

FREQUÊNCIA FENOTÍPICA DE ASAS E OLHOS AO LONGO DE GERAÇÕES EM POPULAÇÕES DE LABORATÓRIO DE *Chrysoperla externa* (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)¹

SERGIO ANTONIO DE BORTOLI^{2*}, RAIMUNDO JOSÉ FERREIRA³, CAROLINE PLACIDI DE BORTOLI², GUSTAVO OLIVEIRA DE MAGALHÃES², WANDERLEI DIBELLI²

RESUMO – Em criações massais de inimigos naturais com o objetivo de controle biológico, os procedimentos adotados para a coleta e estabelecimento dos indivíduos fundadores e a manutenção das colônias podem ter efeitos indesejáveis sobre a estrutura genética da população de laboratório, influenciando, por sua vez, no sucesso da criação e a eficácia em campo. O objetivo deste trabalho foi avaliar ao longo das gerações de duas populações de laboratório (Jaboticabal e Piracicaba) de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), iniciadas com diferentes quantidades de indivíduos fundadores (1, 5, 10, 15 e 20 casais), as frequências de variantes morfológicas como dimensões de asas e cor dos olhos compostos, como parâmetros para inferências sobre o aumento do grau de homozigose. Para a coloração dos olhos foram avaliadas as frequências, enquanto que para o tamanho de asas avaliou-se a maior largura e o maior comprimento da asa mesotorácica direita. As variantes para cor dos olhos compostos de *C. externa* podem ser monitoradas nas populações de laboratório objetivando detectar endogamia, enquanto que as medidas de comprimento e largura de asas não devem ser adotadas para tal finalidade.

Palavras-chave: Controle biológico. Cor de olhos. Endogamia. *Chrysoperla externa*.

PHENOTYPIC FREQUENCY OF WINGS AND EYES ALONG THE GENERATIONS OF *Chrysoperla externa* (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) IN LABORATORY POPULATIONS

ABSTRACT – In massal rearing of natural enemies with the goal of biological control, the procedures adopted for establishment and maintenance of the individual founders of the colonies may have undesirable effects on population genetic structure of laboratory. This situation influences the success of rearing and effectiveness in the field. The objective of this study was to evaluate, along of generations two laboratory populations (Jaboticabal and Piracicaba) of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), founded with different numbers of adults (1, 5, 10, 15 and 20 couples), the frequency of morphological variants, size of wings and eye color, such as parameters for inferences about the homozygosity degrees. For eye color were assessed the frequency, while for the size of wings was measured the width and the length of the right mesothoracic wings. The eye color variants for *C. externa* populations may be monitored in the laboratory aiming at detecting inbreeding, whereas the measurements of length and width of wings should not be adopted for this purpose.

Keywords: Biological control. Eye color. Inbreeding. *Chrysoperla externa*.

*autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 07/05/2012; aceito em 25/07/2014.

²Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, SP; bortoli@fcav.unesp.br, carubortoli@yahoo.com.br, godemagalhaes@uol.com.br, wdibelli@fcav.unesp.br.

³Ex-Aluno de Pós-Graduação da Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Ribeirão Preto, SP; rjferreira@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

Em criações massais de inimigos naturais os procedimentos adotados para a coleta e estabelecimento dos indivíduos fundadores e na manutenção das colônias podem ter efeitos indesejáveis na estrutura genética da população de laboratório, influenciando no sucesso da criação e na eficácia em campo (MACKAUER, 1976; UNRUH et al., 1983; JOSLYN, 1984; WAAGE et al., 1985; BIGLER, 1994). A domesticação no laboratório seleciona indivíduos com genótipo adequado ao ambiente, no processo chamado “winnowing” (BARTLETT, 1985; SPURWAY, 1955), sendo as condições abióticas responsáveis por reduções repentinas no processo adaptativo (HOEKSTRA, 2003), sendo seus efeitos estritamente relacionados com o tipo de reprodução da espécie, com influência mais severa em indivíduos diploides (HENTER, 2003).

A manutenção em laboratório pode reduzir a variabilidade genética da população, pela deriva genética (efeito fundador), seleção e endogamia (BARTLETT, 1985; PARRA; CÔNSOLI, 2009). Em apenas 4 gerações em laboratório *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) modificou seu comportamento de cópula (RAULSTON, 1975). *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), criado em hospedeiro alternativo, a criação por uma geração no hospedeiro natural poderá aumentar o vigor (PARRA; CÔNSOLI, 2009).

A deriva genética é o processo aleatório mais representativo na determinação da frequência gênica de uma colônia de laboratório, mais grave em populações pequenas devido aos cruzamentos entre aparentados (JOSLYN, 1984). Hoekstra (2003) também cita a deriva genética como uma das causas da diminuição da aptidão, especialmente em populações com número pequeno de fundadores. Problema que pode ser minimizado com o estabelecimento de criações a partir de grande número de indivíduos “selvagens”, procedimento muitas vezes não fácil de ser utilizado (MACKAUER, 1976), particularmente para espécies exóticas e que não se estabelecem nos locais de introdução.

As alterações podem ser evitadas, ou minimizadas, desde que o efetivo tamanho (“tamanho genético”) da população fundadora seja grande. O problema é que é difícil definir o que é “grande”. Nesse sentido, Mackauer (1976) e Franklin (1980) citam que populações fundadoras devem ter no mínimo 500 indivíduos, enquanto que para Bartlett (1985) deve ser de 1000; para Waage et al. (1985) a quantidade deve variar de 200 a 500; e para Lande (1995), o apropriado seria mais de 5000. Já, segundo Nunney (2003), em qualquer geração de laboratório, a relação entre o número de fundadores e de adultos em qualquer momento deve variar entre 0,25 e 0,75. Como Pimentel (1990) cita, na ausência de circunstâncias excepcionais, uma população de laboratório deve ser iniciada e mantida com cerca de 1000 indi-

víduos.

Em contrapartida, alguns autores relatam ser possível iniciar uma criação de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) com apenas um casal, sem que alterações significativas fossem observadas em suas características biológicas, por pelo menos 25 gerações. Todavia, o número de fundadores deve ser igual ou superior a 20 casais para se obter populações vigorosas e durante períodos mais longos (PREZOTTI et al., 2002), dado este válido para *T. pretiosum*.

O objetivo deste trabalho foi avaliar ao longo das gerações de duas populações de laboratório de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), iniciadas com diferentes quantidades de indivíduos fundadores (1, 5, 10, 15 e 20 casais), as frequências das variantes morfológicas, dimensões de asas e cor dos olhos compostos, como parâmetros práticos para inferências sobre o aumento do grau de homozigose nessas populações.

MATERIAL E MÉTODOS

Criação de *Chrysoperla externa*

Para a criação dos crisopídeos foi utilizada a metodologia adaptada de Ferreira (1976), citada por Freitas (2001). A criação estoque foi mantida em ambiente climatizado (25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 14 horas), em gaiolas cilíndricas de PVC (10 cm X 30 cm) e dieta a base de mel, levedura de cerveja e pólen na proporção 1:1:1. Os ovos foram coletados com auxílio de estilete, tesoura e pincel, uma vez que são pedunculados. As larvas foram criadas individualmente e alimentadas com ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae) (25 mg/larva).

Criação da presa alternativa *Sitotroga cerealella*

Adotou-se a metodologia de Ferreira (1976), citada por Freitas (2001), que consiste na infestação de grãos de trigo com ovos de *S. cerealella*. Os grãos de trigo eram previamente lavados, secos e expurgados. O trigo foi acondicionado em unidades de criação, constituídas de tambores metálicos contendo bandejas em seu interior, unidades essas denominadas gabinetes. Utilizou-se a proporção de 1 grama de ovos de *S. cerealella* para cada kilograma de trigo. As condições da sala foram: 25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 14 horas.

Populações de *Chrysoperla externa*

As populações foram mantidas em sala climatizada e foram estabelecidas a partir de 20 fêmeas coletadas, com auxílio de rede entomológica, em sub-bosque de um pomar de goiabas (*Psidium guajava* L.) no campus da Unesp em Jaboticabal, SP

(população de Jaboticabal). As fêmeas foram colocadas juntas em uma gaiola para postura, sendo que os ovos obtidos, durante o período de duas semanas, foram misturados e incubados em câmara climatizada (25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 14 horas). As larvas foram individualizadas e alimentadas com ovos de *S. cerealella*. Adultos virgens (geração F₁) foram coletados ao acaso, separados por sexo e subdivididos em populações com os seguintes tamanhos: 1, 5, 10, 15 e 20 casais por gaiola. Coletou-se ao acaso, nas gaiolas com diferentes populações, quantidade de ovos suficiente para o estabelecimento de nova população com número de indivíduos igual ao da gaiola de origem e um excedente que permitia a obtenção de aproximadamente 100 indivíduos para a realização dos experimentos. Para o estabelecimento da geração F₂ da população de Jaboticabal, mantida em gaiola com 5 casais, foram individualizadas 150 larvas descendentes da geração F₁. Os adultos obtidos foram separados por sexo e estabelecida uma nova população com 5 casais, sendo os demais exemplares mantidos em gaiolas com populações separadas de machos e fêmeas virgens. Este procedimento foi adotado também para o estabelecimento da população de Piracicaba, sendo os indivíduos fundadores coletados em Piracicaba, SP, em uma área de milho (*Zea mays* L.), no campus da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP.

Medida das asas

Foram tomadas medidas da maior largura e maior comprimento de 25 asas (mesotorácicas direitas) de indivíduos de cada sexo, coletados no campo nas duas localidades e de indivíduos das subpopulações de laboratório fundadas com 1, 10 e 20 casais nas gerações F₁₁ e F₂₄ de Jaboticabal e F₁₀ e F₁₉ de Piracicaba. A preparação das asas para mensuração foi feita destacando-as cuidadosamente na base e fixando-as individualmente entre duas lâminas de vidro para microscopia ótica. As medições foram efetuadas com uma ocular micrométrica acoplada ao estereoscópio. O delineamento estatístico utilizado foi o Inteiramente Casualizado e os dados obtidos submetidos à análise de variância em esquema fatorial (2 x 3), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

Coloração dos olhos

Foi avaliada a característica coloração dos olhos compostos em 100 machos e 100 fêmeas do campo e do laboratório das 5 subpopulações (1, 5, 10, 15 e 20 casais) das gerações F₅, F₁₀, F₁₅, F₂₀ e F₂₄ da população de Jaboticabal e F₅, F₁₀, F₁₅ e F₁₉ de Piracicaba. As frequências das diferentes variantes para cor dos olhos foram estabelecidas através da participação porcentual do número de indivíduos de

cada variante, em relação ao total de indivíduos amostrados, e calculadas segundo a fórmula:

$$f = (n \div N) \times 100, \text{ onde:}$$

f = frequência relativa, n = número de indivíduos de cada variante e N = número total de indivíduos amostrados, ou seja, 100 indivíduos de cada sexo, tanto para o material inicial coletado no campo (Jaboticabal e Piracicaba), quanto para as diferentes subpopulações das gerações obtidas no laboratório.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Medida das asas

O comprimento e a largura das asas nas populações de Jaboticabal e de Piracicaba não foram influenciados significativamente pelo avanço das gerações e pelo número de indivíduos da população fundadora. A interação geração x tamanho da população também não se mostrou estatisticamente diferente (Tabelas 1 e 2). Os indivíduos machos e fêmeas de Jaboticabal apresentaram comprimento médio de asa numericamente superior aos de Piracicaba. Em relação à largura, as fêmeas da população de Jaboticabal tiveram média superior, enquanto que nos machos de Piracicaba a largura média foi superior aos de Jaboticabal (Tabelas 3 e 4).

As médias para o comprimento e a largura das asas de *C. externa* para cada uma das subpopulações fundadas com 1, 10 e 20 casais de Jaboticabal nas gerações F₁₁ e F₂₄ encontram-se na Tabela 3. As medidas de comprimento das asas dos machos variaram de 8,41 a 13,05 mm e não diferiram significativamente entre si. Foram obtidas medidas entre 3,10 a 4,21 mm para a largura das asas, sendo que elas também não diferiram significativamente entre si. O comprimento das asas das fêmeas variou de 10,86 a 14,11 mm, não sendo constatadas diferenças significativas entre os valores. A largura variou de 3,53 a 4,75 mm e também não foram constatadas diferenças significativas entre os indivíduos das diferentes gerações e subpopulações (Tabela 3).

O comprimento e a largura das asas de *C. externa* para cada uma das populações fundadas com 1, 10 e 20 casais de Jaboticabal das gerações F₁₁ e F₂₄ encontram-se na Tabela 3. As medidas de comprimento das asas dos machos variaram de 8,41 a 13,05 mm, enquanto que para as fêmeas foi de 10,86 a 13,93 mm, não sendo constatadas diferenças significativas entre si. Por outro lado, a largura para as asas dos machos variou de 3,10 a 4,21 mm e a das fêmeas de 3,53 a 4,75 mm, também não diferindo estatisticamente.

As médias de comprimento e de largura das asas de *C. externa* para cada uma das populações fundadas com 1, 10 e 20 casais de Piracicaba das gerações F₁₀ e F₁₉ encontram-se na Tabela 4. O comprimento das asas dos machos variou de 9,50 a 12,89 mm, enquanto que para as fêmeas foi de 10,30 a

Tabela 1. Sumário das análises de variância em relação às médias do comprimento e largura das asas mesotorácicas de *Chrysoperla externa* de duas gerações e cinco subpopulações da população de Jaboticabal-SP.

		Comprimento				
		G	NC	G x NC	MG	CV(%)
Macho	dms	1,6168	2,2471	3,1111	11,4992	6,71
	F	0,51 ns	1,23 ns	2,91 ns		
Fêmea	dms	0,4886	0,8352	1,3636	12,5789	4,60
	F	1,63 ns	3,17 ns	4,20 ns		
		Largura				
Macho	dms	0,2004	0,5723	0,7325	3,6201	6,56
	F	0,94 ns	1,70 ns	4,70 ns		
Fêmea	dms	0,1832	0,4621	0,8523	4,0058	5,42
	F	2,07 ns	1,40 ns	2,70 ns		

dms = diferença mínima significativa; F = valores do teste F; G = gerações; NC = número de casais fundadores; MG = média geral; CV(%) = coeficiente de variação.

Tabela 2. Sumário das análises de variância em relação às médias do comprimento e largura das asas mesotorácicas de *Chrysoperla externa* de duas gerações e cinco subpopulações da população de Piracicaba-SP.

		Comprimento				
		G	NC	G x NC	MG	CV(%)
Macho	dms	0,5903	0,6371	0,6712	11,4382	6,12
	F	1,97 ns	2,18 ns	3,21 ns		
Fêmea	dms	0,5940	0,6520	0,7142	12,3515	5,75
	F	0,26 ns	0,53 ns	0,91 ns		
		Largura				
Macho	dms	0,2415	0,4119	0,5717	3,6311	7,88
	F	1,70 ns	2,15 ns	2,70 ns		
Fêmea	dms	0,2387	0,4730	0,6010	3,9391	7,18
	F	1,95 ns	2,60 ns	3,15 ns		

dms = diferença mínima significativa; F = valores do teste F; G = gerações; NC = número de casais fundadores; MG = média geral; CV(%) = coeficiente de variação.

13,84 mm, não sendo constatadas diferenças significativas entre si. Por outro lado, a largura para as asas dos machos variou de 2,28 a 4,34 mm e a das fêmeas de 3,04 a 4,61 mm, também não diferindo estatisticamente.

De maneira geral, as dimensões das asas das fêmeas foram maiores que as dos machos, concordando com estudos morfométricos realizados em diversas espécies de crisopídeos, onde o dimorfismo sexual relacionado às dimensões do corpo é evidente (TJEDER, 1966; BROOKS; BARNARD, 1990; GARLAND, 1985; NUÑEZ, 1985).

Apesar de não diferirem significativamente das populações de laboratório, as medidas obtidas nos exemplares de campo foram, de maneira geral, para as duas populações, menores que as obtidas nas subpopulações de laboratório. Coeficientes de variação de análises morfométricas ou de aspectos bioló-

gicos dos exemplares coletados no campo são, frequentemente, maiores que os obtidos nos indivíduos criados no laboratório, indicando maior heterogeneidade (SHELDON; MACLEOD, 1975; DE BORTOLI; FERREIRA, 2008).

Ainda, em relação à caracteres morfológicos, Van Lenteren (2009) relata que a depressão endogâmica afeta o tamanho dos insetos, ao contrário do citado por Gerloff et al. (2007) trabalhando com *Bombus terrestris*, (L.) (Hymenoptera: Apidae), Zhou et al. (2007) com *Cotesia glomerata* (L.) (Hymenoptera: Braconidae) e Trevisan (2014) com *Cotesia flavipes* (Fabricius) (Hymenoptera: Braconidae). Por outro lado, quanto à características biológicas, Ma et al. (2013) dizem que o tamanho da prole e o número de fêmeas foram maiores em *Asobara tabida* (Nees) (Hymenoptera: Braconidae).

Tabela 3. Médias e intervalos de variação (IV) das medidas de comprimento e largura das asas de machos e fêmeas de diferentes gerações e subpopulações de *Chrysoperla externa* da população de Jaboticabal-SP.

Médias e IV das medidas das asas (mm)				
Macho				
Subpopulações	Comprimento		Largura	
	F11	F24	F11	F24
1	11,41 aA (10,00-13,05)	11,42 aA (9,85-12,30)	3,61 aA (3,10-4,07)	3,61 aA (3,30-3,90)
10	11,52 aA (9,77-12,49)	11,39 aA (9,99-12,24)	3,70 aA (3,12-4,10)	3,60 aA (3,16-3,94)
20	12,09 aA (9,23-12,51)	11,44 aA (9,77-12,76)	3,59 aA (3,20-4,20)	3,66 aA (3,12-4,21)
	Campo		Campo	
Média	11,23 aA (8,41-13,03)	11,23 aA (8,41-13,03)	3,58 aA (3,12-3,94)	3,58 aA (3,12-3,94)
	11,56 A	11,37 A	3,62 A	3,61 A
Fêmea				
Subpopulações	Comprimento		Largura	
	F11	F24	F11	F24
1	12,84 aA (12,00-13,57)	12,40 aA (11,26-13,55)	4,10 aA (3,73-4,53)	3,96 aA (3,60-4,20)
10	12,61 aA (10,86-14,11)	12,57 aA (11,67-13,45)	4,02 aA (3,53-4,75)	3,93 aA (3,53-4,15)
20	12,41 aA (11,40-13,44)	12,64 aA (11,50-13,60)	4,03 aA (3,56-4,15)	4,04 aA (3,80-4,37)
	Campo		Campo	
Média	12,57 aA (11,20-13,93)	12,57 aA (11,20-12,93)	3,95 aA (3,53-4,15)	3,95 aA (3,53-4,15)
	12,61 A	12,55 A	4,03 A	3,97 A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Médias e intervalos de variação (IV) das medidas de comprimento e largura das asas de machos e fêmeas de diferentes gerações e subpopulações de *Chrysoperla externa* da população de Piracicaba-SP.

Médias e IV das medidas das asas (mm)				
Macho				
Subpopulações	Comprimento		Largura	
	F10	F19	F10	F19
1	11,26 aA (9,50-12,50)	11,46 aA (10,00-12,51)	3,61 aA (3,15-4,00)	3,70 aA (3,12-4,07)
10	11,59 aA (9,77-12,76)	11,50 aA (9,50-12,76)	3,53 aA (2,99-4,07)	3,72 aA (2,28-4,21)
20	11,55 aA (10,86-12,20)	11,64 aA (3,20-4,20)	3,68 aA (3,20-4,20)	3,65 aA (3,26-4,34)
	Campo		Campo	
Média	11,09 aA (9,95-12,26)	11,09 aA (9,95-12,26)	3,53 aA (2,55-4,00)	3,53 aA (2,55-4,00)
	11,37 A	11,42 A	3,59 A	3,65 A
Fêmea				
Subpopulações	Comprimento		Largura	
	F10	F19	F10	F19
1	12,36 aA (10,59-13,30)	12,41 aA (10,66-13,84)	3,88 aA (3,26-4,39)	4,04 aA (3,50-4,61)
10	12,45 aA (10,45-13,35)	12,34 aA (10,30-13,57)	4,02 aA (3,26-4,39)	4,01 aA (3,26-4,61)
20	12,38 aA (11,13-13,35)	12,29 aA (11,40-13,57)	3,87 aA (3,04-4,35)	3,87 aA (3,12-4,37)
	Campo		Campo	
Média	12,24 aA (10,90-13,30)	12,24 aA (10,90-13,30)	3,87 aA (3,58-4,37)	3,87 aA (3,58-4,37)
	12,36 A	12,32 A	3,91 A	3,95 A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Assim, os resultados mostram que o caráter tamanho da asa mesotorácica direita não é um bom parâmetro para detectar possíveis alterações entre populações e gerações de laboratório de *C. externa*, iniciadas e mantidas com 1, 10 e 20 casais, o que também foi encontrado por Trevisan (2014) em *C. flavipes*. O mesmo não ocorre com tamanho de adultos e tamanho e peso de pupas para outras espécies, conforme relatam Van Lenteren (2009), Walder et al. (2009) e Van Lenteren et al. (2003). O tamanho de asas também não se mostrou um parâmetro eficiente para discriminar indivíduos de diferentes gerações de *C. flavipes*, como evidenciou o trabalho de Trevisan (2014).

Coloração dos olhos

Foram encontradas seis variantes para a coloração dos olhos compostos de *C. externa*. Normalmente, os crisopídeos apresentam olhos dourados (observação de vários anos de coleta em campo), sendo esta coloração, portanto, considerada padrão. As variantes encontradas nos exemplares coletados no campo e no laboratório foram: dourado, azul, verde, verde-fosco, vermelho e preto, sendo este último o único a não ser encontrados nas coletas a campo.

A frequência dos indivíduos portadores de olhos dourados variou de 55 a 94% nas subpopulações da população de Jaboticabal (Tabela 5) e de 60 a 94% nas subpopulações de Piracicaba (Tabela 6). As menores frequências de indivíduos com esta característica foram observadas nas gerações F_{19} e F_{24} , respectivamente das subpopulações de Piracicaba e Jaboticabal, fundadas por um casal. Comparativamente, constatou-se, nessas subpopulações, aumento das variantes que não apareceram ou foram mais raras nas populações de campo, assim como nas populações estabelecidas com 5 e 10 casais. A característica olho verde atingiu frequências de 3,5% e 2,5%, respectivamente nos indivíduos do campo de Piracicaba e Jaboticabal, sendo que nas populações de laboratório a frequência máxima foi de 13% entre machos da geração F_{19} da subpopulação de Piracicaba, fundada e mantida sempre com um casal, e também 13% para os indivíduos da geração F_{24} da subpopulação de Jaboticabal iniciada com um casal. A coloração verde-fosca atingiu frequências de 1,5% e 2,0%, respectivamente nos indivíduos de campo de

Piracicaba e Jaboticabal, aumentando para o máximo de 12% nas fêmeas das gerações F_{19} e F_{24} para os insetos de Piracicaba e Jaboticabal, ambos mantidos com um casal. Os valores observados nas subpopulações fundadas com 20 casais, tanto para Piracicaba como para Jaboticabal, se aproximam das frequências nos exemplares do campo coletados nas duas localidades. Olhos azuis apareceram em 3,5% dos indivíduos de Jaboticabal, e 9,0% e 8,0% para insetos de Piracicaba, valores estes observados na geração F_{24} com 5 casais na população de Jaboticabal, e F_{19} com 1 casal na de Piracicaba. A cor de olho vermelha, apesar de não ter sido observada em indivíduos do campo coletados em Piracicaba, apareceu nos exemplares das subpopulações de laboratório com frequências que variaram de 0,5% a 8,0%. Os valores mais altos foram encontrados na geração F_{19} da subpopulação de Piracicaba iniciada com 10 casais e na F_{20} das subpopulações de Jaboticabal fundadas com 1 e 5 casais. O olho preto foi o mais raro, não aparecendo nos insetos de campo coletados tanto em Jaboticabal como em Piracicaba, bem como nas subpopulações estabelecidas com indivíduos de Piracicaba; olhos pretos foram observados apenas nos indivíduos de algumas gerações e subpopulações de Jaboticabal, sendo mais frequentes em F_{24} nas populações fundadas com um casal, atingindo frequência máxima de 4% entre machos (Tabelas 5 e 6).

As variantes raras de coloração de olhos nas populações de campo de *C. externa* tiveram, de modo geral, a frequência aumentada nas populações de laboratório, principalmente quando as subpopulações foram estabelecidas com menor número de indivíduos, ou seja, 1 e 5 casais. Nas populações fundadas com maior número de indivíduos, onde deve ocorrer uma menor taxa de consanguinidade, as frequências das variantes raras para cor de olhos mantiveram-se baixas, semelhantes às das populações selvagens. Esse fato evidencia que a coloração dos olhos compostos de *C. externa* em populações e gerações de laboratório, estabelecidas e mantidas com diferentes números de casais, é um parâmetro morfológico que pode ser usado para medir alterações entre indivíduos, o mesmo ocorrendo com tamanho de pupas, peso de pupas, comprimento de tibia para adultos e tamanho de adultos para outras espécies de insetos, como citado nos trabalhos de Van Lenteren (2009), Walder et al. (2009) e Van Lenteren et al. (2003).

Tabela 5. Frequências (%) das variantes para cor dos olhos compostos de *Chrysoperla externa* em populações de Jaboticabal, de campo e de laboratório.

		Subpopulações (número de casais) – Jaboticabal															
		1					5					10					
Variantes	Campo	Gerações															
		F5	F10	F15	F20	F24	F5	F10	F15	F20	F24	F5	F10	F15	F20	F24	
Padrão	M	92	85	74	69	64	55	85	83	73	67	62	90	87	78	79	74
	F	91	87	78	64	70	58	92	82	72	73	61	89	89	84	77	69
Verde	M	2	5	6	10	11	13	5	4	9	8	9	1	4	6	5	5
	F	3	4	6	11	9	13	3	5	8	7	10	2	3	5	7	11
Verde Fosco	M	2	6	9	7	10	11	6	6	9	10	9	4	6	9	6	9
	F	2	5	7	9	7	12	4	5	7	9	12	4	4	4	5	7
Azul	M	4	2	6	8	8	10	2	4	6	9	11	1	2	5	7	8
	F	3	2	5	7	6	9	1	4	7	7	12	2	3	5	5	8
Vermelho	M	0	2	4	4	5	7	1	2	3	5	7	2	1	2	3	4
	F	1	2	4	6	8	5	0	3	4	8	5	1	1	2	4	5
Preto	M	0	0	1	2	2	4	1	1	0	1	2	1	0	0	0	0
	F	0	0	0	3	2	3	0	1	2	0	0	2	0	0	2	0

		Subpopulações (número de casais) – Jaboticabal										
		15					20					
Variantes	Campo	Gerações										
		F5	F10	F15	F20	F24	F5	F10	F15	F20	F24	
Padrão	M	92	92	94	85	88	75	92	93	94	90	89
	F	91	89	91	90	87	81	90	92	90	87	85
Verde	M	2	2	2	4	4	7	3	1	3	2	5
	F	3	3	3	3	4	7	4	3	4	3	3
Verde Fosco	M	2	3	3	5	3	6	3	3	2	4	2
	F	2	3	3	2	5	3	4	2	2	3	4
Azul	M	4	2	0	4	2	8	1	2	3	2	4
	F	3	2	2	3	3	6	2	3	4	4	5
Vermelho	M	0	0	1	2	3	4	1	1	1	2	0
	F	1	0	0	2	1	4	0	0	0	3	3
Preto	M	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	F	0	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0

M = macho; F = fêmea

Tabela 6. Frequências (%) das variantes para cor dos olhos compostos de *Chrysoperla externa* em populações de Piracicaba, de campo e de laboratório.

		Subpopulações (número de casais) – Piracicaba												
		1				5				10				
Variantes	Campo	Gerações												
		F5	F10	F15	F19	F5	F10	F15	F19	F5	F10	F15	F19	
Padrão	M	93	88	76	70	60	92	81	77	71	92	85	81	69
	F	93	90	75	68	63	92	83	73	68	91	86	82	72
Verde	M	4	5	7	10	13	3	5	7	9	3	4	6	9
	F	3	4	5	9	10	3	6	7	11	3	3	4	7
Verde Fosco	M	2	4	8	9	11	3	8	7	9	2	7	7	11
	F	1	6	10	12	12	4	7	9	8	2	5	5	7
Azul	M	1	1	5	6	9	2	3	4	7	1	2	3	5
	F	3	0	4	5	8	0	2	5	7	2	4	4	6
Vermelho	M	0	2	4	5	7	0	3	5	6	2	1	3	6
	F	0	0	6	6	7	1	2	6	6	2	3	5	8
Preto	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		Subpopulações (número de casais) – Piracicaba											
		15				20							
Variantes	Campo	Gerações											
		F5	F10	F15	F19	F5	F10	F15	F19				
Padrão	M	93	91	91	88	86	94	90	92	92			
	F	93	92	90	90	82	91	92	91	88			
Verde	M	4	2	4	3	4	2	5	5	1			
	F	3	3	3	4	3	3	2	2	4			
Verde Fosco	M	2	4	4	3	7	2	3	3	3			
	F	1	4	4	2	5	2	4	42	2			
Azul	M	1	2	1	4	4	1	2	2	2			
	F	3	0	2	2	5	2	2	2	3			
Vermelho	M	0	1	0	2	3	1	0	0	2			
	F	0	1	1	2	5	2	0	0	3			
Preto	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

M = macho; F = fêmea

CONCLUSÃO

As variantes para cor dos olhos compostos de *C. externa* podem ser monitoradas nas populações de laboratório objetivando detectar endogamia, enquanto que as medidas de comprimento e largura de asas não devem ser adotadas para tal finalidade.

REFERÊNCIAS

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.

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

BROOKS, S. J.; BARNARD, P. C. The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). **Bulletin of the British Museum Natural History**, v. 59, n. 2, p. 117-286, 1990.

DE BORTOLI, S. A.; FERREIRA, R. J. Consumo e ganho de peso de larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1860) (Neuroptera: Chrysopidae) de diferentes populações e gerações de laboratório. **Boletim de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 34, n. 2, p. 167-176, 2008.

FREITAS, S. de. **Criação de crisopídeos (bicho-lixeiro) em laboratório**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 20 p.

FRANKLIN, I. R. Evolutionary changes in small populations. In: SOULE, M. E.; WILCOX, B. A. (Ed.). **Conservation biology: evolutionary-ecological perspective**. Sunderland: Sinauer Associates, 1990. p. 135-149.

GARLAND, J. A. Identification of Chrysopidae in Canada, with bionomics notes (Neuroptera). **The Canadian Entomologist**, v. 117, n. 6, p. 160-162, 1985.

GERLOFF, C. U.; OTTMER, B. K.; SCHMID-HEMPEL, P. Effects of inbreeding on immune response and body size in a social insect, *Bombus terrestris*. **Functional Ecology**, v. 17, n. 5, p. 582-589. 2003.

HOEKSTRA, R. F. Adaptive recovery after fitness reduction: the role of population size. In: VAN LENTEREN, J. C. (Ed.). **Quality control and production of biological agents: theory and testing procedures**. Wallingford: CABI Publishing, 2003. p. 89-92.

JOSLYN, D. J. Maintenance of genetic variability in reared insects. In: KING, E. G.; LEPPLA, N. C. (Eds.). **Advances and challenges in insect rearing**. USDA: Agricultural Research Services, 1984. p. 20-29.

LANDE, R. Mutation and conservation. **Conservation Biology**, v. 9, n. 4, p. 782-791, 1995.

MA, W. et al. Absence of complementary sex determination in the parasitoid wasp genus *Asobara* (Hymenoptera: Braconidae). **Plos One**, v. 8, n. 4, p. 35-40, 2013.

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

NEI, M. Analysis of gene diversity in subdivided populations. **Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America**, v. 70, n. 12, p. 3321-3323, 1973.

NUNNEY, L. The limits to knowledge in conservation genetics: the predictive value of effective population size. **Evolutionary Biology**, v. 32, n. 1, p. 179-194, 2000.

NUNNEY, L. Managing captive populations for releases: a population genetics perspective. In: VAN LENTEREN, J. C. (Ed.). **Quality control and pro-**

duction of biological control agents: theory and testing procedures. Wallingford: CABI Publishing, 2003. p. 73-87.

NUÑEZ, E. Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). **Revista Peruana de Entomología**, v. 31, n. 1, p. 76-82, 1988.

PARRA, J. R. P.; CÔNSOLI, F. L. Criação massal e controle de qualidade de parasitoides de ovos. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: Editora UFLA, 2009. p. 169-197.

PIMENTEL, D. Population dynamics and importance of evolution in successful biological control. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of pest management**. Boca Raton: CRC Press, 1990. v.2, p. 171-175.

PREZOTTI, L. et al. Teste de voo como critério de avaliação da qualidade de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae): adaptação de metodologia. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 411-417, 2002.

RAULSTON, J. R. B-vitamin supplements required to soy flower=wheat used in rearing tobacco budworms. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 68, n. 2, p. 387-388, 1975.

SHELDON, J. K.; MACLEOD, E. G. Studies on the biology of the Chrysopidae IV. A field and laboratory study of the seasonal cycle of *Chrysopa carnea* Stephens in central Illinois. **Transactions of the American Entomological Society**, v. 100, n. 4, p. 437-512, 1975.

TJEDER, B. Neuroptera-Planipennia. The Lacewings of Southern Africa. 5. Family Chrysopidae. In: HANSTRÖM, B., BRINCK, P., RUDEBEC, G. (Eds.). **South African Animal Life**. Stockholm: Swedish Natural Science Research Council, 1966. v.12, p. 228-534.

TREVISAN, M. **Efeito da endogamia em *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) criada em *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) ao longo de gerações**. 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - FCAV-UNESP, Jaboticabal, 2014.

UNRUH, J. K. et al. Heterozygosity and effective size in laboratory populations of *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphididae). **Entomophaga**, v. 28, n. 3, p. 245-258, 1983.

VAN LENTEREN, J. C. Controle de qualidade

de agentes de controle biológico produzidos massalmente. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: Editora UFLA, 2009. p. 311-337.

VAN LENTEREN, J. C. et al. Guidelines for quality control of commercially produced natural enemies. In: VAN LENTEREN, J. C. (Ed.). **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. Willingford: CABI Publishing, 2003. p. 265-303.

WAAGE, J. K. et al. Rearing entomophagous insects. In: SINGH, P.; MOORE, R. F. (Eds.). **Handbook of insect rearing**. Amsterdam: Elsevier, v. 1, 1985. p. 45-66.

WALDER, J. M. M.; COSTA, M. L.Z.; MASTRANGÉLO, T. A. Produção massal do parasitoide *Dia-chasmimorpha longicaudata* para controle biológico. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: Editora UFLA, 2009. p. 221-235.

ZHOU, Y.; GU, H.; DORN, S. Effects of inbreeding on fitness components of *Cotesia glomerata*, a parasitoid wasp with single-locus complementary sex determination (sl-CSD). **Biological Control**, v. 40, n. 2, p. 273-279, 2007.