

## BIOLOGICAL CONTROL

### Teste de Vôo como Critério de Avaliação da Qualidade de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae): Adaptação de Metodologia

LUSINÉRIO PREZOTTI<sup>1</sup>, JOSÉ R.P. PARRA<sup>2</sup>, ROLAND VENCovsky<sup>3</sup>, CARLOS T. DOS S. DIAS<sup>4</sup>, IVAN CRUZ<sup>5</sup> E MARCONE C.M. CHAGAS<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE), C. postal 295, 35020-220, Governador Valadares, MG, e-mail: lusinerio@univale.br

<sup>2</sup>ESALQ/USP, Depto. Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, <sup>3</sup>ESALQ/USP, Depto. Genética

<sup>4</sup>ESALQ/USP, Depto. Matemática e Estatística, C. postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP

<sup>5</sup>Embrapa Milho e Sorgo, C. postal 151, 35701-970, Sete Lagoas, MG

<sup>6</sup>EMBRAPA/EMPARN, C. postal 188, 59025-390, Natal, RN

Flight Test as Evaluation Criterion for the Quality of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae): Adaptation of the Methodology

**ABSTRACT** - The goal of this research was to evaluate the quality of populations of *Trichogramma pretiosum* Riley, in the laboratory, by using the flight test developed by the International Organization of Biological Control (IOBC). The parasitoids were obtained from eggs of *Helicoverpa zea* (Bod.) collected in corn fields, and kept in the laboratory on eggs of the factitious host *Anagasta kuehniella* (Zeller). First, we made a comparison between the standard model developed by the IOBC (with some modifications), and a customized model named ESALQ. For each model, we evaluated the quality of three populations of *T. pretiosum*, kept in the laboratory for 3, 35 and 72 generations. Both models showed no difference in the quality of the studied populations, based on the percentage of parasitoids that showed initial flight activity after emergence. The ESALQ model allowed better discrimination between “non-flyers” and “flyers”. Second, we monitored the quality of three sexual populations of *T. pretiosum*, started with one, five and ten couples, during 21 generations, using the ESALQ model. The population started with a single couple showed an inferior quality when compared to the populations started with five and ten couples. The flight test was highly efficient to determine the quality of *T. pretiosum* populations, under laboratory conditions, and the modifications made in the standard model provided a better discrimination of flyers and non-flyers of the parasitoid. Thus, we indicate the ESALQ model as a substitute of the standard model, developed by the IOBC.

**KEY WORDS:** Biological control, quality control, mass rearing.

**RESUMO** - O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade de populações sexuais de *Trichogramma pretiosum* Riley, em laboratório, utilizando-se o teste de vôo desenvolvido pela Organização Internacional de Controle Biológico (IOBC). Os parasitóides foram obtidos de ovos de *Helicoverpa zea* (Bod.), coletados na cultura de milho, e mantidos em laboratório em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller). Numa primeira etapa, realizou-se a comparação entre o modelo padrão, desenvolvido pela IOBC (com algumas modificações) e um modelo adaptado e denominado ESALQ. Para cada modelo, avaliou-se a qualidade de três populações de *T. pretiosum*, mantidas em laboratório por 3, 35 e 72 gerações. Independente da geração, ambos os modelos não registraram diferença na qualidade das populações estudadas, tomando-se por base a porcentagem de parasitóides que apresentaram aptidão para vôo, após a emergência. O modelo ESALQ permitiu melhor discriminação entre “voadores” e “não voadores”. Numa segunda etapa, utilizou-se o modelo ESALQ para monitorar, durante 21 gerações, a qualidade de três populações sexuais de *T. pretiosum*, iniciadas respectivamente com um, cinco e dez casais. A população iniciada com um casal apresentou qualidade inferior em comparação com as populações iniciadas com cinco e dez casais. O teste de vôo mostrou-se eficiente na determinação da qualidade de populações de *T. pretiosum*, em condições de laboratório, e o modelo ESALQ favoreceu a melhor separação de voadores e não voadores do parasitóide, podendo o mesmo ser indicado como substituto do modelo padrão, desenvolvido pela IOBC.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, controle de qualidade, criação massal.

A produção de inimigos naturais com qualidade comparável àqueles encontrados na natureza é um dos principais objetivos de qualquer laboratório de criação que vise atender a programas de controle biológico. O controle de qualidade, segundo Clarke & McKenzie (1992), é um dos fatores determinantes do sucesso desses programas, sendo a qualidade total de um organismo definida como a sua capacidade de controlar a praga após a liberação em campo. Portanto, de acordo com van Lenteren (1992a), o objetivo do controle de qualidade é determinar se um inimigo natural, após gerações sucessivas em laboratório, continua eficiente no controle de pragas.

Grande número de testes de laboratório tem sido conduzido objetivando monitorar a qualidade de inimigos naturais, com base principalmente em parâmetros biológicos. Entretanto, existe a necessidade de se estabelecerem parâmetros fáceis de serem medidos, que indiquem com segurança a qualidade do inimigo natural e que possam ser padronizados internacionalmente para uso rotineiro em criações massais.

Na Europa, segundo van Lenteren (1992b), foram desenvolvidas normas, padronizadas pela Organização Internacional de Controle Biológico (IOBC global working group: "quality control of mass reared arthropods"), para controle de qualidade em criações de diversos inimigos naturais utilizados em casas-de-vegetação (cultivo protegido). Para parasitóides, os testes envolvem a avaliação dos seguintes componentes de qualidade: número de adultos emergidos, razão sexual, fecundidade, longevidade, tamanho do adulto, atividade de vôo e desempenho em campo. A atual recomendação da IOBC, para *Trichogramma* é selecionar, preliminarmente, com critérios bem rigorosos, linhagens e espécies com base em características biológicas e comportamentais (Hassan 1994, 1997). Segundo essa organização, as avaliações subseqüentes de qualidade, feitas durante o processo de criação, podem ser menos detalhadas e mais direcionadas aos atributos que possibilitem a obtenção de resultados rápidos.

Um dos atributos importantes e que pode sofrer modificações no processo de colonização é a atividade de vôo. Essa é uma característica fundamental para o desempenho do parasitóide em condições de campo e, portanto, necessita ser monitorada. Dutton & Bigler (1995) desenvolveram uma metodologia para avaliar a atividade de vôo de *Trichogramma brassicae* Bezdenko, em condições de laboratório e campo, para testes de controle de qualidade. Através dela, os autores detectaram diferenças na atividade de vôo entre duas linhagens de *T. brassicae* criadas em laboratório, a primeira por duas gerações e a segunda por 39 gerações. Os autores concluíram que o teste de vôo realizado em laboratório pode, potencialmente, ser utilizado como indicador da qualidade de *Trichogramma*, por ser um método simples, rápido e barato. Enkegaard & Reitzel (1991) recomendaram um teste de vôo de curta distância, para os parasitóides *Aphidoletes aphidimiza* (Rond.), *Aphidius matricariae* Haliday e *Encarsia formosa* Gahan, com a utilização de um modelo bastante semelhante ao descrito por Dutton & Bigler (1995), para *T. brassicae*. A utilização desse mesmo modelo (com algumas modificações) já fora recomendada por Bigler (1992) para testes tanto com parasitóides como predadores.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a qualidade de populações de *Trichogramma pretiosum* Riley, em função do número de gerações de laboratório e do tamanho da população inicial, utilizando-se como critério de avaliação a atividade de vôo, e testar a eficiência do modelo desenvolvido e recomendado por Dutton & Bigler (1995) (com algumas modificações), em comparação com um modelo adaptado e denominado modelo ESALQ.

## Material e Métodos

As linhagens de *T. pretiosum*, que deram início às criações de laboratório foram obtidas de ovos de *Helicoverpa zea* (Bod.) (Lepidoptera: Noctuidae), coletados na cultura do milho. As coletas foram realizadas nas áreas experimentais da Embrapa Milho e Sorgo e em plantios comerciais do município de Sete Lagoas (latitude 19° 28' S e longitude 44° 15' O), distantes entre si (por no mínimo 4 km), para evitar a obtenção de indivíduos aparentados. As criações foram mantidas em laboratório em tubos de vidro (9 x 2,5 cm), tampados com filme plástico PVC (Magipack Õ), utilizando-se como hospedeiro alternativo, ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). Esse hospedeiro foi obtido da criação existente no Laboratório de Criação de Insetos da Embrapa Milho e Sorgo, mantido em dieta à base de farinha de trigo integral (48,5%), farinha de milho (48,5%) e levedura de cerveja (3%). Foram utilizados ovos com idade máxima de 24h, submetidos a um processo de inviabilização através da exposição dos mesmos à radiação ultravioleta (Stein & Parra 1987). Estes eram colados, por meio de uma solução de goma arábica (50%), em pedaços de cartolina azul (7 x 0,8 cm), e ofertados aos parasitóides adultos, acrescentando-se na parede interna do tubo de criação, algumas gotas de mel puro como fonte de alimento (Parra 1997).

Os seguintes modelos para testes de vôo foram comparados:

*Modelo Original (com Adaptações)*. Em função de algumas dificuldades encontradas na utilização do modelo original, desenvolvido por Dutton & Bigler (1995), principalmente relacionadas ao escape de parasitóides, foram realizadas algumas modificações visando ao aumento da eficiência do mesmo (Fig. 1A - a,b,c). O modelo adaptado consiste de um cilindro de PVC com as mesmas dimensões do modelo original (18 cm de altura e 11 cm de diâmetro); entretanto, o seu interior é pintado com tinta acrílica preta sobre uma camada de tinta látex branco, para facilitar a fixação da mesma. Com isso, substituiu-se o uso da folha plástica preta, recomendada no modelo original para cobrir a parede interna do tubo. O fundo do tubo é vedado com um plástico flexível preto (tamanho maior que o diâmetro do tubo) ajustado firmemente por meio de um disco de isopor de aproximadamente um centímetro de espessura e com o mesmo diâmetro do tubo. As bordas do plástico, que após o encaixe, sobram para o exterior do tubo, são fixadas ao mesmo por meio de elásticos, que permitem perfeita vedação, evitando a fuga dos parasitóides. Em função da espessura do isopor, o anel de cola, utilizado como barreira ao caminhamento dos parasitóides, é pincelado a 3,5 cm da extremidade inferior do modelo, diretamente na parede interna

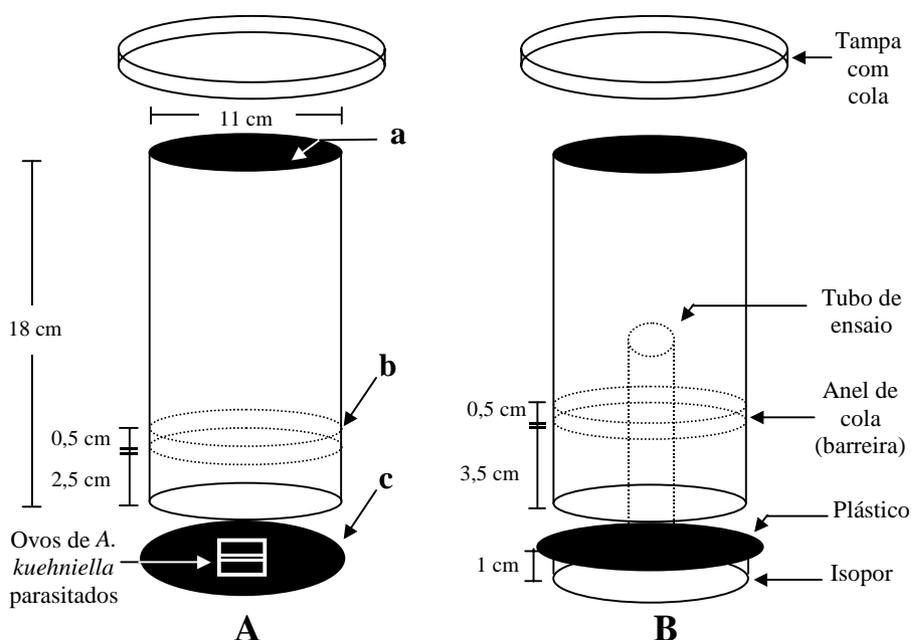


Figura 1. Unidades-teste para avaliação da atividade de vôo de *Trichogramma* em laboratório: A - Modelo original de Dutton & Bigler (1995), com indicação (setas) dos locais onde foram realizadas adaptações: a - pintura interna preta em substituição à folha plástica preta, b - anel de cola pincelado a 3,5 cm do fundo, ao invés de 2,5 cm, c - vedação do fundo com plástico preto e isopor em substituição à tampa plástica; B - Modelo ESALQ.

do mesmo. No modelo original, como a vedação do fundo do tubo é feita com uma tampa plástica, esse anel de cola é pincelado a 2,5 cm da extremidade inferior do modelo. Uma placa de Petri transparente, pulverizada com cola 24h antes do experimento, é colocada na parte superior do cilindro, da mesma forma que no modelo original, servindo como armadilha para os parasitóides em vôo (a cola deve ser isenta de odores ou outras características que possam afetar o comportamento do parasitóide). Os ovos parasitados, prestes à emergência, são acondicionados no fundo do tubo sobre uma placa plástica de 2,5 cm de diâmetro e 1 cm de altura. A posição e o número de parasitóides no anel de cola (“caminhadores”), na placa de Petri (“voadores”) e no fundo (“não voadores”) são registrados e utilizados nos cálculos de porcentagens, em relação ao número total de adultos emergidos. Os parasitóides considerados não voadores são observados sob microscópio estereoscópico para se determinar a porcentagem de indivíduos com deformações nas asas.

**Modelo ESALQ.** Em testes preliminares realizados com o modelo original adaptado, observou-se que um grande número de parasitóides era encontrado preso ao anel de cola. Atribuiu-se esse fato à característica apresentada por alguns parasitóides, de caminhar, logo após a emergência, mesmo antes de finalizar o processo de distensão das asas. Desta forma, desenvolveu-se o modelo denominado ESALQ, que apresenta as mesmas características do modelo original adaptado, com a diferença de que os ovos parasitados de *A. kuehniella*, ao invés de serem acondicionados em placas plásticas, são colocados no fundo de um tubo de ensaio (9 x 2,5 cm), que por sua vez, é fixado no centro da região inferior da unidade-teste, por meio de uma fita adesiva (Fig. 1B). Essa modificação foi realizada com o objetivo de permitir que o parasitóide tenha tempo suficiente para distensão das asas, o que é conseguido durante o período

de caminhada neste tubo, dando oportunidade aos “voadores” de ultrapassarem essa barreira, evitando-se erros na avaliação.

**Teste de Vôo e Comparação Entre Modelos.** O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Criação de Insetos da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG, a temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e UR de  $60 \pm 10\%$ . O ambiente foi mantido constantemente iluminado durante o período em que o experimento foi conduzido. A comparação foi realizada entre o modelo original de Dutton & Bigler (1995) (com adaptações) e o modelo ESALQ. Cada modelo foi utilizado para avaliar a qualidade de três populações de *T. pretiosum*, mantidas em laboratório por 3, 35 e 72 gerações, respectivamente. Os tratamentos foram constituídos de seis repetições, sendo estas distribuídas ao acaso, sobre uma bancada de madeira, diretamente abaixo da fonte de luz, já que o inseto é fototrópico positivo. Cada tratamento recebeu, em média, 600 ovos parasitados de *A. kuehniella*, prestes à emergência, sendo as unidades-teste mantidas durante três dias, após o início da emergência dos parasitóides; após esse período, os insetos foram congelados, para se proceder às avaliações. Registrou-se a porcentagem de parasitóides encontrados na tampa (voadores), no fundo (não voadores), e no anel, avaliando-se também, em relação aos não voadores, a porcentagem de indivíduos com asas deformadas.

**Controle de Qualidade de Populações de *T. pretiosum* Através do Teste de Vôo.** Utilizando-se o modelo ESALQ, realizou-se o monitoramento da qualidade de três populações de *T. pretiosum*, ao longo de 21 gerações de laboratório, visando avaliar a eficiência do mesmo em detectar alterações na atividade de vôo do parasitóide, como critério de controle de qualidade. As populações monitoradas foram iniciadas a

partir de um, cinco e dez casais fundadores, em delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições. As gerações avaliadas foram variáveis de acordo com a população, em função da dificuldade de sincronia na emergência dos parasitóides, sendo realizados testes com as populações iniciadas com um casal, nas gerações 6, 13 e 21; com as populações iniciadas com cinco casais, nas gerações 6, 14 e 21; e com as populações iniciadas com dez casais, nas gerações 7, 13 e 20. Os testes foram conduzidos nas mesmas condições descritas para o teste de comparação de modelos; entretanto, os insetos não foram congelados no terceiro dia, sendo avaliados no quinto dia após o início do experimento.

**Análise Estatística.** A análise de variância dos dados foi realizada seguindo o delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial, e as médias comparadas pelo teste LSD, ao nível de significância de 5%, utilizando-se o programa SAS. No experimento de “controle de qualidade de populações de *T. pretiosum* através do teste de vôo”, os valores das variáveis “porcentagem de indivíduos capturados no anel” e “porcentagem de indivíduos capturados no fundo” foram transformados em  $\log(x)$  e a “porcentagem de indivíduos capturados na tampa” em  $(\text{ARCSEN } \frac{\text{O} \times 100}{100})^{4,2}$ . No teste de comparação de modelos, os valores das variáveis “porcentagem de indivíduos capturados no anel” e “porcentagem de indivíduos capturados no fundo” foram transformados, respectivamente, em  $\bar{O}x$  e  $\log(x)$ . Essas

transformações foram necessárias devido aos dados não se ajustarem a uma distribuição normal.

## Resultados e Discussão

**Comparação de Modelos Quanto aos Testes de Vôo.** A porcentagem média de parasitóides capturados na tampa (voadores) foi significativamente maior no modelo ESALQ (86,0%), do que no modelo da IOBC com adaptações (77,1%) (Tabela 1). Esse fato demonstra que a modificação realizada no modelo ESALQ (Fig. 1B), permitiu o aumento da sensibilidade do teste de vôo para detectar a porcentagem de indivíduos voadores. Vale salientar que todos os indivíduos capturados na tampa das unidades-teste no modelo ESALQ apresentavam asas completamente distendidas, indicando que os mesmos alcançaram o topo das unidades voando e não caminhando. Esta observação foi realizada para evitar dúvidas quanto à funcionalidade do modelo ESALQ, já que o tubo de ensaio, introduzido neste modelo, ultrapassa em altura o anel de cola utilizado como barreira ao caminhamento (Fig. 1B). Esse fato poderia facilitar um possível salto do parasitóide, da borda superior do tubo de ensaio para a parede da unidade-teste, a uma altura acima do anel de cola.

A porcentagem média de indivíduos capturados no anel de cola foi significativamente superior no modelo adaptado, sendo este o principal motivo para a realização de modificações nesse modelo, já que os indivíduos presos no

Tabela 1. Comparação da eficiência de dois modelos para avaliação da atividade de vôo de três populações de *T. pretiosum*, em laboratório, com base na porcentagem de indivíduos capturados em diferentes locais das unidades-teste e na porcentagem de indivíduos deformados. ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $60 \pm 10\%$  UR e fotofase de 24h)

Modelo	Parâmetros avaliados*			
	% de indivíduos capturados na tampa ("voadores")			
	F3 <sup>1</sup>	F35	F72	Média
IOBC (adaptado)	76,9 ± 0,65	79,1 ± 2,88	75,4 ± 2,39	77,1 ± 1,07 B
ESALQ	85,3 ± 1,35	89,0 ± 2,01	83,6 ± 0,53	86,0 ± 1,59 A
Média	81,1 ± 4,20 a	84,0 ± 4,95 a	79,5 ± 4,10 a	
	% de indivíduos capturados no anel ("caminhadores")			
	F3	F35	F72	Média
IOBC (adaptado)	9,2 ± 0,58	5,3 ± 0,64	10,0 ± 1,23	8,2 ± 1,45 A
ESALQ	5,5 ± 0,61	3,2 ± 0,66	6,4 ± 0,31	5,0 ± 0,95 B
Média	7,4 ± 1,85 a	4,2 ± 1,05 b	8,2 ± 1,80 a	
	% de indivíduos capturados no fundo ("não voadores")			
	F3	F35	F72	Média
IOBC (adaptado)	13,9 ± 0,74	15,6 ± 3,51	14,6 ± 2,50	14,7 ± 0,49 A
ESALQ	9,1 ± 0,92	7,9 ± 1,64	10 ± 0,59	9,0 ± 0,61 B
Média	11,5 ± 2,40 a	11,7 ± 3,85 a	12,3 ± 2,30 a	
	% de indivíduos com asas deformadas <sup>2</sup>			
	F3	F35	F72	Média
IOBC (adaptado)	29,3 ± 4,89 a A	24,2 ± 5,98 a A	32,6 ± 2,49 a B	28,7 ± 2,44
ESALQ	21,0 ± 5,09 b A	23,6 ± 2,38 b A	47,9 ± 3,41 a A	30,8 ± 8,57
Média	25,2 ± 4,15	23,89 ± 0,30	40,22 ± 7,65	

<sup>1</sup> F 3, F 35 e F 72 : o número refere-se à geração de criação da população em laboratório

<sup>2</sup> Porcentagem de deformados em relação ao total de parasitóides encontrados no fundo dos tubos

\* Médias seguidas da mesma letra, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P≤0,05).

-Letras minúsculas: comparação entre populações

-Letras maiúsculas: comparação entre modelos

anel não podem ser categorizados como não voadores nem como voadores, já que ambos podem alcançar essa barreira tanto por caminhamento quanto por vôo. Portanto, quanto menor o número de indivíduos presos no anel de cola, melhor a qualidade do teste, com maior confiabilidade da avaliação. No presente estudo esse número foi, em média, de 5% para o modelo ESALQ e de 8,2% para o modelo adaptado (Tabela 1), indicando que a modificação introduzida no modelo ESALQ (tubo de ensaio) possibilitou a melhor discriminação dos voadores, pois nesse modelo, para que o parasitóide chegue ao anel de cola, ele necessita percorrer um longo caminho, tendo inclusive que ir contra algumas características comportamentais intrínsecas à espécie (geotropismo negativo e fototropismo positivo), após alcançar o topo do tubo, no interior da unidade-teste. Nesse percurso, o parasitóide tem tempo de distender suas asas e voar, sendo capturado na tampa da unidade-teste, o que não ocorre no modelo adaptado, onde o parasitóide recém-emergido, ao caminhar na parede interna da unidade-teste, antes de distender as asas, tem maior probabilidade de ficar preso no anel de cola, deixando de ser computado como voador e interferindo na precisão do teste.

Com a utilização do modelo adaptado, observou-se também maior porcentagem de indivíduos capturados no fundo da unidade-teste (não voadores), não havendo, no entanto, nos testes com ambos os modelos, diferença entre as populações. Esse resultado demonstra, mais uma vez, que o modelo ESALQ permite melhor discriminação entre voadores e não voadores, pois o parasitóide que ao chegar ao topo do tubo de ensaio, no interior da unidade-teste, caminhar em direção ao fundo da mesma, certamente possui reduzida propensão ao vôo ou encontra-se com as asas deformadas.

A porcentagem de indivíduos que apresentaram asas deformadas, em relação aos não voadores, não diferiu, entre as populações, quando os testes foram realizados com o modelo adaptado. Entretanto, com o modelo ESALQ, a porcentagem de deformação de asas foi significativamente superior para a população F72, em relação às demais gerações,

revelando que a modificação realizada nesse modelo possibilitou a melhor seleção dos parasitóides não voadores e conseqüentemente, favoreceu a detecção mais precisa da porcentagem de indivíduos deformados. O aumento na porcentagem de deformação, no entanto, não interferiu na qualidade da população, já que nesse caso apenas 10% dos parasitóides foram considerados não voadores. Era esperado, conforme observação de Morrison & King (1977) citado por van Lenteren (1991), que a população F72 fosse apresentar problemas significativos de qualidade, em função do grande número de gerações mantidas em laboratório, em um único hospedeiro. Entretanto, os resultados obtidos para esta população, referentes à porcentagem de voadores, não diferiram daqueles obtidos para as populações F3 e F35. Independente da geração, ambos os modelos não registraram diferença na qualidade das populações estudadas, com relação à porcentagem de voadores. Este resultado diverge do obtido por Dutton & Bigler (1995), que observaram menor porcentagem de voadores em uma população de *T. brassicae* mantida por 39 gerações em laboratório, em comparação com outra mantida por apenas duas gerações.

**Controle de Qualidade de Populações de *T. pretiosum* Através do Teste de Vôo.** O teste de vôo demonstrou ser um método eficiente para a detecção de perdas de qualidade em populações de *T. pretiosum*, e o modelo ESALQ apresentou alta sensibilidade na discriminação de populações desse parasitóide, com base na atividade de vôo. Considerando-se os resultados obtidos, relativos à porcentagem de parasitóides voadores (Tabela 2), pode-se afirmar que as populações iniciadas a partir de um casal apresentaram qualidade inferior em comparação às populações iniciadas a partir de cinco e dez casais, indicando que o tamanho inicial da criação de laboratório teve efeito significativo sobre sua qualidade ao longo das gerações. A porcentagem média de voadores, para as populações iniciadas a partir de um casal, não alcançou 80% nas três gerações avaliadas, enquanto que para as demais, a média de voadores foi sempre superior a esse valor,

Tabela 2. Utilização do modelo ESALQ para o monitoramento da atividade de vôo de três populações de *T. pretiosum*, ao longo de várias gerações de laboratório, utilizando como critério de avaliação a porcentagem de indivíduos capturados em diferentes locais das unidades-teste e a porcentagem de indivíduos deformados. ( $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $60 \pm 10\%$  UR e fotofase de 24h).

Tamanho inicial da população (casais)	Geração	Local de captura dos parasitóides nas unidades-teste			Deformados (%) <sup>1</sup>
		Tampa ("voadores")	Anel ("caminhadores")	Fundo ("não voadores")	
1	6	74,7 ± 3,22 a B	13,6 ± 2,04a A	11,7 ± 1,24 a A	41,8 ± 5,96 a A
	13	79,1 ± 1,68 a B	12,4 ± 0,91 a A	8,4 ± 0,88 a A	34,4 ± 3,16 a A
	21	76,2 ± 2,21 a B	12,2 ± 1,49 a A	11,6 ± 0,89 a A	32,9 ± 4,17 a B
5	6	88,3 ± 0,30 a A	5,2 ± 0,19 a B	6,4 ± 0,28 b B	44,6 ± 2,95 a A
	14	90,6 ± 1,43 a A	4,4 ± 0,85 a B	4,9 ± 0,87 b A	29,5 ± 2,96 b A
	21	77,7 ± 3,04 b B	9,5 ± 2,06 a B	12,8 ± 1,55 a A	48,2 ± 5,83 a A
10	7	83,4 ± 1,90 b A	7,8 ± 1,20 a B	8,8 ± 0,99 a AB	34,5 ± 3,75 a A
	13	89,3 ± 1,43 a A	4,5 ± 0,98 a B	6,1 ± 0,55 a A	37,9 ± 0,70 a A
	20	88,5 ± 1,15 a A	4,9 ± 0,60 a B	6,6 ± 0,88 a B	38,1 ± 2,60 a AB

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

Letras maiúsculas: comparação das gerações entre populações

Letras minúsculas: comparação das gerações dentro de cada população

<sup>1</sup>Porcentagem de deformados em relação ao total de parasitóides encontrados no fundo

exceção feita apenas para as populações iniciadas a partir de cinco casais, na geração 21, em que se observou significativa redução na porcentagem de voadores, em relação às duas gerações anteriores avaliadas.

Não existe um tamanho ideal para uma criação inicial, já que uma série de fatores pode influenciar nesse tamanho. Mackauer (1976) considerou que um número inicial de 500 indivíduos é adequado para a maioria dos programas de controle biológico. Já Bartlett (1985), mencionou um número mínimo de mil indivíduos. No caso de *T. pretiosum*, Prezotti et al. (2001) constataram que é possível iniciarem-se 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. No entanto, segundo os mesmos autores, para a obtenção de populações com maior vigor, durante períodos mais longos, é aconselhável que as colônias sejam iniciadas com um tamanho efetivo igual ou superior a 15 indivíduos (o que corresponde a dez casais). O presente estudo confirma os resultados de Prezotti (2001), pois as populações iniciadas a partir de dez casais apresentaram qualidade superior às demais; entretanto, os resultados obtidos para populações iniciadas a partir de um casal, com relação à porcentagem de voadores, apesar de terem sido significativamente menores, ainda podem ser considerados satisfatórios (média igual ou superior a 75%).

Maiores porcentagens de indivíduos capturados no fundo do tubo não implicaram em maiores porcentagens de indivíduos com asas deformadas, revelando que parte da população de *T. pretiosum* pode apresentar uma perda da característica natural de voar em direção à luz, logo após a emergência, independente de ter ou não as asas deformadas. A média de indivíduos com asas deformadas, em relação aos não voadores, não ultrapassou 50% em todos os testes realizados (Tabela 2), demonstrando que mais da metade dos não voadores era composta de indivíduos com asas aparentemente normais. Esse fato indica que a simples observação da porcentagem de indivíduos que apresentam asas deformadas, em testes de controle de qualidade, não é suficiente para caracterizar a qualidade do parasitóide, já que indivíduos com asas aparentemente normais, mas que não apresentam propensão ao voo, não se dispersarão no campo e, conseqüentemente comprometerão o sucesso de um programa de controle biológico.

O teste de vôo mostrou-se altamente sensível na determinação da qualidade de populações de *T. pretiosum*, em condições de laboratório. Segundo Bigler (1994), 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. O teste de vôo apresenta todas essas características, além de ser de aplicação simples e permitir a reutilização de praticamente todo o material usado, conforme observação de Dutton & Bigler (1995). Os resultados obtidos com a utilização do modelo ESALQ, proposto na presente pesquisa, evidenciam que as modificações realizadas no modelo original, desenvolvido pela IOBC, levam a um menor percentual de erros e sugerem que o modelo ESALQ pode substituir o modelo convencional em testes de vôo para controle de qualidade de populações de *Trichogramma*.

## Agradecimentos

Ao laboratorista Geraldo Magela da Fonseca (EMBRAPA/CNPMS), pelo apoio na condução dos trabalhos e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo ao primeiro autor.

## Literatura Citada

- Bartlett, A.C. 1985.** Guidelines for genetic diversity in laboratory colony establishment and maintenance, p. 7-17. In Singh, P. & R.F. Moore (eds.), Handbook of insect rearing. Amsterdam: Elsevier, v. 1, 488p.
- Bigler, F. (ed.) 1992.** Report of de sixth workshop of the IOBC global working group "Quality control of mass reared arthropods". Horsholm, IOBC, 26p.
- Bigler, F. 1994.** Quality control in *Trichogramma* production, p. 93-112. In E. Wajnberg & S.A Hassan (eds.), Biological control with egg parasitoids. Wallingford, CAB International, 286p.
- Clarke, G.M. & L.J. McKenzie. 1992.** Fluctuating asymmetry as a quality control indicator for insect mass rearing processes. J. Econ. Entomol. 85: 2045-2050.
- Dutton, A. & F. Bigler. 1995.** Flight activity assessment of the egg parasitoid *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae) in laboratory and field conditions. Entomophaga 40: 223-233.
- Enkegaard, A. & J. Reitzel. 1991.** A simple method for quality control of *Aphidoletes aphidimiza*, *Aphidius matricariae* and *Encarsia formosa*, p. 102-110. In F. Bigler (ed.), Workshop of the IOBC global working group "Quality control of mass reared arthropods", 5<sup>th</sup>, Proceedings. Wageningen, OILB/IOBC. 205p.
- Hassan, S.A. 1994.** Strategies to select *Trichogramma* species for use in biological control, p. 55-72. In E. Wajnberg & S.A. Hassan (eds.), Biological control with egg parasitoids. Wallingford, CAB International, 286p.
- Hassan, S.A. 1997.** Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico, p. 183-206. In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Lenteren, J.C. van. 1991.** Quality control of natural enemies: Hope or illusion? p. 1-14. In F. Bigler (ed.), Workshop of the IOBC global working group "Quality control of mass reared arthropods", 5<sup>th</sup>, Proceedings. Wageningen, OILB/IOBC. 205p.
- Lenteren, J.C. van. 1992a.** Improving the reliability of biological control by applying quality control of natural

enemies. Bulletin OILB-SROP, 16: 85-88.

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

**Mackauer, M. 1976.** Genetic problems in the production of biological control agents. Annu. Rev. Entomol. 21: 369-385.

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

**Prezotti, L. 2001.** Controle de qualidade de *Trichogramma*

*pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em criações de laboratório. Tese de doutorado, Piracicaba, ESALQ/USP, 81p.

**Stein, C.P. & J.R.P. Parra. 1987.** Uso da radiação ultra-violeta para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) visando estudos com *Trichogramma*. An. Soc. Entomol. Brasil 16: 229-234.

**Wajnberg, E. 1991.** Quality control of mass-reared arthropods: a genetical and statistical approach, p. 15-25. In F. Bigler (ed.), Workshop of the IOBC global working group "Quality control of mass reared arthropods", 5<sup>th</sup>, Proceedings. Wageningen, OILB/IOBC. 205p.

Received 16/01/01. Accepted 15/07/02.

---