com o hospedeiro no qual o parasitoide é criado (Butler Junior; Lopez, 1980; Goodenough et al., 1983).

Serão apresentados a seguir, as principais características bioecológicas e morfológicas, estabelecidos aqui para mensuração da qualidade de *T. pretiosum*, em condições de laboratório.

Parasitismo

O ritmo do parasitismo em diferentes temperaturas é específico para cada linhagem ou espécie parasitoide criada em cada hospedeiro (Pratissoli; Parra 2000; 2001; Pratissoli et al., 2004a; Bueno et al., 2010). O parasitismo é medido em seguida à emergência dos adultos de *Trichogramma*, quantificando-se o número de ovos com orifício de saída ou com a detecção de ovos escuros sem a emergência de adultos, avaliando-se, assim, o número de ovos parasitados e a porcentagem de parasitismo (Beserra; Parra, 2004).

Em estudo com *T. pretiosum*, verificou-se que o parasitismo se concentrou nos primeiros dias e durante as primeiras 24 horas. A média de ovos parasitados do hospedeiro parasitados por fêmeas foram de 4,35; 1,75; 1,40; 6,55; 11,45; 3,45 e 5,20 ovos a 18°, 20°C, 22°C, 25°C, 28°C, 30°C e 32°C de temperatura, respectivamente (Bueno et al., 2010). Fêmeas de *T. principium* depositaram cerca de metade dos ovos durante o primeiro dia de oviposição (Reznik et al., 2001). Em outra pesquisa o período de parasitismo de *T. pretiosum* foi de 17 a 19 dias e, para duas linhagens estudadas, o parasitismo (70%) foi maior nos primeiros quatro dias (Sá; Parra, 1994). Parasitismo cumulativo igual ou superior a 80% foi atingido após quatro dias a 28°C e 32°C, cinco dias a 25°C, oito dias a 20°C, 22°C e 25°C e nove dias a 18°C. O maior número médio de ovos parasitados (30,10) por fêmea foi obtido a 28°C, enquanto o menor número (7,20) foi obtido a 32°C (Bueno et al., 2010).

O parasitismo (geração F₁), após 24h em *A. kuehniella*, foi de 15,6 ovos/fêmea e de 14,8 ovos/fêmea (geração F₂) (Volpe et al., 2006). A taxa de parasitismo de *T. pretiosum* tende a crescer até a geração F₁₁ e a partir desta ocorre um decréscimo do número de ovos parasitados (Gonçalves et al., 2003). Hospedeiros naturais e artificiais submetidos ao parasitismo de *T. pretiosum*, representaram, respectivamente, 96% e 92% dos ovos parasitados (Cônoli; Parra, 1996).

Quando densidades maiores de ovos de *A. kuehniella* foram expostos ao parasitismo de *T. pretiosum*, houve uma redução linear do parasitismo ao longo dos dias de sobrevivência da fêmea, sendo parasitados no primeiro dia aproximadamente 12,21; 15,60 e 16,75 ovos, respectivamente as densidades ofertadas (20, 30 e 40 ovos/fêmea). Os autores verificaram que a densidade de 10 ovos/fêmea é inadequada para multiplicação do parasitoide, pois nessa condição a fêmea não expressa seu máximo potencial de parasitismo, bem como, é possível que ocorra super parasitismo. A quantidade de 30 ovos do hospedeiro alternativo é considerada mais adequada para multiplicação de *T. pretiosum* em laboratório (Zart et al., 2012).

Escamas das asas de lepidópteros adultos estão entre as fontes mais importantes de cairomônios para *Trichogramma*, que atraem e aumentam sua busca (Gross et al., 1975). No entanto, a resposta de *Trichogramma* a esses cairomônios parece estar associada a cada espécie hospedeira (Thompson; Stinner, 1990).

A relação adequada entre o número de *T. pretiosum* e ovos do seu hospedeiro pode variar de acordo com a espécie, a idade e o tempo de exposição do hospedeiro (Faria et al., 2000), ou seja, existe a tendência de aumento do número de ovos parasitados, quando simultaneamente aumenta-se o número de fêmeas e de ovos ofertados por confinamento, não ocorrendo quando apenas uma única fêmea parasita diferentes densidades de ovos (Paron et al., 1998). Por outro lado, a relação do número de parasitoides por ovos do hospedeiro alternativo não pode ser muito elevada porque induz ao superparasitismo, nem muito baixa, pois poderão ocasionar decréscimo na eficiência dos parasitoides, comprometendo o desempenho dos mesmos (Parra, 1997).

A capacidade de parasitismo de duas linhagens *T. pretiosum* em ovos de *Ephestia (Anagasta) kuehniella* foi de 51 ovos por fêmea (Sá; Parra, 1994). Valores muito mais altos para o parasitismo de 148 ovos/fêmeas (Lewis et al., 1975) e de 76 a 102 ovos/fêmeas (Bleicher; Parra, 1990a) foram obtidos em mesmo hospedeiro alternativo.

A qualidade e o desempenho de espécies de *Trichogramma* podem ser avaliados ao longo das gerações em laboratório, por meio de suas características biológicas como a taxa de parasitismo e a viabilidade que devem ser de, no mínimo, 76% e 72%, respectivamente (Navarro, 1993) e igual ou maior que 80% (Almeida; Silva, 1996; Almeida et al., 1998, 2013; Haji et al., 1998).

Emergência de adultos

O controle biológico com *Trichogramma* spp. deve usar espécies com maiores taxas de emergência mesmo em condições adversas, pois apresentam melhor desempenho para liberações de campo e para colonizar a área em programas de controle biológico (Soares et al., 2012).

A taxa de emergência reflete o número de indivíduos que contribuirão para a geração seguinte, para assegurar o equilíbrio da população e a continuidade de inimigos naturais no ambiente (Soares et al., 2007) e é calculada contando-se o número de ovos com a emergência de *Trichogramma*, observando-se a abertura no cório dos ovos de *A. kuehniella* do hospedeiro (Soares et al., 2012).

A taxa de emergência de adultos de *Trichogramma* também pode variar com o tamanho e a qualidade do ovo hospedeiro, número de parasitoides que se

desenvolvem por ovo, período de desenvolvimento nos ovos hospedeiros e temperatura (Doyon; Boivin, 2005; Pratissoli et al., 2005a).

A adequação dos ovos de *S. frugiperda* ao desenvolvimento de *Trichogramma atopovirilia* e *T. pretiosum* foi comprovada pelo período de desenvolvimento e alta viabilidade de emergência (Beserra; Parra, 2004). O percentual de emergência da progênie de *T. pretiosum* em ovos de *S. frugiperda* foi influenciado pela temperatura. A menor taxa de emergência foi a 32°C e a mais alta a 18°C e 20°C. Nas temperaturas de 22°C, 25°C, 28°C e 30°C, a emergência teve uma taxa intermediária e não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre elas (Bueno et al., 2010).

A emergência não sofrer interferência em função dos hospedeiros, com 100% nas gerações F_1 e F_2 (Volpe et al., 2006), de 93% (Pratissoli et al., 2004a) e 98,42% a 25°C em ovos de *S. frugiperda* (Bueno et al., 2010). Em ovos de *S. cerealella*, a viabilidade de *T. pretiosum* não diferiu significativamente nas diferentes gerações, variando de $89,3 \pm 8,75\%$ a $100,0 \pm 0,0\%$. (Gonçalves et al., 2003).

No controle de qualidade de produção de *Trichogramma*, a viabilidade é considerada satisfatória quando o percentual de adultos emergidos for superior a 85% (Almeida; Silva, 1996; Almeida, 1998, 2013; Navarro, 1998).

Razão Sexual

A temperatura não tem efeito na razão sexual de *T. pretiosum* (Volden; Chiang, 1982; Calvin et al., 1984; Bueno et al., 2010), no número da progênie derivada de cada ovo hospedeiro, sendo a razão sexual muito importante para manter a qualidade do parasitoide nas liberações em massa (Bueno et al., 2010). Resultado oposto foi verificado ao se estudar três populações de *T. pretiosum*, em que, para uma delas, houve maior número de fêmeas em temperaturas mais altas (Butler Junior; Lopez, 1980).

Em pesquisa com quatro espécies de tricogramatídeos, em diferentes temperaturas, foi verificado que em duas delas a percentagem de fêmeas se apresentou constante, enquanto que nas outras duas foi detectado menor percentagem de fêmeas nas temperaturas mais baixas (Lund, 1938; Russo; Voegelé, 1982). Outro estudo afirma, em corroboração ao citado acima, que

espécies deuterótocas criadas a 21°C, os machos são raros (Brun et al., 1981). Com estas informações tem-se concluído que a temperatura pode ou não ter efeito na proporção dos sexos, havendo inclusive o aparecimento de indivíduos portadores de caracteres morfológicos dos dois sexos (Bleicher; Parra, 1989).

Quanto ao fotoperíodo, tem-se observado decréscimo linear da razão sexual de *T. pretiosum*, ao longo dos dias de vida das fêmeas na ausência total de luz (0:24 h) e nos fotoperíodos de 10:14, 12:12 e 14:10 h. Na condição de fotofase total (24:0 h) foi observada uma tendência quadrática negativa nos valores médios da razão sexual das progênies oriundas dos ovos parasitados, com valores considerados elevados nos primeiros dias (acima de 0,7), decrescendo em seguida e só voltando a aumentar a partir do oitavo dia. Pelo fato do fotoperíodo 12:12 ser favorável à manutenção de criações de várias espécies de pragas que são estudadas e mantidas em laboratório e pelo fato das fêmeas viverem aproximadamente dez dias, optou-se por essa condição de fotoperíodo para criação do parasitoide, considerada a condição mais favorável (Zart et al., 2012).

Linhagens de *T. pretiosum* submetidas ao parasitismo em diferentes hospedeiros naturais (*H. zea* ou *E. kuehniella*), apresentaram o mesmo comportamento em relação à razão sexual, ou seja, não foi alterada, independentemente do parasitoide ter sido criado em um ou outro hospedeiro (Sá; Parra, 1994).

Fêmeas mais jovens tendem a colocar um maior número de ovos que dão origem a fêmeas, havendo uma inversão na razão sexual à medida que estas se tornam mais velhas (Houseweart et al., 1983; Johannes-Toonders; Carrillo-Sánchez, 1987; Hoffmann et al., 1995).

A espécie *Trichogramma ostrinae* Pang & Chen gerou 80% de fêmeas durante os primeiros seis dias de vida, diminuindo esta proporção com a idade da fêmea (Hoffmann et al., 1995). Tem-se observado também uma razão sexual com 50% de fêmeas para *Trichogramma* spp. em ovos de *S. frugiperda*, nos primeiros dias de parasitismo, reduzindo para 16% até o quinto dia de parasitismo (Johannes-Toonders; Carrillo-Sánchez, 1987). Isto pode ser explicado pela diminuição ou a falta de esperma na espermateca, devido à fêmea copular uma única vez, o que diminuiria a fertilização dos ovos e, conseqüentemente, o número de fêmeas (Houseweart et al., 1983).

No decorrer de sucessivas gerações em laboratório, a razão sexual não é afetada significativamente, variando de $0,3 \pm 0,11$ a $0,7 \pm 0,09$ (Gonçalves et al., 2003) e um indicativo para se considerar uma boa condição de criação é a manutenção de um grande número de fêmeas do parasitoide, com uma razão sexual superior a 0,5 (ICA, 1990; Almeida et al., 1998, 2013; Haji et al., 1998; Navarro, 1998). No caso de haver uma tendência para produção de maior quantidade de insetos machos, isso pode ser um indicativo de má condição da criação do parasitoide (Lenteren et al., 2010).

Período de ovo a emergência do adulto

O tempo de duração do período de desenvolvimento do parasitoide, ou seja, a aceleração ou retardamento, depende da qualidade do hospedeiro, sendo que o conteúdo do ovo requerido por cada espécie e/ou linhagem é dependente das características genéticas, fenológicas e fisiológicas do hospedeiro (Lewis; Martin, 1990; Gomes, 1997; Vinson, 1997). A velocidade de desenvolvimento de populações de *T. pretiosum* é aumentada com a elevação térmica (Bleicher; Parra, 1989).

A variação na duração do ciclo (ovo-adulto) de espécies de *Trichogramma*, em determinada faixa de temperatura, depende da adaptação da espécie ou da linhagem do parasitoide em relação ao hospedeiro utilizado (Pratissoli; Parra, 2000), entretanto, não sofre interferência em função do hospedeiro (11 dias na geração F₁ e 10 dias na F₂) (Volpe et al., 2006).

Os dados sobre o tempo médio (dias) de desenvolvimento de *T. pretiosum*, de ovo ao adulto em ovos de *S. frugiperda*, foram inversamente correlacionados à temperatura (18, 20, 22, 25, 28 e 32°C) e estatisticamente diferentes entre os tratamentos, exceto às temperaturas de 25°C e 28°C. A 25°C a duração ovo-adulto de *T. pretiosum* criados em ovos de *S. frugiperda* é de dez dias (Bueno et al., 2010). A duração do ciclo biológico, em ovos de *S. cerealella*, variou de $8,0 \pm 0,3$ a $12,0 \pm 1,06$ dias, apresentando tendência decrescente com o número de gerações (Gonçalves et al., 2003). A duração de uma geração de *T. pretiosum*, criado em ovos *A. kuehniella* a 25°C, foi de 10,86 dias (Pratissoli et al., 2004b).

Fecundidade

Fecundidade é definida como o número de descendentes produzidos durante um certo período de tempo, podendo ser o indicativo da taxa de mortalidade de seu hospedeiro (Lenteren, 2010).

Na criação em massa de insetos, o uso de suplementos alimentares adequados traz alguns benefícios específicos para fecundidade. Devido à ausência de muitos fatores de mortalidade natural sob condições de criação, a adição de alimentos pode aumentar a fecundidade do parasitoide a níveis que excedem os resultantes de alimentos no campo (Lenteren, 2003). Linhagens de *T. pretiosum* alimentados com mel puro, em laboratório, apresentam uma maior longevidade em comparação com as não alimentadas numa mesma temperatura (Bleicher; Parra, 1989), o que possivelmente pode influenciar na fecundidade.

Segundo alguns autores, a fecundidade de *Trichogramma* está diretamente ligada ao seu tamanho, e isto irá depender do número de parasitoides por ovo e do tamanho do hospedeiro (Bai et al., 1992; Greenberg et al., 1998).

Em *Trichogramma evanescens*, a fecundidade apresentou uma relação significativa com o tamanho das fêmeas. Nos primeiros quatro dias de vida, as fêmeas precoces apresentaram fecundidade diária mais alta do que as fêmeas tardias. Do quinto ao sétimo dia não houve diferença significativa entre a fecundidade das fêmeas precoces e tardias (Doyon; Boivin, 2005). Em muitas espécies, as fêmeas emergem com uma carga de ovos que representa uma fração de sua fecundidade potencial (Houseweart et al., 1983; Smith; Hubbes, 1986; Bai; Smith 1993; Kuhlmann; Mills 1999).

T. chilonis criado em regime de 14:10 h (F:E) apresentou fecundidade por dia significativamente maior ($9,92 \pm 0,31$ ovos por dia) em comparação com os regimes 12:12 ou 16:8 h (F:E) (Shirazi, 2006).

T. pretiosum mantido em *S. cerealella*, obtiveram 50,20 ovos por fêmea (Ashley et al., 1974). O mesmo parasitoide criado em ovos de *A. kuehniella* apresentou uma fecundidade de 147,90 ovos (Lewis et al., 1976) e de 57,8 ovos por fêmea (Orphanides; Gonzalez, 1971).

A variação do número de ovos por fêmea deve estar relacionada com o hospedeiro envolvido, a alimentação, o tamanho do recipiente onde se deu o parasitismo, as espécies envolvidas, e a origem dos parasitoides (Bleicher; Parra, 1990a).

Longevidade

Espécies iguais, de localidades diferentes, podem ter longevidades diferentes, em função da variação térmica e da alimentação. Esta maior longevidade pode estar relacionada com uma gradativa diminuição nos processos metabólicos em função da diminuição da temperatura, sem, no entanto, comprometer o processo como um todo. Por outro lado, a diminuição destes processos abaixo de certo limite, sugere efeitos negativos, o que poderia explicar a diminuição na longevidade à 18°C (Bleicher; Parra, 1989).

A longevidade de *T. pretiosum* não sofreu interferência em função dos hospedeiros testados, com duração de 5,7 dias na geração F1 (Volpe et al., 2006). Fêmeas desenvolvidas em ovos de *S. frugiperda*, tiveram a longevidade diminuída com o aumento da temperatura, variando de 17,4 a 2,0 dias a 18°C e 32°C, respectivamente (Bueno et al., 2010).

Em parasitoides oriundos de hospedeiro alternativo (*S. cerealella*), em que um ou dois indivíduos se desenvolveram, não se verificou diferença estatística na longevidade das fêmeas descendentes, sendo, em média de 11,1 dias para ambos os casos (Moreira et al., 2009).

Alguns estudos têm tratado do efeito do fotoperíodo na longevidade. Dentre eles, tem se observado que fêmeas de *T. pretiosum* apresentaram uma tendência de crescimento quadrático da longevidade com o aumento do número de horas de luz, com máxima longevidade quando mantidas na condição de regime de 12:12h (Fotofase: Escotofase), com longevidade máxima de 10,94 dias (Zart et al., 2012). Essa tendência tem sido observada com o aumento da fotofase (12, 14 e 16h), com valores significativamente maiores no regime de 16:8h (F:E) (Calvin et al., 1984). Essa tendência, porém, não foi significativa com o aumento da longevidade de *T. chilonis*, em decorrência do aumento dos mesmos regimes de luz acima citados (Shirazi, 2006).

Capacidade de voo

A atividade de voo é uma característica fundamental para o desempenho do parasitoide em condições de campo e, portanto, necessita ser monitorada (Prezotti et al., 2002). Essa capacidade pode variar de acordo com as

características biológicas e comportamentais das linhagens ou espécies de *Trichogramma*. Isso é importante, porque as espécies de *Trichogramma* com elevado número de adultos voadores têm maior probabilidade de se dispersar no campo (Soares et al., 2007).

A capacidade de voo é a habilidade de voar, e é importante para a dispersão do parasitoide durante a busca por alimentos, podendo-se comparar linhagens ou espécies de *Trichogramma* (Prasad et al., 1999; Prezotti et al., 2002; Maceda et al., 2003), sendo de grande utilidade para programas de controle biológico aplicado, visando o controle de lepidópteros-praga (Rodrigues et al., 2009). Entretanto, a criação por gerações sucessivas pode afetar a capacidade de localizar, de parasitismo e a emergência de *Trichogramma* spp (Pratissoli et al., 2004c).

O teste de voo realizado em condições de laboratório pode ser utilizado como indicador da qualidade de *Trichogramma*, por ser um método simples, rápido e barato, além de ser de aplicação simples e permitir a reutilização de praticamente todo o material usado (Dutton; Bigler, 1995). Presume-se que os testes de voo são essenciais para determinar se o inimigo natural foi criado em condições em que não era necessário para encontrar os hospedeiros ou presas, o que geralmente ocorre em condições de superpopulações de criação em massa. Os testes de voo também são necessários para se analisar o inimigo natural em relação a sua manipulação durante a criação em massa e a preparação para o transporte e quando o período de armazenamento é longo (Lenteren et al., 2010).

Em teste de voo, ao longo de 21 gerações de laboratório de três populações de *T. pretiosum*, utilizando-se de modelo da ESALQ, o teste demonstrou ser um método eficiente para a detecção de perdas de qualidade dos parasitoides e apresentou alta sensibilidade na discriminação de populações desse parasitoide, com base na atividade de voo (Prezotti et al., 2002). Segundo esses autores a porcentagem de indivíduos que apresentam asas deformadas, em testes de controle de qualidade, não é suficiente para caracterizar a qualidade do parasitoide, já que indivíduos com asas aparentemente normais, mas que não apresentam propensão ao voo, não se dispersarão no campo e, conseqüentemente, comprometerão o sucesso do controle biológico

Tamanho do inseto

Nas espécies *Trichogramma*, o desempenho (fitness) está fortemente relacionado ao tamanho e formato das asas, indicando que indivíduos com as maiores asas apresentam um melhor desempenho (Kolliker-ott et al., 2003).

O tamanho está correlacionado aos parâmetros como número de ovos no ovário, tamanho de ovos, fecundidade, capacidade de busca de fêmeas, longevidade de machos e fêmeas, longevidade reprodutiva, emergência de prole, viabilidade de ovos, peso de pupas e larvas (Berrigan, 1991; Kazmer; Luck, 1995; Sagarra et al., 2001), sendo as relações morfométricas consideradas como indicador da qualidade dos parasitoides, de forma que as relações de tamanho e simetria são características importantes para o controle biológico de insetos-praga (Bennett; Hoffmann, 1998).

Ao se avaliar o tamanho dos insetos é importante se considerar que o tamanho do ovo do hospedeiro influencia no tamanho da espécie de *Trichogramma* (Marston; Ertle, 1973; Kazmer; Luck, 1991; Bai et al., 1992).

Em tíbias posteriores com tamanho variando entre 0,110 a 0,230 mm, o desempenho de *T. pretiosum* aumentou com o tamanho, mas permaneceu constante nos parasitoides com tibia acima de 0,170 mm, ou seja, com tamanho intermediário (Kazmer; Luck, 1995) e com asas grandes são mais eficientes na busca de hospedeiros, possibilitando encontrar seus hospedeiros no campo; entretanto, parasitoides com tíbias muito grandes não são tão eficientes quanto parasitoides com tamanhos intermediários de tibia (Kolliker-ott et al., 2003). Desta forma, tem-se sugerido que parasitoides com tíbias de tamanho intermediário e asas maiores têm maior aptidão (Kazmer; Luck, 1995; West et al., 1996).

A relação alométrica, isto é, a relação métrica que pode ser utilizada para avaliar morfometricamente parasitoides produzidos em laboratório para utilização no controle biológico, como a variação de tamanho entre apêndices locomotores e o tamanho do inseto, ou entre apêndices locomotores, como asas e tíbias (Stern; Emlen, 1999), foi detectada negativa entre asa e tibia, ou seja, quanto maior a tibia de *T. pretiosum*, maior sua asa. Porém, como o coeficiente alométrico dessa relação foi menor que um, as tíbias cresceram em uma proporção maior que as asas. Isso pode estar relacionado ao declínio da estabilização e da aptidão de parasitoides muito grandes, pois podem ter asas de tamanho desproporcional ao resto do corpo, o que possivelmente

prejudica sua capacidade locomotora, levando a uma menor eficiência na busca de hospedeiros (Souza et al., 2018).

Fêmeas de *T. pretiosum* criadas em ovos de *H. zea*, *A. kuehniella* e *in vitro*, com valores de 0,156, 0,157 e 0,155 mm, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas para o comprimento da tíbia posterior (Cônsoi; Parra, 1996). Em outro estudo o comprimento da tíbia posterior de *T. pretiosum* criados em ovos de *A. kuehniella* foi de $0,1418 \pm 0,0014$ mm (Beserra; Parra, 2004). Em *T. atopovirilia* infectado com *Wolbachia* ($0,148 \pm 0,004$ mm) e curado com antibiótico ($0,146 \pm 0,005$ mm) o comprimento da tíbia posterior não diferiu (Almeida et al., 2010).

Em avaliações morfométricas *T. pretiosum* apresentou comprimento total variando de 0,191 a 0,374 mm; o comprimento da asa direita de 0,131 a 0,217 mm e da asa esquerda de 0,131 a 0,215 mm; e o comprimento da tíbia direita de 0,087 a 0,154 mm e da tíbia esquerda de 0,087 a 0,153 mm. As fêmeas apresentaram comprimento total maior que os machos em todos os tratamentos, entretanto, foram menores quanto às asas e tíbias. *Trichogramma pretiosum* é um inseto muito próximo da isometria, ou seja, comprimento total das asas e tíbias aumentam em tamanho quase sempre na mesma proporção (Souza, 2018).

Em casos de competição intraespecífica, é possível se observar uma maior quantidade de espécimes de *Trichogramma* se desenvolver por ovo do hospedeiro, o que resultará em indivíduos de menor tamanho e de baixa qualidade (Suzuki et al., 1984).

Deformidade do adulto recém-emergido

Em produção em grande escala de *Trichogramma*, com alta densidade dos parasitoides, normalmente se observa efeitos deletérios nas progênes decorrentes do superparasitismo, ocorrendo deformações, redução da capacidade de busca, redução da fecundidade e da razão sexual (Kfir, 1981, 1988).

Insetos deformados podem ter limitações, como a dificuldade na alimentação, no acasalamento e na capacidade de parasitismo (Carvalho et al., 1999; Foerster, 2002).

Malformações de abdômen e asa podem ser observadas em insetos criados com dieta artificial, havendo fêmeas significativamente mais deformadas em

cultura *in vitro* do que em cultura *in vivo*, embora a porcentagem de adultos deformados nunca tenha excedido 20% (Cônsoi; Parra, 1996). O abdômen anormal está relacionado a uma ingestão excessiva de alimentos (Strand; Vinson, 1985; Xie et al., 1986).

A maioria das deformidades nas asas *in vitro*, pode ser consequência do excesso de dieta ou de hospedeiros excessivamente grandes, que provavelmente resultaram de superalimentação (Nordlund et al., 1997). Tem-se atribuído ao baixo nível no desenvolvimento de *Trichogramma* o efeito da alta temperatura da criação sobre o desenvolvimento das asas (Prasad et al., 1999). Por outro lado, há informações de que asas com deformidades foram detectadas apenas em insetos criados a 15°C, não sendo constatadas nos criados a 17°C, 20°C ou 25°C (Smith; Hubbes, 1986). Com o aumento do tempo de armazenamento em baixa temperatura, a proporção de adultos deformados aumentou significativamente, a proporção de fêmeas não foi significativa, porém a capacidade de mobilidade diminuiu significativamente (Tezze; Botto, 2004).

Porcentagens de adultos deformados de *T. pretiosum* das gerações F1 e F2, provenientes de ovos de *E. kuehniella* não tratados em estudo de seletividade de inseticida, foram respectivamente de 1,56% e 0,90% (Costa, 2017). Gerações F3, F35 e F72 apresentaram indivíduos com deformação nas asas da ordem de 21%; 23,6% e 47,9%, respectivamente (Prezotti et al., 2002). Em estudos sobre parasitismo de *T. pretiosum*, em ovos do curuquerê-do-algodoeiro (Lira et al., 2011a, 2011b), os autores detectaram percentuais de deformação de ovos na testemunha de zero e 2,21%.

Conforme as “Normas Gerais”, que se referem aos métodos e análises do insumo biológico (Resolução N° 20) contida na legislação sobre insumos agrícolas, devem fazer parte do controle de qualidade características desejáveis na produção de *Trichogramma*, destacando-se a ausência de insetos adultos “atípicos”, ou seja, que apresentam características fenotípicas anormais superiores a 2% (ICA, 1990). Esta mesma informação tem sido corroborada por outros autores para produção massal de *Trichogramma* (Almeida et al., 1998, 2013; Haji et al., 1998).

Avaliação da qualidade de *T. pretiosum* em laboratório

Neste item, são apresentadas características bioecológicas e morfológicas e propostos índices de qualidades, para aferição da qualidade de *T. pretiosum* por técnico capacitado em controle de qualidade na produção de *Trichogramma*. O laboratório para medição da qualidade (Laboratório de Controle de Qualidade - LCQ), deve ter condições controladas de temperatura ($25,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$); umidade relativa ($70,0 \pm 10\%$) e fotoperíodo 12:12 (Fotofase:Ecotofase).

A aferição da qualidade de *T. pretiosum* deve ser realizada em função das seguintes características: (1) parasitismo; (2) período ovo-adulto; (3) emergência do adulto; (4) razão sexual; (5) fecundidade; (6) longevidade; (7) capacidade de voo; (8) tamanho e (9) deformidade do inseto adulto.

As características bioecológicas e morfológicas, a aferição da qualidade e o índice aceitável de qualidade para determinação do desempenho de *T. pretiosum* em laboratório, estão apresentados na Tabela 1.

Para avaliação do parasitismo, será utilizada a proporção de 1:3 (Almeida, 1998, 2013; Haji et al., 1998), ou seja, um cartão de ovos parasitados, próximo a emergência dos adultos, para três cartões com ovos do hospedeiro alternativo não parasitados (Almeida et al., 1998), confeccionados com fita dupla face, por tubo de ensaio (1,2 cm x 12 cm). Para o parasitismo devem-se utilizar parasitoides emergidos de até 12 horas. Os adultos recém-emergidos para o parasitismo serão alimentados com mel (100% puro) depositado na parede interna dos tubos, com o auxílio de um estilete (Cônsoi; Parra, 1996; Gonçalves et al., 2003; Pratisoli et al., 2004b). Serão avaliados cinco cartões e cada tubo de ensaio contendo os cartões, devem ser vedados com algodão hidrófilo.

Os ovos do hospedeiro alternativo devem estar esterilizados (Parra; Zucchi, 1997) para evitar que as lagartas eclodam e ocorra canibalismo.

O parasitismo deve ser realizado por um período de 24h após a emergência dos adultos. A confirmação do parasitismo deve ser realizada ao se verificar os ovos do hospedeiro alternativo de coloração preta.

Tabela 1. Características bioecológicas e morfológicas, medidas de aferição e índice aceitável de qualidade para determinação do desempenho de *Trichogramma pretiosum*¹.

Características de qualidade	Medidas de aferição	Índice aceitável de qualidade
Parasitismo	Percentual de ovos parasitados	Parasitismo de ovos do hospedeiro alternativo $\geq 80\%$
Emergência de adultos	Percentual de emergência de adultos	Emergência de adultos $\geq 85\%$
Razão sexual	Índice de fêmeas emergidas	Razão sexual $\geq 0,5$
Período de ovo-adulto	Duração em dias do período ovo-adulto	Ciclo biológico ≥ 8 e ≤ 10 dias
Fecundidade	Quantidade de ovos/fêmea	Quantidade de ovos ≥ 80
Longevidade	Duração da fase adulta (dias)	Duração da fase adulta ≥ 10 dias
Capacidade de voo	Percentual de insetos voadores	Percentual $\geq 85\%$
Tamanho do inseto	Tamanho da tíbia direita (mm)	Tíbia posterior $\geq 0,14$ mm
	Tamanho da asa anterior direita (mm)	Asa anterior $\geq 0,17$ mm
Deformidade	Quantidade de indivíduos com deformação	Percentual de deformação $\leq 2\%$

¹Os testes para avaliação da qualidade de *T. pretiosum* devem ser realizados em Laboratório de Controle de Qualidade (LCQ), em condições controladas (câmara climatizada tipo B.O.D.) à temperatura de $25,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$; umidade relativa de $70,0 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14:10 (F:E).

O parasitismo (Cônsoi; Parra, 1996) será medido pelo “número médio de ovos parasitados. O percentual de emergência (Sá; Parra, 1994; Cônsoi; Parra, 1996) e o período de ovo-adulto será medido em função do número de adultos que completaram o desenvolvimento biológico. Ao se detectar a emergência dos espécimes de *Trichogramma*, deve-se proceder a transferência do cartão parasitado para outro tubo de ensaio de igual tamanho, até finalizar a emergência de todos os insetos.

A separação dos sexos para determinação da razão sexual será realizada baseando-se nas características apresentadas pelas antenas dos indivíduos (Bowen; Stern, 1966). A razão sexual será calculada pela fórmula $rs = \frac{\text{fêmea}}{\text{fêmea} + \text{macho}}$ (Beserra; Parra, 2004) e será medida em função do total de indivíduos machos e fêmeas emergidos em cada tubo de ensaio.

Para avaliação da fecundidade e longevidade de *T. pretiosum*, se utilizará a proporção de uma fêmea adulta do parasitoide (previamente fecundada) para um cartão com 100 ovos do hospedeiro alternativo (Bleicher; Parra, 1989), confeccionados com fita dupla-face, por tubo de ensaio (1,0 cm x 7,5 cm). Vinte (20) fêmeas recém-emergidas, acasaladas, devem ser avaliadas por todo período da longevidade. Após cada 24h um novo cartão com ovos de *A. kuenhiella* deve ser ofertado, sendo utilizado para alimentação dos adultos mel (100% puro) depositado na parede interna dos tubos, com o auxílio de um estilete (Bleicher; Parra, 1989; Cônsoli; Parra, 1996; Gonçalves et al., 2003; Pratissoli et al., 2004b).

A fecundidade será medida em função do número de total de descendentes por fêmea e a longevidade pela duração do período de adulto de machos e fêmeas. Neste caso, cada repetição será constituída por um casal do parasitoide.

Para avaliação da capacidade de voo, será utilizado o método segundo Prezotti et al. (2002) (Figura 1). O ambiente deve ser mantido constantemente iluminado durante o período de avaliação da capacidade de voo de *Trichogramma*. Devem ser realizadas seis avaliações, sobre uma banca-da, diretamente abaixo da fonte de luz. Para cada avaliação 600 ovos parasitados do hospedeiro alternativo, prestes à emergência, são utilizados em unidades-teste mantidas durante três dias, após o início da emergência dos parasitoides. Após esse período, os insetos são congelados, para se proceder às avaliações, que consiste no registrado da porcentagem de parasitoides encontrados na tampa (voadores), no fundo (não voadores), e no anel.

Para avaliação do tamanho de *T. pretiosum*, os espécimes serão coletados em número de 20 indivíduos fêmeas (Cônsoli; Parra, 1996; Beserra; Parra,

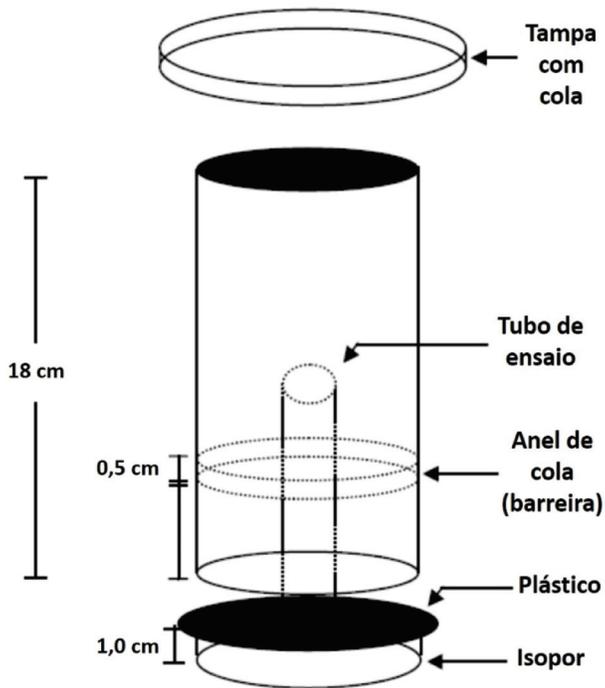


Figura 1. Unidades-teste para avaliação da atividade de voo de *Trichogramma* em laboratório (Modelo ESALQ).

Fonte: Prezotti et al. (2002).

2004) e armazenados em álcool 70% (Cônsoi; Parra, 1996; Sagarra et al., 2001). Os espécimes do parasitoide serão montados em posição dorso-ventral em lâminas para microscopia e mantidos no lugar utilizando lamínulas. O comprimento da asa anterior (Figura 2) será medido do início ao final da veia MA (Bennett; Hoffmann, 1998). O comprimento da tíbia posterior (Figura 3) será medido da junção do fêmur com a tíbia até a junção da tíbia com o tarso. Todas as medições serão realizadas utilizando-se uma ocular micrométrica acoplada ao estereomicroscópio com capacidade de aumento de até 100 vezes. As asas e tíbias serão medidas três vezes do lado direito e esquerdo (Beserra; Parra, 2004; Souza et al., 2018).

Para avaliação de insetos deformados, serão utilizados aqueles considerados não voadores, quantificando-se o valor percentual. Será utilizado microscópio estereoscópico para se detectar os indivíduos com deformações.

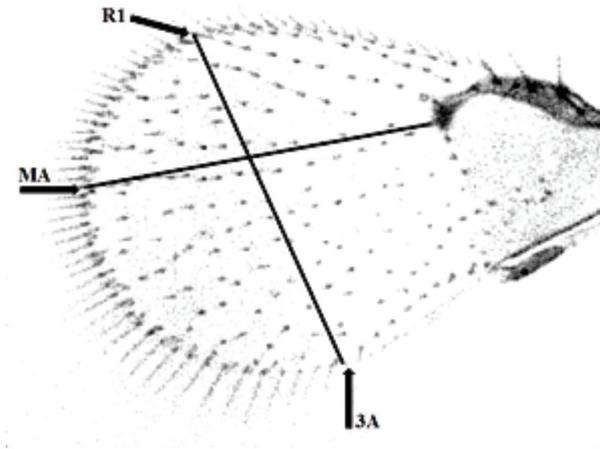


Figura 2. Asa de *T. pretiosum*. As setas indicam as veias utilizadas para a medição do comprimento e largura da asa.

Fonte: Souza (2017).

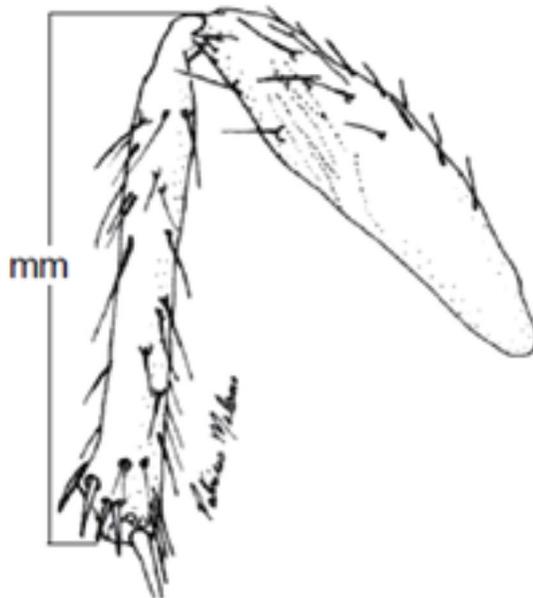


Figura 3. Comprimento da tibia posterior de *Trichogramma* spp. (aumento de 500 vezes).

Fonte: Beserra e Parra (2004).

Referências

- ALMEIDA, R. P. de. Production de *Trichogramma* avec l'alucite de céréales (*Sitotroga cerealella*). In: ALMEIDA, R. P. de; CRUZ, I. (ed.). **Technologie de production de *Trichogramma* spp. pour la lutte biologique contre les lépidoptères-ravageurs**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 51-70.
- ALMEIDA, R. P. de; SILVA, C. A. D. da; MEDEIROS, M. B. de. **Biotecnologia de produção massal e manejo de *Trichogramma* para o controle biológico de pragas**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1998. 61 p. (EMBRAPA-CNPA. Documentos, 60).
- ALMEIDA, R. P. de; SILVA, C. A. D. **Produção massal e manejo de *Trichogramma***. **Produção massal e manejo de *Trichogramma***. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1996. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/276846/1/producaomassal0001.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2020.
- ALMEIDA, R. P. de; LENTEREN, J. C. van; STOUTHAMER, R. C. Does *Wolbachia* infection affect *Trichogramma atopovirilia* behaviour? **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 2, p. 435-442, 2010.
- ASHLEY, T. R.; ALLEN, J. C.; GONZALEZ, D. Successful parasitization of *Heliothis zea* and *Trichoplusia* on eggs by *Trichogramma*. **Environmental Entomology**, v. 3, n. 2, p. 319-22, 1974.
- BAI, B.; LUCK, R. F.; FORSTER, L.; STEPHENS, B.; JANSSEN, J. A. M. The effect of host size on quality attributes of the egg parasitoid, *Trichogramma pretiosum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 64, p. 37-48, 1992.
- BAI, B.; SMITH, S. M. Effect of host availability on reproduction and survival of the parasitoid wasp *Trichogramma minutum*. **Ecological Entomology**, v. 18, n. 4, p. 279-286, 1993.
- BARTLETT, A. C. Guidelines for genetic diversity in laboratory colony establishment and maintenance. In SINGH, P.; MOORE, R. F. (ed.). **Handbook of insect rearing**. Amsterdam: Elsevier, 1985. v. 1, p. 7-17.
- BENNETT, D. M.; HOFFMANN, A. A. Effects of size and fluctuating asymmetry on field fitness of the parasitoid *Trichogramma carverae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Animal Ecology**, v. 67, n. 4, p. 580-591, Jul. 1998.

BERGEIJK, K. E. van; BIGLER, F.; KAASHOEK, N. K.; PAK, G. A. Changes in host acceptance and host suitability as an effect of rearing *Trichogramma maidis* on a factitious host.

Entomologia Experimentalis et Applicata, v. 52, n. 3, p. 229-238, 1989.

BERRIGAN, D. The allometry of egg size and number in insects. **Oikos**, v. 60, n. 3, p. 313-321, Apr. 1991.

BESERRA, E. B.; PARRA, J. R. P. Biologia e parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n. 1, p. 119-126, 2004.

BIGLER, F. Quality control in *Trichogramma* production. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S. A. (ed.). **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB, 1994. p. 93-112.

BLEICHER, E.; PARRA, J. R. P. Espécies de *Trichogramma* parasitoides de *Alabama argillacea*. I. Biologia de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 8, p. 929-940, Ago.1989.

BLEICHER, E.; PARRA, J. R. P. Espécies de *Trichogramma* parasitoides de *Alabama argillacea*. II. Tabela de vida de fertilidade e parasitismo de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 207-214, fev. 1990a.

BLEICHER, E.; PARRA, J. R. P. Espécies de *Trichogramma* parasitoides de *Alabama argillacea*. III. Determinação das exigências térmicas de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 215-219, fev. 1990b.

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

BRUN, P. G.; MARQUES, J.; MORAES, G. W. G. Estudo da influência da temperatura no aparecimento de machos em espécies deuterótocos de *Tdchogramma* sp. (Hym.: Trichogrammatidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA 7., 1981, Fortaleza. [Resumos...]. Fortaleza: SEB, 1981. p. 143-144.

BUENO, R. C. O. F.; BUENO, A. F.; PARRA, J. R. P.; VIEIRA, S. S.; OLIVEIRA, L. J. 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. 54, n. 2, p. 322-327, 2010.

- BUTLER JR., G. D.; LOPEZ, J. D. *Trichogramma pretiosum*: Development in two hosts in relation to constant and fluctuating temperatures. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 73, n. 6, p. 671-673, 1980.
- BUXTON, P. A. Terrestrial insects and the humidity of the environment. **Biological Reviews**, v. 7, n. 4, p. 1-45, 1932.
- CALVIN, D. D.; KNAPP, M. C.; WELCH, S. M. Impact of environmental factors on *Trichogramma pretiosum* reared on southwestern corn borer eggs. **Environmental Entomology**, v. 13, n. 3, p. 774-780, 1984.
- CARVALHO, G. A.; PARRA, J. R. P.; BAPTISTA, G. C. Ação residual de alguns inseticidas pulverizados em plantas de tomateiro sobre duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em casa-de-vegetação. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 23, n. 4, p. 771-776, 1999.
- CLARKE, G. M.; MCKENZIE, L. J. Fluctuating asymmetry as a quality control indicator for insect mass rearing processes. **Journal of Economic Entomology**, v. 85, n. 6, p. 2045-2050, 1992.
- CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P. Biology of *Trichogramma galloi* and *T. pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared in vitro and in vivo. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 89, n. 6, p. 828-834, 1996.
- CORRIGAN, J. E.; LAING, J. E. Effects of the rearing host species and the host species attacked on performance by *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Environmental Entomology**, v. 23, n. 3, p. 755-760, 1994.
- COSTA, M. A. **Seletividade fisiológica de inseticidas utilizados em algodoeiro para *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**. 2017. 82 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- DOYON, J.; BOIVIN, G. The effect of development time on the fitness of female *Trichogramma evanescens*. **Journal of Insect Science**, v. 5, n. 4, p. 1-5, 2005.
- DUTTON, A.; BIGLER, F. Flight activity assessment of the egg parasitoid *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae) in laboratory and field conditions. **Entomophaga**, v. 40, n. 2, p. 223-233, 1995.
- FARIA, C. A.; TORRES, J. A.; FARIAS, A. M. I. Resposta funcional de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitando ovos de *Tuta abasoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae): efeito da idade do hospedeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 1, p. 85-93, 2000.

FUENTES, S. F. **Produccion y uso de *Trichogramma* como regulador de plagas**. Lima: RAAA, 1994. 192 p.

FOERSTER, L. A. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitoides. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 94-114.

GARZÓN, E.; BEITIA, F. Quality control in the production of beneficials used in biological control of pests: it is a real need? **Pest Technology**, v. 3, n. 1, p. 22-24, 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.

GOODENOUGH, J. L.; HARSTACK, A. W.; KING, E. G. Developmental models of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on four hosts. **Journal of Economic Entomology**, v. 76, n. 5, p. 1095-1102, 1983.

GOMES, S. M. **Comparação de três hospedeiros alternativos para criação e produção massal de *Trichogramma pretiosum* e *T. galloi***. 1997. 106 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GREENBERG, S. M.; NORDLUND, D. A.; WU, Z. Influence of rearing host on adult size and oviposition behavior of mass produced female *Trichogramma minutum* Riley and *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Control**, v. 11, n. 1, p. 43-48, 1998.

GROSS, H. R.; LEWIS, W. J.; JONES, R. L.; NORDLUND, D. A. Kairomones and their use for management of entomophagous insects. III. Stimulation of *Trichogramma achaeae*, *T. pretiosum*, and *Microplitis croceipes* with host-seeking stimuli at time of release to improve their efficiency. **Journal of Chemical Ecology**, v. 1, n. 4, p. 431-438, 1975.

GUSEV, G. V.; LEBDEV, G. I. Present state of *Trichogramma* application and research. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON *TRICHOGRAMMA* AND OTHER EGG PARASITOIDES, 2., 1998, Guangzhou, Paris. **Symposium papers...** Cairo: INRA, 1988. p. 477-481. (Les Colloques de l'INRA, 43).

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

HAJI, F. N. P.; JIMENEZ VELASQUEZ, J.; BLEICHER, E.; ALENCAR, J. A. de; HAJI, A. T.; DINIZ, R. S. **Tecnologia de producao massal de *Trichogramma* spp.** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1998. 23 p.

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

HASSAN, S. A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (ed.). ***Trichogramma* e o controle biológico aplicado.** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 183-206.

HOFFMANN, M. P.; WALKER, D. L.; SHELTON, A. M. Biology of *Trichogramma ostrinae* (Hym.: Trichogrammatidae) reared on *Ostrinia nubilalis* (Lep.: Pyralidae) and survey for additional hosts. **Entomophaga**, v. 40, n. 3, p. 387-402, 1995.

HOFFMANN, M. P.; ODE, P. R.; WALKER, D. L.; GARDNER, J.; NOUHUYS, S. van; SHELTON, A. M. Performance of *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on factitious hosts, including target host, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Biological Control**, v. 21, n. 1, p. 1-10, 2001.

HOUSEWEART, M. W.; JENNINGS, D. T.; WELTY, C.; SOUTHARD, S. G. Progeny production by *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) utilizing eggs for *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae) and *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **The Canadian Entomologist**, v. 115, n. 10, p. 1245-1252, 1983.

ICA. **Legislacion colombiana sobre insumos agricolas:** resolucion n. 20 de 1900. [Bogotá]: Ministério de Agricultura, 1990. p. 229-244. (Manual Administrativos, n. 21).

JENKINS, N. E.; GRZYWACZ, D. Quality control of fungal and viral biocontrol agents - assurance of product performance. **Biocontrol Science and Technology**, v. 10, n. 6, p. 753-777, 2000.

JOHANNES-TOONDERS, T.; CARRILLO-SÁNCHEZ, J. L. Evaluación de la efectividad de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) en el combate de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Recomendaciones para su uso. **Agrociencia**, v. 67, p. 75-84, 1987.

KAZMER, D. J.; LUCK, R. F. Female body size, fitness and biological control quality: field experimens wih *Trichogramma pretiosum*. **Les Colloques de l'NRA**, n. 56, p. 37-40, 1991.

KAZMER, D. J.; LUCK, R. F. Field tests of the size-fitness hypothesis in the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ecology**, v. 76, n. 2, p. 412-425, 1995.

KFIR, R. Effect of hosts parasite density on the egg parasite *Trichogramma pretiosum*. **Entomophaga**, v. 26, n. 4, p. 445-451, 1981.

KFIR, R. Functional response to host density by egg parasite *Trichogramma pretiosum*. **Entomophaga**, v. 28, n. 4, p. 345-353, 1983.

KOLLIKER-OTT, U. M.; BLOWS, M. W.; HOFFMANN, A. A. Are wing size, wing shape and asymmetry related to field fitness of *Trichogramma* egg parasitoids? **Oikos**, v. 100, n. 3, p. 563-573, 2003.

KUHLMANN, U.; MILLS, N. J. Comparative analysis of the reproductive attributes of three commercially-produced *Trichogramma* species and the influence of parasitoid size. **Biocontrol Science and Technology**, v. 9, n. 3, p. 335-346, 1999.

LENTEREN, J. C. van; HALE, A.; KLAPWIJK, J. N.; SCHELT, J. van; STEINBERG, S. Guidelines for quality control of commercially produced natural enemies. In: LENTEREN, J. C. van. **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. Wallingford: CABI, 2010. p. 265-303.

LENTEREN, J. C. van. Improving the reliability of biological control by applying quality control of natural enemies. **Bulletin OILB-SROP**, v. 16, p. 85-88, 1992a.

LENTEREN, J. C. van. Quality control of natural enemies: where are we and where do we go? **Bulletin IOBC/WPRS**, v. 26, n. 10, p. 171-175, 2003.

LENTEREN, J.C. van. Quality control for natural enemies used in greenhouses. **Bulletin OILB-SROP**, v. 16, p. 89-92, 1992b.

LENTEREN, J. C. van; BOLCKMANS, K.; KÖHL, J.; RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, v. 63, n. 1, p. 39-59, 2018.

LEPPLA, N. C.; FISHER, W. R. Total quality control in insect mass production for insect pest management. **Journal of Applied Entomology**, v. 108, n. 5, p. 452-461, 1989.

LEWIS, W. J.; NORDLUND, D. A.; CROSS JÚNIOR, H. R.; PERKINS, W. D.; KNIPLING, E. F.; VOEGELÉ, J. Production and performance of *Trichogramma* reared ou eggs of *Heliothis zea* and other hosts. **Environmental Entomology**, v. 5, n. 3, p. 449-452, 1976.

LEWIS, W. J.; JONES, R. L.; NORDLUND, D. A.; GROSS JUN., H. R. Kairomones and their use for management of entomophagous insects. II. Mechanisms causing increase in rate of parasitization by *Trichogramma* spp. **Journal of Chemical Ecology**, v. 1, n. 3, p. 349-360, 1975.

LEWIS, W. J.; MARTIN, W. R. Semiochemicals for use with parasitoids: status and future. **Journal of Chemical Ecology**, v. 16, n. 11, p. 3067-3089, 1990.

LIRA, A. C. S.; NASCIMENTO, A. R. B. do; SILVEIRA, A. A. C. ; ALMEIDA, R. P. de. Parasitismo de *Trichogramma pretiosum* em ovos do curuquerê-do-algodoeiro previamente tratados com nim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 8., 2011, São Paulo. **Evolução da cadeia para construção de um setor forte**: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2011a. p. 228-234.

LIRA, A. C. S.; NASCIMENTO, A. R. B. do; SILVEIRA, A. A. C.; R. P. de. Efeitos de produto a base de neem sobre *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Alabama argillacea* tratados após o parasitismo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 8., 2011, São Paulo. **Evolução da cadeia para construção de um setor forte**: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2011b. p. 165-170.

LIST, G. M. Some experiences in breeding *Trichogramma minutum* Riley. **Journal of Economic Entomology**, v. 23, n. 2, p. 342-348, 1930.

LUND, H. O. Some temperature and humidity relations of two races of *Trichogramma minutum* Riley (Hym.: Chalcididae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 27, n. 2, p. 324-340, 1934.

LUND, H. O. Studies on longevity and productivity in *Trichogramma evanescens*. **Journal of Agricultural Research**, v. 56, n. 6, p. 421-39, 1938.

MACEDA, A.; HOHMANN, C. L.; SANTOS, H. R. dos. Temperature effects on *Trichogramma pretiosum* Riley and *Trichogrammatoidea annulata* de Santis. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 1, p. 27-32, 2003.

MARQUES, J.; BRUN, P. C.; MORAES, G. W. G. Variação da duração do ciclo biológico de *Trichogramma* sp. (Hym.: Trichogrammatidae) criados em *Ephesthia kuehniella* (Lep.: Phycitidae). **Ciência e Cultura**, v. 33, n. 7, p. 500, 1981. Suplemento.

MACKAUER, M. Genetic problems in the production of biological control agents. **Annual Review of Entomology**, v. 21, n. 1, p. 369-385, 1976.

MCEWEN, P. Sampling, handling and rearing insects. In: DENT, D. R.; WALTON, M. P. (ed.). **Methods in ecological and agricultural entomology**. Wallingford: Oxford University, 1997. cap. 1, p. 5-26.

MARSTON, N.; ERTLE, L. R. Host influences on the bionomics of *Trichogramma minutum*. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 66, n. 5, p. 1155-1162, 1973.

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

NAVARRO, M. A. **El *Trichogramma* spp.: producción, uso y manejo en Colombia, Palmira:** ICA., 1993. cap. 15, p. 128-136.

NAVARRO, M. A. ***Trichogramma* spp. produção, uso y manejo en Colombia.** Guadalajara de Buga: Impretec, 1998. 176 p.

NOLDUS, L. P. J. J. **Chemical espionage by parasitic wasps:** how *Trichogramma* species exploit moth sex pheromone systems. Wageningen: Grafisch Bedrijf Ponsen & Looijen, 1989. 252 p.

NORDLUND, D. A.; WU, Z. X.; GREENBERG, S. M. *In Vitro* rearing of *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for ten generations, with quality assessment comparisons of "in vitro" and "in vivo" reared adults. **Biological Control**, v. 9, n. 3, p. 201-207, 1997.

ORPHANIDES, G. M.; GONZALEZ, D. Fertility and life table studies with *Trichogramma pretiosum* and *T. retortridum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 64, n. 4, p. 824-34, 1971.

ORPHANIDES, G. M.; GONZALEZ, D. Importance of light in the biology of *Trichogramma pretiosum*. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 63, n. 6, p. 1734-1740, 1970.

PARON, M. J. F. O.; CIOCIOLA, A. I.; CRUZ, I. Resposta de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) a Diferentes Densidades de Ovos do Hospedeiro Natural, *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 3, p. 427-433, 1998.

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

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

PRASAD, R. P.; ROITBERG, B. D.; HENDERSON, D. The effect of rearing temperature on flight initiation of *Trichogramma sibiricum* Sorkina at ambient temperatures. **Biological Control**, v. 16, n. 3, p. 291-298, 1999.

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**, v. 22, n. 3, p. 562-565, 2004a.

PRATISSOLI, D.; OLIVEIRA, H. N.; GONÇALVES, J. R.; ZANUNCIO, J. C.; HOLTZ, A. M. Changes in biological characteristics of *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae) reared on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae) for 23 generations. **Biocontrol Science and Technology**, v. 14, n. 3, p. 313-319, 2004c.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J. R. P. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum*, criados em duas traças do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1281-1288, jul. 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, n. 2, p. 277-282, 2001.

PRATISSOLI, D.; FORNAZIER, M. J.; HOLTZ, A. M.; GONÇALVES, J. R.; CHIARAMITAL, A. B.; ZAGO, H. B. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 1, p. 73-76, 2003.

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

PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J. C.; VIANNA, U. R.; ANDRADE, J. S.; PINON, T. B. M. Biological characteristics of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* (Hym: Trichogrammatidae), parasitoids of the avocado defoliator *Nipteria panacea* (Lep.: Geometridae), on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 1, p. 7-13, 2005a.

PREZOTTI, L. **Controle de qualidade de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em criações de laboratório**. 2001. 81 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PREZOTTI, L.; PARRA, J. R. P.; VENCOSKY, R.; DIAS, C. T. dos S.; CRUZ, I.; CHAGAS, M. C. M. Teste de vôo como critério de avaliação da qualidade de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae): adaptação de metodologia. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 3, p. 411-417, 2002.

REZNIK, S. Y.; VAGHINA, N. P. Effect of photoperiod on parasitization by *Trichogramma principium* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **European Journal of Entomology**, v. 104, n. 4, p. 705-713, 2007.

REZNIK, S. Y.; VAGHINA, N. P. Temperature effects on induction of parasitization by females of *Trichogramma principium* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Entomological Review**, v. 86, n. 2, p. 133-138, 2006.

REZNIK, S. Y.; VOINOVICH, N. D.; UMAROVA, T. Y. Longterm egg retention and parasitization in *Trichogramma principium* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 125, n. 4, p. 169-176, 2001.

RODRIGUES, S. M. M.; SAMPAIO, M. V.; MIRANDA, J. E. Avaliação da capacidade de voo, parasitismo e emergência de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, n. 4, p. 749-753, 2009.

ROUNBEHLER, M. B.; ELLINGTON, J. J. Some biological effects of selected light regimes on *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 66, n. 1, p. 6-10, 1973.

RUSSO, J.; VOEGELÉ, J. Influence de la temperature sur quatre espèces de Trichogrammes (Hym.: Trichogrammatidae) parasites de la pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* Hubn. (Lep.: Pyralidae). 1. Développement préimaginal. **Agronomie**, v. 2, n. 6, p. 509-16, 1982.

SÁ, L. A. N.; PARRA, J. R. P. Biology and parasitism of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae) on *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lep., Pyralidae) and *Heliothis zea* (Boddie) (Lep., Noctuidae) eggs. **Journal of Applied Entomology**, v. 118, n. 1-5, p. 38-43, 1994.

SAGARRA, L. A.; VINCENT, C.; STEWART, R. K. Body size as an indicator of parasitoid quality in male and female *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 91, n. 5, p. 363-368, 2001.

SCHOLLER, M.; HASSAN, S. Comparative biology and life tables of *Trichogramma evanescens* and *T. cacoeciae* with *Ephestia elutella* as host at four constant temperatures. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 98, n. 1, p. 35-40, 2001.

SHIRAZI, J. Effect of temperature and photoperiod on the biological characters of *Trichogramma chilonis* Ishii (hymenoptera: Trichogrammatidae). **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 9, n. 5, p. 820-824, 2006.

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

SOARES, M. A.; LEITE, G. L. D.; ZANUNCIO, J. C.; ROCHA, S. L.; SÁ, V. G. M. de; SERRÃO, J. E. Flight capacity, parasitism and emergence of five *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species from forest areas in Brazil. **Phytoparasitica**, v. 35, n. 3, p. 314-318, 2007.

SOARES, M. A.; LEITE, G. L. D.; ZANUNCIO, J. C.; SÁ, V. G. M. de; FERREIRA, C. S.; ROCHA, S. L.; PIRES, E. M.; SERRÃO, J. E. Quality control of *Trichogramma atopovirilia* and *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae) adults reared under laboratory conditions. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 55, n. 2, p. 305-311, 2012.

SOUZA, D. de. **Morfometria, alometria e assimetria flutuante do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* riley (hymenoptera: Trichogrammatidae) sob influência de inseticidas**. 2017. 51 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SOUZA, D.; MONTEIRO, A. B.; FARIA, L. D. B. Morphometry, allometry, and fluctuating asymmetry of egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* under insecticide influence. 2017. 51 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) -Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SMITH, S. M.; HUBBES, M. Isoenzyme patterns and biology of *Trichogramma minutum* as influenced by rearing temperature and host. **Entomologia experimentalis et Applicata**, v. 42, n. 3, p. 249-258, 1986.

STERN, D. L.; EMLEN, D. J. The developmental basis for allometry in insects. **Development**, v. 126, n. 6, p. 1091-1101, 1999.

STRAND, M. R.; VINSON, S. B. In vitro culture of *Trichogramma pretiosum* on an artificial medium. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 39, n. 2, p. 203-209, 1985.

SUZUKI, Y.; TSUJI, H.; SASAKAWA, M. Sex allocation and effects of superparasitism on secondary sex ratios in the gregarious parasitoid, *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Animal Behavior**, v. 32, n. 2, p. 478-484, 1984.

TEZZE, A. A.; BOTTO, E. N. Effect of cold storage on the quality of *Trichogramma nerudai* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Control**, v. 30, n. 1, p. 11-16, 2004.

THOMPSON, M. S.; STINNER, R. E. The scale response of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae): variation among species in host specificity and the effect of conditioning. **Entomophaga**, v. 35, n. 1, p. 7-21, 1990.

VARLEY, C. G.; GRADWELL, G. R.; HASSELL, M. P. **Insect population ecology: an analytical approach**. Berkeley: University of California, 1973. 212 p.

VINSON, S. B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitoide de ovos com ênfase na família Trichogrammatidae. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 67-119.

VOLDEN, C. S.; CHIANG, H. C. Temperature relationships of development of *Trichogramma ostrinia*. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LES TRYCHOGRAMMES, 1982, Antibes, France. **Les trichogrammes**. Paris: INRA, 1982. p. 97-100. (Les Colloques de l'INRA, 9).

VOLPE, H. X. L.; BORTOLI, S. A. de; THULER, R. T.; VIANA, C. L. T. P.; GOULART, R. M. Avaliação de características biológicas de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criado em três hospedeiros. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, n. 3, p. 311-315, 2006.

WEST, S. A.; FLANAGAN, K. E.; GODFRAY, H. C. J. The relationship between parasitoid size and fitness in the field, a study of *Achrysocharoides zwoelferi* (Hymenoptera: Eulophidae). **Journal of Animal Ecology**, v. 65, n. 5, p. 631-639, Sep. 1996.

YU, D. S. K.; HAGLEY, E. A. C.; LAING, J. E. Biology of *Trichogramma minutum* Riley collected from apples in Southern Ontario. **Environmental Entomology**, v. 13, n. 5, p. 1324-1329, 1984.

XIE, Z. N.; NETTLES JUNIOR, W. C.; MORRISON, R. K.; IRIE, K.; VINSON, S. B. Three methods for the in vitro culture of *Trichogramma pretiosum* Riley. **Journal of Entomological Science**, v. 21, n. 2, p. 133-138, 1986.

ZART, M.; BERNARDI, O.; NUNES, A. D.; ANDERSSON, F. S.; MANFREDI-COIMBRA, S.; BUSATO, G. R.; GARCIA, M. S. Influência do fotoperíodo e da densidade de ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) sobre aspectos biológicos e parasitismo de ovos por *Trichogramma pretiosum* Riley. **EntomoBrasilis**, v. 5, n. 2, p. 115-119, 2012.

ZASLAVSKI, V. A.; QUY, M. F. An experimental study of some factors affecting fecundity in *Trichogramma* Westw. (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Entomologicheskoe Obozrenie**, v. 61, p. 724-736, 1982.

Embrapa

Algodão