

**CONTROLE DE QUALIDADE DE *Orius*
insidiosus (Say) E *Orius laevigatus* (Fieber)
(Hemiptera: Anthocoridae) E OTIMIZAÇÃO DA
PRODUÇÃO MASSAL DE *O. insidiosus* VISANDO
À UTILIZAÇÃO NO BRASIL**

LÍVIA MENDES CARVALHO

2008

LÍVIA MENDES CARVALHO

CONTROLE DE QUALIDADE DE *Orius insidiosus* (Say) E *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae) E OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO MASSAL DE *O. insidiosus* VISANDO À UTILIZAÇÃO NO BRASIL

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientadora
Profa. Dra. Vanda Helena Paes Bueno

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Carvalho, Livia Mendes.

Controle de qualidade de *Orius insidiosus* (Say) e *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae) e otimização da produção massal de *O. insidiosus* visando à utilização no Brasil / Livia Mendes Carvalho. – Lavras : UFLA, 2008.

149 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Vanda Helena Paes Bueno.

Bibliografia.

1. Controle biológico. 2. Controle de qualidade. 3. Criação massal. 4. Predador. 5. *Orius* spp. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 632.96

- 595.754

LÍVIA MENDES CARVALHO

CONTROLE DE QUALIDADE DE *Orius insidiosus* (Say) E *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae) E OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO MASSAL DE *O. insidiosus* VISANDO UTILIZAÇÃO NO BRASIL

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de “Doutor”.

Aprovada, em 7 de Março de 2008.

Dra. Cristina Castañé

IRTA – Espanha

Dr. José Roberto Postali Parra

ESALQ/USP

Dr. Marcelo Poletti

Empresa PROMIP Ltda.

Dr. César Freire Carvalho

UFLA

Profa. Dra. Vanda Helena Paes Bueno
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

AGRADEÇO

A Deus por estar sempre ao meu lado... protegendo e iluminando os meus passos...

DEDICO

Aos meus pais, Francisco e Sílvia, que, com humildade, me ensinaram os verdadeiros valores da vida.

OFEREÇO

Ao Alvinho e à Júlia, maiores conquistas e riquezas da minha vida. Pelo nosso amor, cumplicidade e compreensão em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Entomologia, por toda a minha formação profissional.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos e pela concessão da bolsa de doutorado sanduíche no exterior (SWE), no Institute de Recerca e Tecnologia Agroalimentàrie (IRTA), Centre de Cabrils, (Barcelona), Espanha.

À Dra. Vanda Helena Paes Bueno, pela excelente orientação e amizade em todos esses anos. Terá sempre meu respeito, admiração e gratidão.

À Dra. Cristina Castañé, pelo auxílio na condução dos experimentos, ensinamentos transmitidos, incentivo e amizade.

A todos os professores do Departamento de Entomologia, pela dedicação e ensinamentos transmitidos, em especial aos professores Dr. César Freire Carvalho e Dr. Geraldo Andrade de Carvalho, pela amizade e incentivo à pesquisa.

Ao Departamento de Proteção Vegetal do IRTA, em nome de Soledad Verdejo, por oferecer toda a infra-estrutura para o desenvolvimento dos experimentos.

Aos pesquisadores do IRTA, Rosa Gabarra, Judit Arnó, Oscar Alomar, Jordi Riudavets e Núria August, pela amigável recepção e acompanhamento durante as pesquisas no Instituto.

À Dra. Simone Martins Mendes e ao Dr. Alexander Auad, pelo incentivo e apoio durante toda a minha formação como entomologista.

À Dra. Alessandra Ribeiro de Carvalho, pela amizade e importantes sugestões apresentadas para a melhoria deste trabalho.

Ao Dr. Luiz Carlos Dias Rocha, pelo estímulo, carinho e amizade.

Ao Dr. Maurício Sérgio Zacarias, pela colaboração na medição das tíbias.

Aos amigos que prestaram todo auxílio durante a estada na Espanha, Katherine Franco, Vitor Muñoz, Job Roig, Raphael Moreno, Llum Canut, Maria Jose Pons, Pilar Hernandez e Paqui. Em especial, a Anna Karin e Alexandre Dichant, por serem nossa família na Espanha.

À Nazaré Moura, pela grande amizade, sempre disposta a ajudar e apoiar... pelo sorriso, alegria e convivência...

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, Marli, Elaine, Lisiane e Júlio, pela atenção. Em especial, ao Fábio, por toda a sua competência e prontidão, que foram fundamentais para que tudo caminhasse da melhor forma possível.

Aos amigos Alexa, Alexandre, Bruno, Luiz Carlos, Melissa, Ricardo Cavalcanti, Vanessa e Livia, pelos momentos de convívio e amizade. Aos estagiários Adriana, Ana e Flávio, pelo auxílio e convívio.

Aos colegas do curso de pós-graduação Danila, Deodoro, Elza, Leticia, Luiz Carlos e Mauro que de uma forma ou de outra também colaboraram para a realização deste trabalho.

Aos meus irmãos, Lucas e Lênio, cunhada Fabíola e sobrinhos Vítor, Ana Flávia e Maria Paula, pelo apoio e incentivo durante essa caminhada e todos os momentos de minha vida.

Enfim, a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, não mediram esforços para a realização desta pesquisa.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
ARTIGO 1. Avaliação da qualidade de <i>Orius insidiosus</i> (Hemiptera: Anthocoridae) em criações iniciadas com diferentes números de casais fundadores	6
Resumo.....	7
Abstract	8
Introdução	9
Material e Métodos	12
Obtenção e criação de <i>Orius insidiosus</i>	12
Avaliação da qualidade de <i>Orius insidiosus</i> produzidos em laboratório.....	13
Parâmetros biológicos avaliados	13
Consumo de <i>Orius insidiosus</i>	14
Capacidade de orientação e busca.....	15
Análise dos dados	16
Resultados e Discussão	18
Parâmetros biológicos de <i>Orius insidiosus</i>	18
Tabela de vida de fertilidade de <i>Orius insidiosus</i>	23
Consumo de <i>Orius insidiosus</i>	25
Capacidade de orientação e busca	28
Referências Bibliográficas	34
ARTIGO 2. Controle de qualidade de <i>Orius laevigatus</i> (Hemiptera: Anthocoridae) em criações iniciadas com diferentes números de casais fundadores	39
Resumo.....	40
Abstract.....	41
Introdução.....	42
Material e Métodos.....	44
Obtenção e criação de <i>Orius laevigatus</i>	44
Avaliação da qualidade de <i>Orius laevigatus</i> produzidos em laboratório.....	45
Parâmetros biológicos avaliados	45
Consumo de <i>Orius laevigatus</i>	46
Capacidade de orientação e busca.....	47
Análise dos dados	49

Resultados e Discussão	51
Parâmetros biológicos de <i>Orius laevigatus</i>	51
Tabela de vida de fertilidade de <i>Orius laevigatus</i>	58
Consumo de <i>Orius laevigatus</i>	59
Capacidade de orientação e busca.....	62
Referências Bibliográficas	68
ARTIGO 3. Comportamento de orientação e busca de <i>Orius laevigatus</i> e <i>Orius insidiosus</i> (Hemiptera: Anthocoridae), oriundos do campo e criados no laboratório, pela presa <i>Frankliniella occidentalis</i> (Thysanoptera: Thripidae).....	72
Resumo.....	73
Abstract.....	74
Introdução.....	75
Material e Métodos.....	77
Obtenção e criação dos insetos utilizados.....	77
Teste com o olfatômetro do tipo “Y”.....	78
Análise dos dados	79
Resultados e Discussão	80
Referências Bibliográficas	92
ARTIGO 4. Efeito do tipo de presa na criação de <i>Orius insidiosus</i> (Hemiptera: Anthocoridae)	96
Resumo	97
Abstract	98
Introdução	99
Material e Métodos	101
Resultados e Discussão.....	103
Referências Bibliográficas	109
ARTIGO 5. Avaliação de substratos de oviposição para <i>Orius insidiosus</i> (Say) (Hemiptera: Anthocoridae)	112
Resumo.....	113
Abstract	114
Introdução	115
Material e Métodos	117
Obtenção dos substratos de oviposição	117
Avaliação dos substratos de oviposição	118
Análise dos dados	119
Resultados e Discussão	120
Fecundidade de <i>Orius insidiosus</i>	120
Viabilidade na produção de adultos de <i>Orius insidiosus</i>	124
Referências Bibliográficas	128

ARTIGO 6. Material como suporte e abrigo em recipientes e manuseio durante o envio e transporte podem afetar a qualidade de <i>Orius insidiosus</i> (Say) (Hemiptera: Anthocoridae)?.....	131
Resumo	132
Abstract	133
Introdução	134
Material e Métodos.....	136
Avaliação de materiais usados como suporte e abrigo nos recipientes contendo <i>Orius insidiosus</i>	136
Avaliação do efeito do manuseio no envio e transporte de <i>Orius insidiosus</i>	137
Resultados e Discussão	139
Avaliação de materiais usados como suporte e abrigo nos recipientes contendo <i>Orius insidiosus</i>	139
Avaliação do efeito do manuseio no envio e transporte de <i>Orius insidiosus</i>	142
Conclusões.....	146
Referências Bibliográficas.....	147

RESUMO

CARVALHO, Livia Mendes. **Controle de qualidade de *Orius insidiosus* (Say) e *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae) e otimização da produção massal de *O. insidiosus* visando à utilização no Brasil.** 2008. 149p. Tese (Doutorado em Entomologia). Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.¹

Esse trabalho teve por objetivos avaliar a qualidade de *O. insidiosus* e *Orius laevigatus* (Fieber) em criações iniciadas com números diferentes de casais fundadores no laboratório e o comportamento de orientação e busca da presa de indivíduos oriundos do campo e criados no laboratório. Também buscou-se determinar o efeito do tipo de presa e de substratos de oviposição na produção de ovos e adultos de *O. insidiosus* e avaliar os tipos de materiais colocados em recipientes para suporte e abrigo e o efeito do manuseio sobre o predador durante seu envio e transporte. Nas populações de *O. insidiosus* iniciadas com um casal, foi observada diminuição de 40,8% na fecundidade, da 2ª para 11ª geração e, na 10ª geração, 30% das fêmeas apresentaram perda da característica de reconhecimento da presa *F. occidentalis*. Para *O. insidiosus*, é indicado o número de 10 casais fundadores para início da criação em laboratório, sem que ocorram perdas significativas de qualidade. As populações de *O. laevigatus* iniciadas com um casal apresentaram diminuição na fecundidade de 48,6%, da 2ª geração para a 11ª geração e somente as populações originadas de 50 casais fundadores na 5ª geração reconheceram os estímulos emitidos por plantas de pepino infestadas com *F. occidentalis*. As criações de *O. laevigatus* podem ser iniciadas com 50 casais fundadores, sem que ocorram perdas significativas de qualidade nos parâmetros biológicos e de reconhecimento da presa pelo predador. Fêmeas de *O. laevigatus* e *O. insidiosus* responderam aos odores produzidos por plantas infestadas com *F. occidentalis* sendo influenciada pela origem da colônia. O predador *O. insidiosus* foi capaz de reproduzir e completar seu desenvolvimento criado com cistos de *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906), e brotos de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) e de soja [*Glycine max*, (L.) Merr.] foram adequados como substratos de oviposição. Vermiculita+casca de arroz foi o material mais adequado como suporte e abrigo e a qualidade de *O. insidiosus* recebidos após o manuseio no envio e no transporte não foi afetada dentro das condições avaliadas. Os resultados obtidos demonstram que indivíduos de *O. insidiosus* e *O. laevigatus* podem ser produzidos com qualidade em laboratório.

¹Orientadora: Dra. Vanda Helena Paes Bueno

ABSTRACT

CARVALHO, Livia Mendes. **Quality control of *Orius insidiosus* (Say) and *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae) and mass production optimization of *O. insidiosus* for use purposes in Brazil.** 2008. 149p. Thesis (Doctor in Entomology). Federal University of Lavras- Lavras-MG.

The work had as objective evaluate the quality of *O. insidiosus* and *Orius laevigatus* (Fieber) rearings initiated with different numbers of founder couples in the laboratory, and to assess the orientation and search behavior toward the prey exhibited by field or laboratory-reared individuals. In addition, aimed to determine the effect of types of preys and oviposition substrates on the production of *O. insidiosus* eggs and adults, and to evaluate types of materials placed in containers for *O. insidiosus* support and shelter, as well as the effect of handling on the insects during shipment and transport. A 40.8% decrease in fecundity was observed in *O. insidiosus* populations started with a single couple, from the 2nd to the 11th generation; in the 10th generation, 30% of females showed loss of their natural ability to recognize the prey, *F. occidentalis*. A number equal to 10 founder couples is indicated to start a laboratory rearing of *O. insidiosus* without the occurrence of significant losses in quality. *O. laevigatus* populations started from a single couple showed a fecundity reduction of 48.6% from the 2nd to the 11th generation; only populations originated from 50 founder couples in the 5th generation recognized the stimuli emitted by cucumber plants infested with *F. occidentalis*. *O. laevigatus* rearings can be initiated with 50 founder couples without significant quality losses in the biological parameters and prey recognition of this predator. *O. laevigatus* and *O. insidiosus* females were able to respond to odors emitted by plants infested with *F. occidentalis*. Their response was influenced by the origin of the colony. The predator *O. insidiosus* was able to reproduce and complete its development when reared on *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906) cysts; and bean (*Phaseolus vulgaris*, L.) and soybean [*Glycine max*, (L.) Merr.] sprouts were suitable as oviposition substrates. Vermiculite + rice hulls placed in the containers were the most suitable material used as support and shelter substrate for *O. insidiosus*; the quality of individuals upon arrival after undergoing handling and transport was not affected under the conditions evaluated. The results demonstrate that *O. insidiosus* and *O. laevigatus* individuals can be produced with quality in the laboratory.

¹Adviser: Dra. Vanda Helena Paes Bueno

INTRODUÇÃO GERAL

O uso dos percevejos predadores do gênero *Orius* para controle de tripes é, hoje, uma realidade em diversos países, onde são produzidos em várias empresas para serem comercializados para os agricultores.

Na Europa, o percevejo *Orius laevigatus* (Fieber) é uma espécie muito pesquisada e encontra-se disponível para comercialização, principalmente para programas de controle biológico de algumas espécies de tripes-praga, em cultivos em casas de vegetação (Lenteren, 2003; Tommasini et al., 2004). No Brasil, *Orius insidiosus* (Say) é a espécie mais comum e sua utilização em programas para o controle biológico de tripes é promissora, uma vez que liberações desse predador resultaram em efetivo controle de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) em crisântemo de corte (Bueno, 2005) e gérbera (Carvalho et al., 2007), em cultivos comerciais.

Para a implementação de programas de controle biológico utilizando esses insetos, são importantes as condições de criação massal em biofábricas, as quais podem interferir sobre o desenvolvimento e a reprodução durante as várias gerações, ocasionando, por exemplo, redução na sua efetividade quando liberados no campo como agente de controle (Lenteren, 2003; Nunney, 2003).

Assim, os inimigos naturais produzidos artificialmente demandam constante e rigoroso controle de qualidade. Leppla & Ashley (1989) consideram que o controle de qualidade abranja o monitoramento e o controle sofisticado do complexo processo de produção para programas de criação massal que assegure que o produto apresente qualidade razoavelmente consistente e alcance o desempenho desejado no campo. Segundo Lenteren (2003), o objetivo do controle de qualidade é determinar se um inimigo natural tem, ainda, condições

de controlar a praga. Assim, não é considerada uma qualidade máxima ou ótima, mas uma qualidade aceitável.

As populações mantidas em laboratório podem sofrer perdas de aptidão devido às mudanças genéticas causadas por seleção, deriva genética e endocruzamento (Mackauer, 1976; Manson et al., 1987). Para que a qualidade desses agentes seja preservada ao longo das gerações, são necessários cuidados quanto ao estabelecimento da colônia, principalmente em relação ao tamanho da população fundadora. Segundo Nunney (2003), durante a fase inicial da colonização, os processos de adaptação e de perda de variabilidade genética podem contribuir para falhas no emprego dos agentes de controle biológico.

As avaliações envolvendo os critérios sobre o controle de qualidade de insetos predadores do gênero *Orius* já estão sendo utilizadas por empresários do controle biológico segundo as normas padrões desenvolvidas pela Organização Internacional para o Controle Biológico de Animais e Plantas Nocivos (IOBC) (Lenteren et al., 2003; Tommasini et al., 2004). No entanto, segundo Nunney (2003), há relativamente poucos estudos relacionados ao conhecimento sobre o declínio na qualidade dos insetos produzidos em criação massal e suas conseqüências para o controle biológico.

A maioria dos laboratórios de criação massal monitora a qualidade dos insetos benéficos utilizando os parâmetros biológicos, como fecundidade, emergência, razão sexual, mortalidade, longevidade, habilidade no vôo e competitividade de cópula. Segundo Lenteren (2003), os inimigos naturais podem mudar suas reações com relação à orientação em direção ao hospedeiro e ou presa como resultado de um condicionamento pré-imaginal ou imaginal. Nesse contexto, Noldus (1989) considera que a qualidade total abrange características mais amplas, sendo necessário conhecer a inter-relação da planta, herbívoro e inimigo natural.

A produção eficiente e de forma econômica de *O. insidiosus* no Brasil visando à comercialização e à liberação desse agente de controle também dependerá de muitos fatores que são inerentes sobre a sua criação no laboratório. Assim, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas no sentido de adequar e melhorar as técnicas para a criação massal desses agentes para serem produzidos em quantidade e com qualidade. De acordo com Lenteren e Tommasini (2003), os avanços na área de produção massal, dentre outros, têm reduzido os custos de produção, obtendo-se um inimigo natural de melhor qualidade para ser fornecido aos agricultores e tornando o controle biológico mais simples e economicamente viável.

Esse trabalho foi realizado com os objetivos de:

1. avaliar a qualidade de *O. insidiosus* e *O. laevigatus* em criações iniciadas com números diferentes de casais fundadores, em onze gerações no laboratório;
2. avaliar o comportamento dessas duas espécies de predadores por meio dos principais parâmetros biológicos e utilizando o teste com olfatômetro para o controle de qualidade do material biológico produzido;
3. avaliar o emprego de presas e substratos de oviposição na produção de ovos e adultos de *O. insidiosus*;
4. avaliar os materiais utilizados como suporte e abrigo para *O. insidiosus* em recipientes e o efeito do manuseio no envio e transporte, visando à sua comercialização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUENO, V. H. P. IPM and biological control of protected cropping in some developing greenhouse regions. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 28, n. 1, p. 23-26, 2005.
- CARVALHO, A. R.; BUENO, V. H. P.; SANTANA, A. G.; MOURA, N.; LOUZADA, E. A. Efeito de taxas de liberações de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) para controle de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera) em plantio comercial de gérbera. In: SICONBIOL - SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 10., 2007, Brasília, Embrapa, **Resumos...** 2007.
- LENTEREN, J. C. van. Need for quality control of mass-produced biological control agents. In: _____. **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. London, CAB, 2003. p. 1-17.
- 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 (Ed.). **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. London, CAB, 2003. p. 265-303.
- LENTEREN, J. C. van; TOMMASINI, M. G. Mass production, storage, shipment and release of natural enemies. In: _____. **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. London, CAB, 2003. p. 181-189.
- LEPPLA, N. C.; ASHLEY, T. R. Quality control in insect mass production: a review and model. **Bulletin Entomological Society of America**, College Park, v. 35, p. 33-44, 1989.
- MACKAUER, M. Genetic problems in the production of biological control agents. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, v. 21, p. 369-385, 1976.
- MANSON, L. J.; PASHLEY, D. P.; JOHNSON, S. J. The laboratory as an altered habitat: phenotypic and genetic consequences of colonization. **Florida Entomologist**, Florida, v. 70, n. 1, p. 49-58, 1987.

NOLDUS, L. P. J. J. Semiochemicals, foraging behaviour and quality of entomophagous insects for biological control. **Journal Applied Entomology**, Dordrecht, v. 108, p. 425-451, 1989.

NUNNEY, L. Managing captive populations for release: a population-genetic perspective. In: LENTEREN, J. C. van (Ed.). **Quality control and production of biological control agents**: theory and testing procedures. London, CAB, 2003. p. 73-87.

TOMMASINI, M. G.; LENTEREN, J. C. van; BURGIO, G. Biological traits and predation capacity of four *Orius* species on two prey species. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 57, n. 2, p. 9-93, 2004.

ARTIGO 1

Avaliação da qualidade de *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) em criações iniciadas com números diferentes de casais fundadores
(Preparado de acordo com as normas da Revista Neotropical Entomology, exceto as citações (NBR 10520) e as referências bibliográficas (NBR 6023)).

Lívia M. CARVALHO¹

Vanda H. P. BUENO¹

Cristina CASTAÑÉ²

¹Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037, CEP. 37200-000, Lavras, MG, Brasil. ²Departamento de Proteção Vegetal, Institute de Recerca e Tecnologia Agroalimentarie (IRTA), Centre de Cabrils, Ctra. Cabrils s/n, 08348 Cabrils (Barcelona), Espanha.

Avaliação da qualidade de *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) em criações iniciadas com números diferentes de casais fundadores

RESUMO - Esse trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade de *O. insidiosus* em criações iniciadas com números diferentes de casais fundadores e mantidas por 11 gerações no laboratório. Aproximadamente 650 adultos de *O. insidiosus* foram coletados nos municípios de Lavras, MG (60,4%) e de Ijaci, MG (39,4%), como tentativa de evitar a obtenção de indivíduos aparentados. Foram iniciadas criações com 1, 10 e 50 casais, sendo cada uma constituída de 5 repetições. A cada dois dias, como fonte de alimento, foram oferecidos ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) e, como substrato de oviposição, inflorescências de picão-preto (*Bidens pilosa*, L.). Foi avaliada a qualidade dos insetos produzidos nas 2^a, 6^a e 11^a gerações. Populações de *O. insidiosus* originadas de 1, 10 e 50 casais, mantidas no laboratório, foram capazes de se desenvolver e reproduzir-se durante 11 gerações. No entanto, nas populações de *O. insidiosus* iniciadas com 1 casal, ocorreu diminuição de 40,8% na fecundidade da 2^a para 11^a geração e, na 10^a geração, 30,0% das fêmeas não responderam aos odores liberados por plantas de pimentão infestadas e plantas não infestadas com *F. occidentalis*. Assim, para *O. insidiosus* é indicado o número de 10 casais para início da criação em laboratório, sem que ocorram perdas significativas da qualidade. A fecundidade demonstra ser uma variável adequada e o teste com olfatômetro eficiente e sensível para detectar e determinar a qualidade das populações de *O. insidiosus* mantidas no laboratório ao longo das gerações provenientes de diferentes casais fundadores.

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

Quality evaluation of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) in rearings started with different numbers of founder couples.

ABSTRACT - This study aimed to evaluate *O. insidiosus* quality in rearings started with different numbers of founder couples, maintained in the laboratory for eleven generations. Approximately 650 *O. insidiosus* adults were collected of Lavras-MG (60.4%) and Ijaci-MG (39.4%), in an attempt to prevent the collection of related individuals. Rearings were started with 1 (one), ten, and fifty founder couples, each consisting of five replicates. *Anagasta kuehniella* (Zeller) eggs were offered every two days as a source of food, while farmer's friend inflorescences (*Bidens pilosa*, L.) were provided as oviposition substrate. The quality of insects produced in the 2nd, 6th, and 11th generations was evaluated. *O. insidiosus* populations originated from 1 (one), 10, and 50 founder couples and maintained in the laboratory were capable of developing and reproducing during 11 generations. However, *O. insidiosus* populations initiated with a single couple showed a 40.8% decrease in fecundity from the 2nd to the 11th generation; in the 10th generation, 30.0% of the females did not respond to the odors released by sweet peper plants either infested or not with *F. occidentalis*. A number equal to 10 founder couples is indicated to start a laboratory rearing of *O. insidiosus*, without the occurrence of significant losses in it quality. Fecundity has demonstrated to be an adequate variable, and olfactometer testing was effective and sensitive to detect and determine the quality of *O. insidiosus* populations maintained in the laboratory throughout the generations resulting from different founder couples.

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

Devido à crescente exigência da sociedade por produtos livres de contaminação, é cada vez maior a demanda pela produção de alimentos na qual o emprego de produtos fitossanitários seja o mínimo indispensável. Esse posicionamento, aliado aos inúmeros fatores ligados ao impacto desses compostos no ambiente, tem permitido que o emprego do controle biológico tenha se expandido nas últimas décadas. Muitas empresas, na Europa e América do Norte, têm produzido e comercializado inimigos naturais em maior quantidade para uso em cultivos em casas de vegetação (Lenteren, 2003) e, no Brasil, começam a aparecer as primeiras empresas responsáveis por produzir e comercializar algumas espécies de artrópodes-benéficos (Parra, 2002).

Para um inseto ser empregado como um agente de controle biológico, há necessidade de que seja produzido um grande número de espécimes, o que pode gerar problemas que se avolumam à medida em que aumenta o número de insetos produzidos (Parra, 2002). Segundo Mackauer (1976), os organismos produzidos no laboratório podem sofrer perda de aptidão devido às mudanças genéticas causadas por seleção, deriva genética e endocruzamento. Essas mudanças podem influenciar os aspectos biológicos dos inimigos naturais produzidos e, assim, afetar seu desempenho, comprometendo seu emprego em programas de liberação (Lenteren, 2003; Nunney, 2003).

Assim, um dos fatores que podem influenciar sobre uma criação de laboratório refere-se ao tamanho da população fundadora, a qual pode ter um papel fundamental sobre os organismos produzidos. Segundo Nunney (2003), poucas referências encontram-se disponíveis sobre o tamanho ideal dessa população. Joslyn (1984) mencionou um número mínimo de 500 indivíduos e Roush (1990) concluiu que aproximadamente 100 indivíduos de um dado local poderiam preservar a heterogeneidade selvagem em uma população de laboratório. Yamasaki (1972) relatou que populações que apresentam acasalamento entre indivíduos aparentados ainda podem apresentar variabilidade

e, de acordo com Lenteren & Woets (1988), as populações fundadoras de criações massais comerciais de várias espécies de inimigos naturais foram iniciadas com menos de 20 indivíduos.

Várias espécies de *Orius* têm recebido especial atenção como agente de controle biológico de tripes (Tommasini et al., 2004; Bueno et al., 2007), contudo, os níveis populacionais desses predadores no campo são freqüentemente inadequados para promover o controle natural do inseto-praga. Por esse motivo, muitas pesquisas têm visado à adequação ou à melhoria de técnicas para a criação massal de *Orius* em quantidade e qualidade, com a finalidade de atender aos programas de liberação (Bueno, 2000; Tommasini et al., 2004; Bueno et al., 2007).

No Brasil, *Orius insidiosus* (Say) é a espécie mais comum e sua utilização em programas de controle biológico de tripes é promissora, uma vez que liberações desse predador resultaram em efetivo controle de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) em crisântemo de corte (Bueno, 2005) e gérbera (Carvalho et al., 2007), em casas de vegetação comerciais. Além disso, Mendes et al. (2005a) estimaram o custo de produção de *O. insidiosus* e constataram a viabilidade econômica dessa atividade, permitindo a produção desse predador em biofábricas no país.

Pesquisas de base visando à criação massal de *O. insidiosus* têm sido conduzidas no Brasil (Bueno et al., 2006; 2007) e normas para testes de controle de qualidade para espécies de *Orius* foram desenvolvidas junto aos produtores de inimigos naturais e com o apoio da Organização Internacional para o Controle Biológico de Animais e Plantas Nocivos (IOBC) (Lenteren et al., 2003). Entretanto, o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao tamanho da população fundadora e a interação *Orius*/presa/planta ainda é escasso para esses predadores.

Assim, a realização deste trabalho teve por objetivos: avaliar a qualidade de *O. insidiosus* em populações iniciadas com números diferentes de casais fundadores e mantidas por 11 gerações no laboratório, com base nos parâmetros biológicos e avaliar o comportamento de busca pela presa, visando definir parâmetros que poderão ser adicionados àqueles já utilizados nos testes do controle de qualidade de predador produzido em laboratório.

Material e Métodos

Obtenção e criação de *Orius insidiosus*. No período de 15 de dezembro 2006 a 15 de março de 2007, foram realizadas coletas de, aproximadamente, 650 adultos de *O. insidiosus*, nos municípios de Lavras, MG (60,4%), em cinco pontos com cerca de 2 a 3 km de distância cada e de Ijaci, MG (39,4%), em quatro pontos com cerca de 2 km de distância cada, na tentativa de evitar a obtenção de indivíduos aparentados. Os insetos foram coletados por meio do método da batida (*tapping method*) em plantas de milho (*Zea mays*, L.), soja [*Glycine max*, (L.) Merr.], sorgo (*Sorghum* sp.), picão-preto (*Bidens pilosa*, L.) e caruru (*Amaranthus* sp.).

Em laboratório, foi realizada a triagem e a identificação dos insetos coletados de acordo com a chave taxonômica apresentada por Silveira et al. (2003). Posteriormente, cerca de 325 indivíduos foram mantidos em recipiente de vidro (1,7 litro). A cada dois dias, foram alimentados com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) e empregados como substrato de oviposição, inflorescências de picão-preto desinfetadas em solução de hipoclorito de sódio com 0,12%, por um período de quatro minutos, segundo metodologia proposta por Diniz et al. (2006). Para minimizar o canibalismo e também servir de abrigo, foi acrescentado papel toalha dobrado nesses recipientes.

As inflorescências de picão-preto contendo os ovos de *O. insidiosus* foram transferidas para placas de Petri de 20 cm, contendo papel toalha dobrado (abrigo) e, assim que as ninfas eclodiram, foram oferecidos, como alimento, ovos de *A. kuehniella*, a cada dois dias. Esses recipientes foram mantidos em câmara climatizada, a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, com umidade relativa de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Os adultos da primeira geração foram separados por sexo, formando-se casais, os quais foram utilizados para a condução dos experimentos com números diferentes de casais fundadores.

Avaliação da qualidade de *Orius insidiosus* produzidos em laboratório.

Foram iniciadas as criações de *O. insidiosus* com 1, 10 e 50 casais fundadores, em delineamento inteiramente casualizado representando os tratamentos, com cinco repetições cada, visando relacionar esse número com a qualidade das populações de laboratório ao longo das gerações.

Após a separação dos casais fundadores, os mesmos foram mantidos no mesmo tipo de recipiente e condições climáticas usadas anteriormente. Em cada geração, foram selecionados 100 adultos (50 fêmeas e 50 machos) de cada repetição, para a manutenção da criação para a geração seguinte, conforme a metodologia proposta por De Clercq et al. (1998). Avaliou-se a qualidade dos indivíduos produzidos no laboratório na 2ª, 6ª e 11ª gerações, pois vários autores relataram que as mudanças adaptativas mais significativas foram observadas nas primeiras dez gerações de criação de insetos no laboratório (Loukas et al., 1985; Hopper et al., 1993; Lenteren, 2003; Nunney, 2003).

Parâmetros biológicos avaliados. Foram selecionados 50 ovos por repetição, em cada tratamento e avaliados o período embrionário e a viabilidade. Para as ninfas, coletaram-se, em cada tratamento, 50 ninfas recém-eclodidas com até 24 horas de idade, individualizando-as em placas de Petri de 5 cm. Essas ninfas foram alimentadas e mantidas em condições climáticas semelhantes, avaliando-se o desenvolvimento, a sobrevivência e a razão sexual. Os adultos foram mantidos, por três a quatro dias, em recipiente de vidro de 1,7 litro contendo ovos de *A. kuehniella*, inflorescências de picão-preto e papel-toalha dobrado para o acasalamento. Posteriormente, as fêmeas foram individualizadas em placas de Petri de 5 cm, contendo uma haste de picão-preto como substrato de oviposição e ovos de *A. kuehniella* como alimento e foi avaliada a fecundidade por um período de sete dias, conforme metodologia proposta por Castañé et al. (2006), bem como a longevidade dessas fêmeas.

Também foi avaliado o peso das fêmeas selecionando-se 25 fêmeas recém-emergidas e com até 48 horas de vida por tratamento, além daquelas provenientes do campo e da criação de manutenção do laboratório. Essas fêmeas foram colocadas em cápsula de gelatina, em grupos de cinco e pesadas em balança de precisão. Para a avaliação do comprimento da tíbia posterior, foram selecionados 20 machos e 20 fêmeas de cada tratamento, além de indivíduos oriundos do campo e da criação de manutenção do laboratório. A medição da tíbia posterior foi realizada em microscópio estereoscópico em aumento de 40 vezes, contendo objetiva micrométrica. Os adultos de *O. insidiosus* provenientes do campo utilizados no experimento foram coletados em picão-preto e considerou-se que esses indivíduos tiveram experiência prévia com a presa *F. occidentalis*, uma vez que essa é uma das espécies de tripes presentes em picão-preto na região de Lavras (Silveira et al., 2005). Os adultos provenientes da criação do laboratório foram criados, por sucessivas gerações, com ovos de *A. kuehniella* como presa e inflorescências de picão-preto como substrato de oviposição.

Consumo de *Orius insidiosus*. O consumo de fêmeas de *O. insidiosus* obtidas do campo e daquelas originadas das criações iniciadas com diferentes números de casais fundadores, na 5ª e na 10ª gerações, foi avaliado em câmara climatizada, a $25\pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Esse consumo foi avaliado tendo como presas ninfas de segundo instar de *F. occidentalis*, as quais foram criadas em cotilédones de plantas de algodão de acordo com metodologia proposta por Riudavets et al. (1993). As fêmeas do campo foram obtidas conforme citado no item relativo aos parâmetros biológicos.

O consumo foi avaliado em placas de Petri de 5 cm contendo um disco de papel filtro de 5 cm, com o intuito de manter a umidade dentro da placa. Nesse recipiente foram colocadas como presa trinta ninfas de segundo instar de

F. occidentalis sobre um pedaço de vagem de feijão (3 cm) (*Phaseolus vulgaris*, L.), a cada 24 horas. Fêmeas de *O. insidiosus* originárias do campo e das criações iniciadas com números diferentes de casais fundadores foram mantidas sem alimento por 24 horas e, posteriormente, introduzidas, individualmente, em cada placa. O número de presas consumidas foi avaliado após o período de 1; 4; 24 e 48 horas. Ninfas de tripes foram consideradas predadas quando restou apenas o exoesqueleto ou quando tiveram seu conteúdo parcialmente removido.

Capacidade de orientação e busca. Para avaliação da resposta de orientação e busca da presa por *O. insidiosus*, ofereceu-se às fêmeas originárias do campo, da criação de manutenção do laboratório e das criações iniciadas com diferentes números de casais fundadores na 10ª geração, a escolha entre odores da planta de pimentão infestada com 20 tripes *F. occidentalis*, por um período de 48 horas e da planta de pimentão não infestada (planta sem a presa). O experimento foi conduzido em sala climatizada, a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, com umidade relativa de $70\pm 10\%$, em área iluminada.

As plantas de pimentão utilizadas nos testes foram cultivadas em recipientes de plástico (100 ml) até apresentarem as folhas primárias totalmente expandidas (aproximadamente 10 cm). Para proteção das plantas, as mesmas foram mantidas em sala climatizada, a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, com umidade relativa de $80\pm 10\%$, fotofase de 12 horas e, antes de serem utilizadas, foram cuidadosamente examinadas quanto à presença de insetos. A infestação das plantas foi realizada 48 horas antes dos testes, colocando-se uma planta de pimentão dentro de um recipiente de vidro de 2 litros, contendo 20 tripes adultos. Esse recipiente foi mantido fechado com tampa plástica, contendo abertura no centro, vedada com tecido tipo 'voile' para proporcionar ventilação. As plantas não infestadas foram mantidas em recipientes de vidros de 2 litros sem os tripes.

Fêmeas de *O. insidiosus* do campo e da criação de manutenção do laboratório foram obtidas conforme citado no item relativo aos parâmetros biológicos. Os adultos de *F. occidentalis* utilizados foram criados em cotilédones de plantas de algodão, de acordo com metodologia proposta por Riudavets et al. (1993).

O olfatômetro do tipo “Y” foi instalado de acordo com metodologia proposta por Venzon et al. (1999). Fêmeas de *O. insidiosus* obtidas do campo, da criação de manutenção do laboratório e das criações iniciadas com diferentes números de casais fundadores foram mantidas sem alimento por 24 horas. Posteriormente, cada fêmea foi introduzida individualmente no olfatômetro sendo observado o deslocamento da mesma para um dos braços do olfatômetro. Assim que as fêmeas foram colocadas individualmente na arena, foi acionado um cronômetro, que só foi desligado quando cada fêmea alcançou a extremidade de um dos braços do olfatômetro. O período máximo de observação foi de 10 minutos. Se um indivíduo gastou mais do que 10 minutos sem alcançar a extremidade de um dos braços, foi considerado sem chance de escolha, ou seja, não respondendo aos tratamentos. Após a avaliação de cinco fêmeas, foi passada uma pinça contendo algodão umedecido em álcool (70%) no interior do tubo para remover possíveis vestígios (fezes) deixados pelo predador. Além disso, a origem dos odores foi colocada em lado oposto do braço do olfatômetro.

Análise dos dados. Nas análises dos parâmetros biológicos de *O. insidiosus*, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com número diferente de repetições por tratamento. Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância e, quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade. Os dados de consumo foram feitos pela análise de variância de medidas repetidas no tempo e,

posteriormente, foi utilizado teste Tukey, com o cálculo da diferença mínima significativa e probabilidade de erro de 5%.

Os parâmetros de tabela de vida de fêmeas de *O. insidiosus* avaliados foram taxa intrínseca de aumento r_m ($r_m = \ln R_0 / T$), ou seja, número de vezes em que a população se multiplica em uma unidade de tempo; taxa líquida de reprodução R_0 ($R_0 = \sum x \cdot l_x \cdot m_x$), que é a taxa de aumento populacional, considerando fêmeas de uma geração para outra e tempo de cada geração T [$T = (\sum m_x \cdot l_x \cdot x) / (\sum m_x \cdot l_x)$], que é o tempo que leva para a população duplicar em número, em que x é a idade em dias, l_x é a sobrevivência em idade específica e m_x é a fertilidade em idade específica (Andrewartha & Birch, 1954; Meiracker, 1994; Tommasini et al. 2004).

Nos testes de capacidade de orientação e busca, foram realizadas 30 repetições para cada tratamento, sendo cada repetição composta por um indivíduo. Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de um teste de hipótese Z bilateral para a proporção de preferência por tripes, a 5% significância. Para as avaliações genéticas, foi calculado o número efetivo da população (N_e), baseado na expressão para organismos diplóides $N_e = 4N_m N_f / (N_m + N_f)$, e que N_m é o número de machos e N_f é o número de fêmeas. O coeficiente de endocruzamento f , o qual mede a proporção de genes que os parentes têm em comum, foi calculado pela expressão $f_t = f_{t-1} + (1 - 2f_{t-1} + f_{t-2}) / 2N_{e(t-2)}$ e, quando seu valor for mais próximo de 1, representa uma população mais homozigótica (Crow & Kimura, 1970).

Resultados e Discussão

Parâmetros biológicos de *Orius insidiosus*. Não houve diferença significativa no período embrionário de *O. insidiosus* (5,1 a 5,3 dias) obtidos a partir de diferentes números de casais fundadores, ao longo das gerações avaliadas ($F=0,602$; $P=0,6636$) (Tabela 1). Esses dados foram semelhantes aos observados por Mendes & Bueno (2001) (5,3 dias), a 25°C e com aqueles obtidos por Isenhour & Yeargan (1981) (5,1 dias), quando esse predador foi mantido a 24°C.

Também não foi verificada diferença significativa na viabilidade dos ovos de *O. insidiosus* originados, independente do número de casais fundadores nas gerações avaliadas ($F=0,983$; $P=0,4290$), que foi de 86% a 93,2% (Tabela 1). Mendes & Bueno (2001) relataram viabilidade dos ovos de 71,6% e Meiracker (1994) acima de 90%, para *O. insidiosus*, a 25°C.

O período de desenvolvimento de *O. insidiosus* variou significativamente em função do número de casais fundadores e das gerações avaliadas ($F=60,946$; $P<0,00001$) (Tabela 1). Na 2ª geração, não foi observada diferença significativa no desenvolvimento ninfal, entretanto, na 6ª e na 11ª gerações, foi constatado que as populações iniciadas com 1 casal apresentaram duração de desenvolvimento significativamente maior (14,7 e 12,8 dias), comparado ao daquelas iniciadas com 10 e 50 casais fundadores (Tabela 1). Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Mendes et al. (2002), os quais constataram desenvolvimento de 13,1 dias e por Tommasini et al. (2004), de 15 dias, quando o predador foi alimentado com ovos de *A. kuehniella*, a 25°C e 12 horas de fotofase e a 26°C e 16 horas de fotofase, respectivamente. Também Mendes et al. (2005b) observaram período de desenvolvimento de 12,4 e 12,1 dias, para machos e fêmeas, respectivamente, a 25°C e Meiracker (1994), de 13,7 e 13,8 dias, também para machos e fêmeas, respectivamente, na mesma temperatura.

Tabela 1. Período embrionário (dias), viabilidade dos ovos (%), desenvolvimento ninfal (dias) e sobrevivência ninfal (%) (\pm EP) de *O. insidiosus* obtidos a partir de populações iniciadas com números diferentes de casais fundadores ($25\pm 2^\circ\text{C}$, 70% de UR e fotofase 12 horas).

Parâmetro biológico	2ª geração	6ª geração	11ª geração
Período embrionário (dias)			
1 casal	5,3 \pm 0,03	5,2 \pm 0,07	5,2 \pm 0,03
10 casais	5,1 \pm 0,05	5,3 \pm 0,06	5,3 \pm 0,05
50 casais	5,1 \pm 0,07	5,2 \pm 0,07	5,3 \pm 0,07
Viabilidade dos ovos (%)			
1 casal	90,8 \pm 1,20	92,0 \pm 1,41	86,0 \pm 3,63
10 casais	89,2 \pm 0,48	93,2 \pm 1,20	89,2 \pm 1,35
50 casais	92,8 \pm 0,48	92,8 \pm 1,01	92,0 \pm 1,55
Desenvolvimento ninfal (dias)			
1 casal	13,5 \pm 0,03 aB	14,7 \pm 0,14 aA	12,8 \pm 0,15 aC
10 casais	13,8 \pm 0,09 aA	12,2 \pm 0,04 bB	12,3 \pm 0,05 bB
50 casais	13,6 \pm 0,08 aA	12,3 \pm 0,10 bB	12,1 \pm 0,05 bB
Sobrevivência ninfal (%)			
1 casal	80,4 \pm 1,93 aA	79,2 \pm 1,95 bA	68,8 \pm 3,12 bB
10 casais	73,2 \pm 2,49 aB	94,4 \pm 0,74 aA	72,8 \pm 2,87 bB
50 casais	67,6 \pm 2,71 aC	93,2 \pm 1,01 aA	82,4 \pm 2,22 aB

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada parâmetro biológico, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

Foi observada diferença significativa na sobrevivência ninfal de *O. insidiosus* originados de números diferentes de casais fundadores, ao longo das gerações avaliadas ($F=5,873$; $P=0,0010$) (Tabela 1). Na 2ª geração, não foi verificada diferença significativa na sobrevivência ninfal das populações iniciadas com os números diferentes de casais. Na 6ª geração, as maiores sobrevivências (94,4% e 93,2%) foram observadas nas populações iniciadas com

10 e 50 casais, comparadas a 1 casal fundador (79,2%). Na 11ª geração, a maior sobrevivência (82,4%) foi verificada nas populações iniciadas com 50 casais, comparadas a 1 e a 10 casais (68,8 e 72,8%, respectivamente). Tommasini et al. (2004) encontraram sobrevivência ninfal de *O. insidiosus* de 62,7%, a 26°C e Mendes et al. (2005b) de 68%, a 25°C, quando o predador foi alimentado como ovos de *A. kuehniella*.

Não houve diferença significativa na razão sexual de *O. insidiosus* originados de números diferentes de casais fundadores ao longo das gerações avaliadas ($F=0,674$; $P=0,6146$) (Tabela 2). Os resultados encontrados são coincidentes com aqueles verificados por Tommasini et al. (2004), também para *O. insidiosus* alimentados com ovos de *A. kuehniella*, quando foi obtida uma razão sexual de 0,48 e estão em conformidade com os padrões de qualidade recomendados pela IOBC, ou seja, nos testes de controle de qualidade, as espécies de *Orius* devem apresentar acima de 45% de fêmeas (Lenteren et al., 2003).

Quanto à fecundidade, houve interação significativa entre o número de ovos de *O. insidiosus*, em função do número de casais fundadores e das gerações ($F=30,641$; $P<0,0001$) (Tabela 2). Observou-se redução significativa na fecundidade total e diária das populações iniciadas com 1 casal, na 2ª geração (33,3 ovos/fêmea e 4,7 ovos/fêmea/dia, respectivamente) para a 11ª geração (19,7 ovos/fêmea e 2,8 ovos/fêmea/dia, respectivamente) (Tabela 2).

Tabela 2. Razão sexual, fecundidade diária e total e longevidade (\pm EP) de *O. insidiosus* obtidos a partir de populações iniciadas com números diferentes de casais fundadores ($25\pm 2^\circ\text{C}$, 70% de UR e fotofase de 12 horas).

Parâmetro biológico	2ª geração	6ª geração	11ª geração
Razão sexual			
1 casal	$0,52 \pm 0,01$	$0,46 \pm 0,04$	$0,46 \pm 0,08$
10 casais	$0,53 \pm 0,01$	$0,49 \pm 0,03$	$0,48 \pm 0,05$
50 casais	$0,54 \pm 0,03$	$0,54 \pm 0,04$	$0,53 \pm 0,03$
Fecundidade total			
1 casal	$33,3 \pm 1,06$ aA	$25,7 \pm 1,19$ bB	$19,7 \pm 1,72$ bC
10 casais	$34,7 \pm 0,75$ aB	$43,4 \pm 1,07$ aA	$41,7 \pm 1,80$ aA
50 casais	$34,9 \pm 0,76$ aB	$45,2 \pm 0,99$ aA	$44,2 \pm 0,86$ aA
Fecundidade diária			
1 casal	$4,7 \pm 0,15$ aA	$3,6 \pm 0,17$ bB	$2,8 \pm 0,24$ bC
10 casais	$4,9 \pm 0,10$ aB	$6,2 \pm 0,15$ aA	$5,9 \pm 0,26$ aA
50 casais	$5,0 \pm 0,10$ aB	$6,5 \pm 0,14$ aA	$6,3 \pm 0,12$ aA
Longevidade (dias)			
1 casal	$36,8 \pm 0,86$ aA	$25,1 \pm 0,87$ bB	$18,6 \pm 0,21$ bC
10 casais	$37,1 \pm 0,13$ aA	$32,3 \pm 0,33$ aB	$30,7 \pm 0,51$ aB
50 casais	$37,2 \pm 1,02$ aA	$30,9 \pm 0,38$ aB	$30,4 \pm 0,23$ aB

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada parâmetro biológico, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% nominal de significância.

Nas populações iniciadas com 10 e 50 casais foram verificados aumentos significativos no número de ovos colocados por fêmea da 2ª geração (4,9 e 5,0 ovos/fêmea/dia, respectivamente) para a 11ª geração (5,9 e 6,3 ovos/fêmea/dia, respectivamente) (Tabela 2). Carvalho et al. (2005) verificaram fecundidade de 5,6 ovos/fêmea/dia, a 25°C e Tommasini et al. (2004), fecundidade de 3,4 ovos/fêmea/dia, a 26°C , para *O. insidiosus* alimentados com ovos de *A. kuehniella*.

Os resultados obtidos quanto à fecundidade de *O. insidiosus* neste estudo, independente do número de casais fundadores, estão dentro dos padrões de qualidade recomendados pela IOBC e, de acordo com Lenteren et al. (2003), espécies de *Orius* devem apresentar acima de 2,1 ovos/fêmea/dia (≥ 30 ovos/fêmea, por 14 dias).

A longevidade de *O. insidiosus* variou significativamente entre o número de casais fundadores e as gerações avaliadas ($F=31,196$; $P<0,00001$) (Tabela 2). Na 2ª geração, não foi constatada diferença significativa na longevidade das fêmeas originadas dos diferentes casais fundadores. No entanto, na 6ª e na 11ª gerações, observaram-se menores longevidades nas fêmeas originadas das populações iniciadas com 1 casal, com 25,1 e 18,6 dias, respectivamente (Tabela 2). Tommasini et al. (2004) relataram longevidade de 42,3 dias e Carvalho et al. (2005), de 49,8 dias, para fêmeas de *O. insidiosus* alimentadas com ovos de *A. kuehniella*.

Não houve diferença significativa no peso das fêmeas de *O. insidiosus* ($F=0,549$; $P=0,725$) e no comprimento da tíbia posterior dos adultos desse predador, tanto das fêmeas ($F=0,669$; $P=0,6980$) como dos machos ($F=0,854$; $P=0,5445$), oriundos do campo, da criação de manutenção do laboratório e provenientes das populações iniciadas com números diferentes de casais fundadores (Tabela 3). Arijs & De Clercq (2001) encontraram peso de 0,42 mg e De Clercq et al. (2005) de 0,46 mg, ambos para fêmeas de *O. laevigatus* alimentadas com ovos de *A. kuehniella*, a 23°C.

Tabela 3. Peso de fêmeas (mg) e comprimento da tíbia posterior (mm) (\pm EP) de fêmeas e machos de *O. insidiosus* ($25\pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas).

Origem	Peso de fêmeas (mg)	Comprimento da tíbia (mm)	
		Fêmea	Macho
Campo	$0,33 \pm 0,01a$	$0,54 \pm 0,01a$	$0,54 \pm 0,01a$
Laboratório	$0,32 \pm 0,01a$	$0,54 \pm 0,01a$	$0,53 \pm 0,01a$
1 casal (G5)	$0,32 \pm 0,01a$	$0,53 \pm 0,01a$	$0,53 \pm 0,01a$
10 casais (G5)	$0,32 \pm 0,01a$	$0,53 \pm 0,01a$	$0,54 \pm 0,01a$
50 casais (G5)	$0,32 \pm 0,01a$	$0,53 \pm 0,01a$	$0,54 \pm 0,01a$
1 casal (G10)	$0,31 \pm 0,01a$	$0,53 \pm 0,01a$	$0,53 \pm 0,01a$
10 casais (G10)	$0,32 \pm 0,01a$	$0,54 \pm 0,01a$	$0,54 \pm 0,01a$
50 casais (G10)	$0,32 \pm 0,01a$	$0,54 \pm 0,01a$	$0,54 \pm 0,01a$

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

Tabela de vida de fertilidade de *Orius insidiosus*. Verificou-se que a taxa líquida de reprodução (R_0) das populações originadas a partir de 1 casal reduziu-se de 19,7, na 2ª geração, para 8,7, na 11ª geração (Tabela 4), indicando que cada fêmea, ao longo de sua vida, teve a capacidade de gerar cerca de 20 descendentes e diminuir este número para, aproximadamente, 9 descendentes. Para as populações iniciadas com 10 e 50 casais, os maiores valores de R_0 foram observados na 6ª geração, de 29,8 e 32,5, respectivamente (Tabela 4). O tempo médio entre o nascimento dos pais ao nascimento dos descendentes (T), ou seja, de uma geração de *O. insidiosus*, foi de 26 dias, independente do número de casais fundadores e gerações (Tabela 4).

Tabela 4. Taxa líquida de reprodução (R_0), intervalo de tempo entre cada geração (T) e taxa intrínseca de aumento (r_m) de *O. insidiosus* obtidos a partir de populações iniciadas com números diferentes de casais fundadores ($25\pm 2^\circ\text{C}$, 70% de UR e fotofase 12 horas).

Casais fundadores	Gerações	R_0	T	$r_m = \ln R_0 / T$
1	2 ^a	19,7	26,0	0,115
	6 ^a	9,8	26,0	0,088
	11 ^a	8,7	26,0	0,083
10	2 ^a	19,0	26,0	0,113
	6 ^a	29,8	26,0	0,129
	11 ^a	17,2	26,0	0,109
50	2 ^a	19,6	26,0	0,114
	6 ^a	32,5	26,0	0,134
	11 ^a	30,2	26,0	0,131

A taxa intrínseca de aumento (r_m) de *O. insidiosus*, obtida a partir de populações iniciadas com 1 casal, reduziu-se com o avanço das gerações, ou seja, variou de 0,115; 0,088 e 0,083, na 2^a, na 6^a e na 11^a geração, respectivamente (Tabela 4). Nas populações iniciadas com 10 e 50 casais, os maiores valores de r_m foram observados na 6^a geração, de 0,129 e 0,134, respectivamente.

As variações nos parâmetros de tabela de vida de *O. insidiosus* originados de diferentes casais fundadores podem ter sido influenciadas pelas alterações em seus parâmetros biológicos, como desenvolvimento, sobrevivência e capacidade reprodutiva. Meiracker (1994) relatou mudanças na taxa intrínseca de aumento (r_m) e na taxa líquida de reprodução (R_0) de *O. insidiosus* mantidos por 3 anos no laboratório, a 25°C . Segundo o autor, o R_0 reduziu-se de 86,3 para 73 e o r_m aumentou de 0,131 para 0,169, após 1 e 3 anos, respectivamente. Isso

pode ter ocorrido devido ao decréscimo no período de desenvolvimento e ao aumento no padrão de oviposição do predador ao longo das gerações. Neste contexto, Tommasini et al. (2004) relatam que os resultados de tabela de vida de *Orius* spp. também podem ser usados como um parâmetro de controle de qualidade na criação massal desses predadores, pois permite uma visão integrada das características biológicas da população mantida em determinadas condições.

As diferentes condições de criação de espécies de *Orius*, dentre elas a qualidade do alimento, a temperatura, a umidade e o fotoperíodo, também podem influenciar os parâmetros de tabela de vida desses predadores. Tommasini et al. (2004) encontraram, para *O. insidiosus*, taxa líquida de reprodução R_0 de 30,1; tempo de uma geração (T) de 33,6 dias e taxa intrínseca de aumento (r_m) de 0,101, quando o predador foi criado com ovos de *A. kuehniella*, a 26°C e fotofase 16 horas. Coccuza et al. (1997) encontraram, para *Orius laevigatus* (Fieber), R_0 de 19,08; T de 28,2 e r_m de 0,105 e, para *Orius albidipennis* (Reuter), R_0 de 26,63; T de 27,1 e r_m de 0,121, quando esses predadores foram alimentados com o tripses *F. occidentalis*, a 25°C.

Consumo de *Orius insidiosus*. O consumo de ninfas de segundo instar de *F. occidentalis* por fêmeas de *O. insidiosus* foi independente da origem do predador (Fig. 1). Não houve diferença significativa no número de tripses consumidos por *O. insidiosus*, no período de uma e quatro horas, independente da origem do predador e da geração avaliada. No entanto, no período de 24 e 48 horas, *O. insidiosus* originados do campo consumiram significativamente mais *F. occidentalis*, comparados àqueles originados de diferentes casais fundadores, tanto na 5ª geração ($F=218,98$; $P<0,0001$) (Fig. 1A), como na 10ª geração ($F=19,16$; $P<0,0001$) (Fig. 1B). Constatou-se, nas populações iniciadas com 1 casal, um consumo do predador por *F. occidentalis* significativamente menor, às 24 e às 48 horas, na 10ª geração, com 11,8 e 25,4 ninfas de tripses consumidas,

respectivamente, comparado ao de outros tratamentos avaliados (Fig. 1B). O consumo de *O. insidiosus* obtidos neste estudo, independente do número de casais fundadores, foi semelhante aos observados para outras espécies de *Orius*, pois variaram de 11,8 a 19,7 ninfas de tripes consumidas em 24 horas. Gitonga et al. (2002) verificaram um padrão de predação médio de *O. albidipennis* de 15 ninfas de *Megalurothrips sjostedti* Trybom e Monserrat et al. (2000), um consumo diário de 13 e 14 ninfas de segundo instar de *F. occidentalis* por *Orius majusculus* (Reuter) e *O. laevigatus*, respectivamente, no período de 24 horas. Também Nagai & Yano (1999) relataram que fêmeas de *Orius sauteri* (Poppius) consumiram, em média, 17,4 ninfas de segundo instar de *Thrips palmi* Karny, em 24 horas.

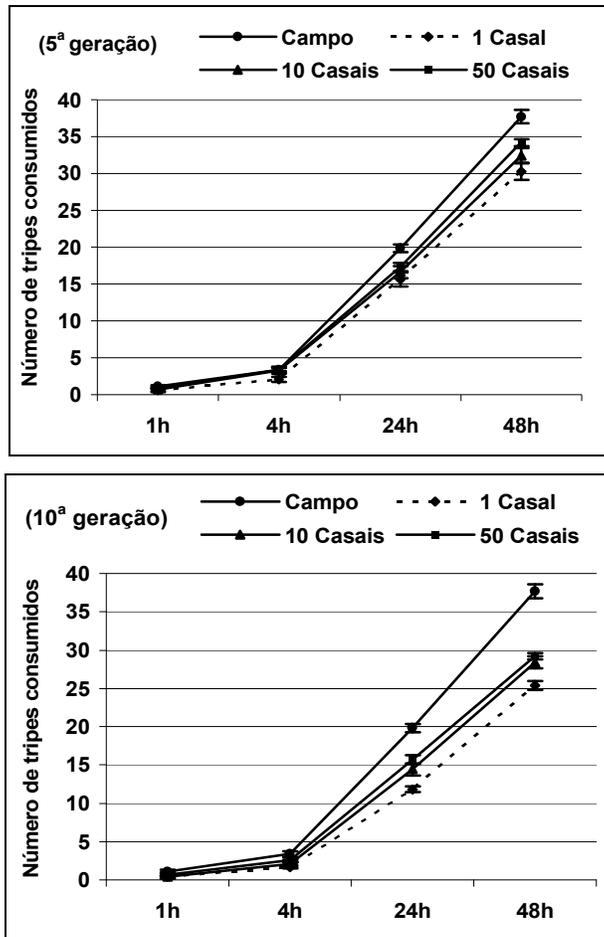


Fig. 1. Número cumulativo de ninfas de segundo instar de *F. occidentalis* consumidas, após o período de 1, 4, 24 e 48 horas, por fêmeas de *O. insidiosus* provenientes do campo e de populações iniciadas com números diferentes de casais fundadores na 5ª geração e na 10ª geração ($25\pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas).

Capacidade de orientação e busca. Os testes com o olfatômetro revelaram que as fêmeas de *O. insidiosus* foram capazes de distinguir os odores provenientes de plantas de pimentão infestadas com *F. occidentalis* e de plantas de pimentão não infestadas. No entanto, essa resposta de orientação foi influenciada pela origem das populações avaliadas (Fig. 2). Nas populações de *O. insidiosus* originadas de 1 casal, não houve diferença significativa na escolha entre planta de pimentão infestada com *F. occidentalis* e planta não infestada, ou seja, o predador não reconheceu aos estímulos liberados por plantas de pimentão infestadas (Fig. 2). A dificuldade dessas fêmeas em reconhecer odores de plantas infestadas com tripses pode estar relacionada ao efeito dos acasalamentos entre indivíduos aparentados. De acordo com Lenteren (2003), uma das conseqüências do endocruzamento é a produção de progênie com maior número de homozigotos, e esses indivíduos, geralmente, exibem características indesejáveis.

As fêmeas de *O. insidiosus* provenientes do campo, da criação de manutenção do laboratório e de populações iniciadas com 10 e 50 casais na 10ª geração escolheram significativamente mais odores da planta de pimentão infestadas com *F. occidentalis* (Fig. 2). Esse fato pode ser considerado positivo, uma vez que as fêmeas, mesmo sendo criadas sob condições artificiais (laboratório), ainda reconheceram odores de planta infestada com tripses. De acordo com Noldus (1989), a criação de insetos em laboratório pode conduzir a mudanças ou ao desaparecimento das respostas para os semioquímicos originados do complexo planta-presa, pois, nesse ambiente, muitas vezes, a atividade de busca dos inimigos naturais não é requerida para encontrar a presa.

Estes resultados podem ter sido influenciados pelo manejo dessas criações, as quais foram mantidas utilizando-se como substrato de oviposição inflorescências de picão-preto contendo pólen e, algumas vezes, apesar de terem sido desinfetadas com hipoclorito de sódio, também foi observada a presença de

triples. Esse suplemento alimentar oferecido ao predador, além dos ovos de *A. kuehniella*, pode ter auxiliado o *O. insidiosus* a ter contato com outros estímulos químicos dentro do laboratório e, dessa maneira, influenciar posteriormente seu desempenho no reconhecimento da presa. Mendes & Bueno (2001) relataram que o contato anterior de *O. insidiosus* com a presa pode fazer com que esse se oriente mais rapidamente em direção à presa, em uma experiência seguinte.

Além disso, a criação de manutenção de *O. insidiosus* do laboratório foi periodicamente renovada, introduzindo-se indivíduos selvagens, provenientes do campo, na criação, o que também pode ter contribuído para que o predador não perdesse a característica de reconhecimento da presa *F. occidentalis*. Vários autores relatam a necessidade da realização do rejuvenescimento da criação com a introdução de indivíduos selvagens (do campo) na criação de laboratório, desde que seja feita regularmente para que não ocorra incompatibilidade entre a população do campo e a do laboratório (Manson et al., 1987; Bartlett, 1994; Lenteren, 2003).

Foi constatada uma elevada porcentagem de fêmeas de *O. insidiosus* que não responderam a nenhum dos estímulos químicos emitidos, ou seja, que não alcançaram a extremidade de um dos braços, no período de 10 minutos avaliados (Fig. 2). Observou-se que 30% das fêmeas de *O. insidiosus* provenientes de populações iniciadas com 1 e com 10 casais não responderam aos odores de plantas de pimentão infestadas com *F. occidentalis* e plantas não infestadas (plantas limpas). Drukker et al. (2000) relataram que as respostas aos odores envolvidos na localização/reconhecimento da presa pelos antocorídeos podem ser modificadas por meio da experiência prévia e que 60% dos indivíduos de *Anthocoris nemoralis* (Fabricius) mantidos em uma geração no laboratório com ovos de *A. kuehniella* não responderam aos odores de plantas infestadas com psilídeos e que mais de 90% desse predador, coletado no campo, respondeu ao mesmo odor.

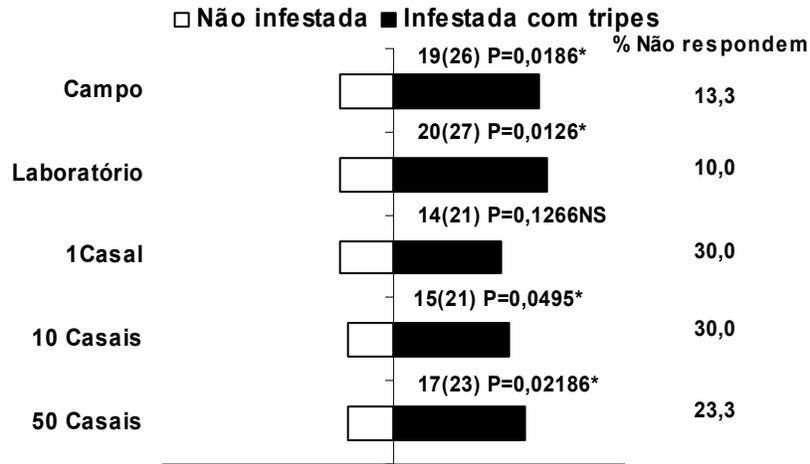


Fig. 2. Resposta de orientação e busca de *O. insidiosus*, originados do campo, da criação de manutenção do laboratório e de criações iniciadas com números diferentes de casais fundadores na 10ª geração e porcentagem de fêmeas que não responderam aos estímulos emitidos por plantas de pimentão infestadas com *F. occidentalis* e plantas não infestadas (NS= não significativo; * $P < 0,05$).

O coeficiente de endocruzamento f estimado na 11ª geração para as populações iniciadas com 1 casal foi de 0,256. Nas populações iniciadas com 10 e 50 casais, foram de 0,034 e 0,013, respectivamente, indicando menor o grau de cruzamento entre irmãos presente nessas populações, comparadas àquelas iniciadas com 1 casal ($f=0,256$). De acordo com Nunney (2003), esses efeitos estão relacionados ao nível do cruzamento e da sensibilidade da população do inimigo natural. De Clercq et al. (1998) estudaram os efeitos do endocruzamento em *Podisus maculiventris* (Say) e encontraram um valor de f maior que 0,4, após 30 gerações mantidas no laboratório. Com base nos parâmetros biológicos de

desenvolvimento, fecundidade, longevidade e peso do corpo, concluíram que essa espécie não sofreu depressões por endocruzamento.

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que, durante 11 gerações, as populações de *O. insidiosus* originadas de 1, 10 e 50 casais mantidas no laboratório foram capazes de se desenvolver e se reproduzir. A qualidade das populações de *O. insidiosus* com base nos parâmetros biológicos de período embrionário, desenvolvimento, razão sexual, fecundidade e longevidade, manteve-se em índices bastante satisfatórios ao longo das gerações avaliadas e em conformidade com os padrões recomendados pela IOBC e mencionados por Lenteren et al. (2003).

Uma das formas de detectar mudanças na colônia de laboratório é monitorar as mudanças fenotípicas, como o padrão de oviposição, a sobrevivência e a capacidade de vôo e, assim, mantendo uma avaliação freqüente no desempenho da colônia seria possível, segundo Manson et al. (1987), indicar as primeiras mudanças genéticas que estariam ocorrendo no laboratório. Também Roush (1990) relata que os agentes de controle biológico raramente exibem significativas depressões por autocruzamento no laboratório, pois esses agentes estão, muitas vezes, em baixa densidade em seu hábitat e experiências periódicas de diminuição no tamanho da população como resultado de mudança na abundância das presas/hospedeiros conduzem a uma exposição regular e à eliminação seletiva de alelos recessivos deletérios.

Nunney (2003) relatou que o endocruzamento pode não necessariamente conduzir a perdas de aptidão, mas pode afetar negativamente alguns parâmetros importantes para os agentes de controle biológico. Nesse estudo, nas populações de *O. insidiosus* iniciadas com 1 casal e mantidas com um maior grau de endocruzamento ($f=0,256$), a fecundidade mostrou redução de 40,8%, da 2ª para a 11ª geração e as fêmeas não responderam aos estímulos emitidos por plantas de pimentão infestadas com *F. occidentalis*, no teste com olfatômetro. Esses

resultados revelaram uma perda de qualidade nessas populações. Segundo Roush e Hopper (1995), em colônias de laboratório, uma perda na produção de ovos de até 25% devido ao endocruzamento pode ser tolerada, devido à prolificidade da maioria dos insetos. Manson et al. (1987) relataram que o comportamento reprodutivo dos insetos é grandemente afetado pela colonização e mudanças neste parâmetro não somente afetam os aspectos quantitativos de produção, mas também a qualidade dos insetos produzidos no laboratório.

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que criações de *O. insidiosus* podem ser iniciadas com 10 casais, sem que perdas significativas de qualidade sejam observadas nos indivíduos quanto aos parâmetros biológicos e aos aspectos comportamentais (reconhecimento da presa). Segundo Nunney (2003), a manutenção de pequenas subpopulações independentes pode assegurar o sucesso reprodutivo de um maior número de genótipos, evitando perdas em larga escala.

Além disso, pôde-se verificar que o manejo da criação de *O. insidiosus*, como a oferta de pólen e, às vezes, tripes presentes nas inflorescências de picão-preto, além da freqüente introdução de indivíduos selvagens na criação, favoreceu a manutenção dos atributos naturais desse predador (reconhecimento da presa). Apesar de vários autores recomendarem a introdução de indivíduos selvagens (do campo) na criação (Manson et al., 1987; Bartlett, 1994; Lenteren, 2003), são raros os estudos que apresentam os fatores positivos dessa prática. Nunney (2003) relata que freqüentes introduções de indivíduos selvagens na criação do laboratório podem apresentar problemas e gerar inconvenientes, como a necessidade de algumas gerações para adaptação às condições do laboratório, o risco de introduzir espécies ou ‘*strains*’ diferentes, além dos danos de introdução de patógenos ou hiperparasitóides na criação. No entanto, neste estudo, foram mostrados os benefícios dessa atividade, a qual poderá ser

utilizada desde que seja feita de maneira criteriosa (identificando corretamente a espécie) e freqüente.

Dentre os parâmetros biológicos monitorados, a fecundidade demonstrou ser uma variável adequada para detectar perda de qualidade na criação de *O. insidiosus* no laboratório. O teste com olfatômetro mostrou-se também bastante eficiente e sensível na determinação da qualidade de *O. insidiosus*, em condições de laboratório. Assim, além do monitoramento dos parâmetros biológicos, a avaliação da interação planta-herbívoro-inimigo natural poderá auxiliar na identificação de problemas na qualidade desses agentes produzidos em laboratório, de maneira mais precisa e antes que os mesmos sejam comercializados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIJS, Y.; CLERCQ, P. de. Rearing *Orius laevigatus* on cysts of the brine shrimp *Artemia franciscana*. **Biological Control**, Orlando, v. 21, p. 79-83, 2001.

ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH, L. C. The innate capacity for increase in numbers. In: _____. **The distribution and abundance of animals**. Chicago: University of Chicago, 1954. p. 31-54.

BARTLETT, A. C. Maintaining genetic diversity and laboratory colonies of parasites and predators. In: NARANG, S. K.; BARTLETT, A. C.; FAUST, R. M. (Eds.). **Applications of genetics to arthropods of biological control significance**. Florida: CRC, 1994. p. 133-145.

BUENO, V. H. P. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. 207 p.

BUENO, V. H. P. Controle biológico de tripes: pragas sérias em cultivos protegidos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, p. 31-39, 2005.

BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M.; MOURA, N. Optimization of mass-rearing of *Orius insidiosus*: how far are we? **Global IOBC Bulletin**, v. 3, p. 18-19, 2007.

BUENO, V. H. P.; MENDES, S. M.; CARVALHO, L. M. Evaluation of a rearing-method for the predator *Orius insidiosus*. **Bulletin Insectology**, Bologna, v. 59, p. 1-6, 2006.

CARVALHO, A. R.; BUENO, V. H. P.; SANTANA, A. G.; MOURA, N.; LOUZADA, E. A. Efeito de taxas de liberações de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) para controle de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera) em plantio comercial de gérbera. In: SICONBIOL - SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 10., 2007, Brasília, Embrapa, **Resumos...** Brasília, Embrapa Recursos Genéticos, 2007.

CARVALHO, L. M.; BUENO, V. H. P.; MENDES, S. M. Response of two *Orius* species to temperature. **IOBC/ WPRS Bulletin**, v. 28, n. 1, p. 43-46, 2005.

CASTAÑÉ, C. R.; QUERO, J.; RIUDAVETS. The brine shrimp *Artemia* sp. as alternative prey for rearing bug *Macrolophus caliginosus*. **Biological Control**, Orlando, v. 38, p. 405-412, 2006.

CLERCQ, P. de; VANDEWALLE, M.; TIRRY, L. Impact of inbreeding on performance of the predator *Podisus maculiventris*. **BioControl**, Orlando, v. 43, p. 299-310, 1998.

COCUZZA, G. E.; CLERCQ, P. de; VEIRE, M. van de; COCK, A. de; DEGHEELE, D.; VACANTE, V. Reproduction of *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* on pollen and *Ephestia kuehniella* eggs. **Entomology Experimental et Applicata**, Dordrecht, v. 82, p. 101-104, 1997.

CROW, J. F.; KIMURA, M. **An introduction to population genetics theory**. New York: Harper & Row, 1970. 591 p.

DINIZ, A. J. F.; BUENO, V. H. P.; CARVALHO, A. R.; PEDROSO, E. C.; SILVA, R. J.; CARVALHO, L. M. Desinfection of oviposition substrate with sodium hypochlorite: effects on some biological traits of *Orius thyestes*. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 29, p. 215-218, 2006.

DRUKKER, B. J.; BRUIN; SABELIS, M. W. Anthocorid predators learn to associate herbivore-induced plant volatiles with presence or absence of prey. **Physiological Entomology**, v. 25, p. 260-265, 2000.

GITONGA, L. M.; OVERHOLT, W. A.; LOHR, B.; MAGAMBO, J. K.; MUEKE, J. M. Functional response of *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) to *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae). **Biological Control**, Orlando, v. 24, n. 1, p. 1-6, 2002.

HOPPER, K. R.; ROUSH, R. T.; POWELL, W. Management of genetics of biological control introductions. **Annual Review Entomology**, Stanford, v. 38, p. 27-51, 1993.

ISENHOUR, D. J.; YEARGAN, K. V. Effect of temperature on the development of *Orius insidiosus*, with notes on laboratory rearing. **Annals Entomological Society of America**, College Park, v. 74, p. 114-116, 1981.

JOSLYN, D. J. Maintenance of genetic variability in reared insects. In: KING, E. G.; LEPPLA, N. C. (Eds.). **Advances and challenges in insect rearing**. New York: Agricultural Research Service, 1984. 306 p.

LENTEREN, J. C. van. Need for quality control of mass-produced biological control agents. In: _____. **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. London, CAB 2003. p. 1-17.

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 (Ed.). **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. London: CAB, 2003. p. 265-303.

LENTEREN, J. C. van; WOETS, J. Biological and integrated pest control in greenhouses. **Annual Review Entomology**, Stanford, v. 33, p. 239-269, 1988.

LOUKAS, M.; ECONOMOPOULOS, E.; ZOUROS, E.; VERGINI, Y. Genetic changes in artificially reared colonies of the olive fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Annals Entomological Society of America**, College Park, v. 78, p. 159-165, 1985.

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

MANSON, L. J.; PASHLEY, D.P.; JOHNSON, S.J. The laboratory as an altered habitat: phenotypic and genetic consequences of colonization. **Florida Entomologist**, Florida, v. 70, n. 1, p. 49-58, 1987.

MEIRACKER, R. A. F. van den. Induction and termination for diapause in *Orius* predatory bugs. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 73, p. 127-137, 1994.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P. Biologia de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) alimentado com *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 423-428, 2001.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P.; ARGOLO, V. M.; SILVEIRA, L. C. P. Type of prey influences biology and consumption rate of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 46, p. 99-103, 2002.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M.; REIS, R. P. Custo de produção de *Orius insidiosus* como agente de controle biológico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 5, p. 441-446, 2005a.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Orius insidiosus* (Say). **Revista Brasileira Entomologia**, São Paulo, v. 49, n. 4, p. 575-579, 2005b.

MONSERRAT, M. R.; ALBAJES; CASTAÑÉ, C. Functional response of four heteroptera predators preying on greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) and western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 29, n. 2, p. 1075-1082, 2000.

NAGAI, K.; YANO, E. Effects of temperature on the development and reproduction of *Orius sauteri* (Poppius) (Heteroptera: Anthocoridae), a predator of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae). **Applicata Entomological and Zoology**, v. 34, p. 223-229, 1999.

NOLDUS, L. P. J. J. Semiochemicals, foraging behaviour and quality of entomophagous insects for biological control. **Journal Applicata Entomology**, Dordrecht, v. 108, p. 425-451, 1989.

NUNNEY, L. Managing captive populations for release: a population-genetic perspective. In: LENTEREN, J. C. (Ed.). **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. London, CAB, 2003. p. 73-87.

PARRA, J. R. P. Criação massal de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.). **Controle biológico no Brasil: predadores e parasitóides**. São Paulo: Manole, 2002. p. 143-164, 635 p.

RIUDAUVETS, J.; GABARRA, R.; CASTAÑÉ, C. *Frankliniella occidentalis* predation by native natural enemies. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 16, p. 137-140, 1993.

ROUSH, R. T. Genetic variation in natural enemies: critical issues for colonization in biological control. In: MACKAUER, M.; EHLER, L. E.; ROLAND, J. (Eds.). **Critical issues in biological control**. Intercept: Andover, 1990. p. 263-288.

ROUSH, R. T.; HOPPER, K. R. Use of single family lines to preserve genetic variation in laboratory colonies. **Annual Entomology of Society of America**, College Park, v. 88, p. 713-717, 1995.

SILVEIRA, L. C. P.; BUENO, V. H. P.; MENDES, S. M. Records of two *Orius* Wolff (Hemiptera, Anthocoridae) in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 47, n. 2, p. 303-306, 2003.

SILVEIRA, L. C. P.; BUENO, V. H. P.; LOUZADA, J. N. C.; CARVALHO, L. M. Percevejos predadores (*Orius* spp.) (Hemiptera: Anthocoridae) e tripes (Thysanoptera): interação no mesmo habitat? **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 767-773, 2005.

TOMMASINI, M. G.; LENTEREN, J. C. van; BURGIO, G. Biological traits and predation capacity of four *Orius* species on two prey species. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 57, n. 2, p. 79-93, 2004.

VENZON, M.; JASSEN, A.; SABELIS, M. W. Attraction of a generalist predator towards herbivore-infested plants. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 93, p. 305-314, 1999.

YAMAZAKI, T. Detection of single gene affect by inbreeding. **Nature**, London, v. 240, p. 53-54, 1972.

ARTIGO 2

Controle de qualidade de *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae) em criações iniciadas com números diferentes de casais fundadores (Preparado de acordo com as normas da BioControl, exceto as citações (NBR 10520) e as referências bibliográficas (NBR 6023))

Lívia M. CARVALHO¹

Vanda H. P. BUENO¹

Cristina CASTAÑÉ²

¹Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037, CEP. 37200-000, Lavras, MG, Brasil. ²Departamento de Proteção Vegetal, Institute de Recerca e Tecnologia Agroalimentarie (IRTA), Centre de Cabrils, Ctra. Cabrils s/n, 08348 Cabrils (Barcelona), Espanha.

Controle de qualidade de *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae) em criações iniciadas com números diferentes de casais fundadores

Resumo. Esse trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade de *Orius laevigatus* (Fieber) em criações iniciadas com números diferentes de casais fundadores em 11 gerações no laboratório. Foram realizadas coletas de, aproximadamente, 750 adultos de *O. laevigatus*, na província de Barcelona, Espanha, em áreas distantes entre si como tentativa de evitar a obtenção de indivíduos aparentados. As criações foram iniciadas com um, dez e cinquenta casais fundadores, contendo cinco repetições cada e relacionando-se o número de casais fundadores com a qualidade das populações do predador ao longo das gerações. A cada dois dias, como fonte de alimento, foram oferecidos ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) e, como substrato de oviposição, vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). As criações foram mantidas em câmara climatizada a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 16 horas. Observou-se que a qualidade das populações de *O. laevigatus*, com base no período embrionário, no desenvolvimento e na longevidade mantiveram-se em índices satisfatórios no decorrer das gerações. As populações iniciadas a partir de 1 casal de *O. laevigatus* apresentaram redução na fecundidade de 48,6% (29 para 14,9 ovos/fêmea), da 2ª geração para a 11ª geração e somente as populações originadas de 50 casais, na 5ª geração, ainda reconhecem os estímulos emitidos por plantas de pepino infestadas com *Frankliniella occidentalis* (Pergande). As criações de *O. laevigatus* podem ser iniciadas com 50 casais, sem significativas perdas de qualidade nos parâmetros biológicos e aspectos comportamentais desse predador.

Palavras-chave: controle biológico, controle de qualidade, criação massal, predador.

Quality control of *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae) in rearings initiated with different numbers of founder couples

Abstract. The objective of this study was to evaluate *Orius laevigatus* (Fieber) quality in rearings started with different numbers of founder couples during eleven generations in the laboratory. Collections of approximately 750 *O. laevigatus* adults were made in the province of Barcelona, Spain, in areas equidistant from one another, in an attempt to prevent the collection of related individuals. Rearings were initiated with 1 (one), ten, and fifty founder couples, containing five replicates each. *Anagasta kuehniella* (Zeller) eggs were offered every two days as a source of food, and bean pods (*Phaseolus vulgaris* L.) were provided as oviposition substrate. The rearings were maintained in climatic chamber at $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ RH, and a 16-hour photophase. Based on the duration of the embryonic period, development, and longevity, it was observed that the quality of *O. laevigatus* populations were kept at quite satisfactory levels throughout the generations. Populations started from *O. laevigatus* a single couple showed a fecundity reduction of 48.6% from the 2nd to the 11th generation; only populations originated from 50 founder couples in the 5th generation recognized the stimuli emitted by cucumber plants infested with *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *O. laevigatus* rearings can be started with 50 founder couples without significant quality losses in the biological parameters and behavioral aspects of this predator.

Key words: biological control, quality control, mass rearing, predator.

Introdução

O uso de predadores do gênero *Orius* para controle de tripes é, hoje, uma realidade em diversos países. Um grande número de empresas produz esses inimigos naturais e os vende aos agricultores. Na Europa, a espécie paleártica *Orius laevigatus* (Fieber) tem sido a mais pesquisada e já está disponível comercialmente, juntamente com outras espécies de *Orius*, principalmente para programas de controle biológico de tripes em cultivos em casas de vegetação (Lenteren, 2003; Tommasini et al., 2004).

A criação massal de insetos em laboratório, se mal conduzida, pode mudar as características do desenvolvimento e de reprodução durante as várias gerações, ocasionando diminuição na sua efetividade quando liberados como agente de controle biológico (Lenteren, 2003; Nunney, 2003). O declínio na qualidade de insetos produzidos em laboratório pode ocorrer devido à deriva genética, à seleção e ao endocruzamento (Mackauer, 1976; Hopper et al., 1993). Para que a qualidade desses agentes seja preservada ao longo das gerações, são necessários cuidados no estabelecimento da colônia, principalmente em relação ao tamanho da população fundadora.

De acordo com Nunney (2003), a adaptação e a perda de variabilidade genética, durante a fase inicial da colonização, podem contribuir para que ocorram falhas no uso dos agentes de controle biológico. Bartlett (1985) relata que o tamanho inicial da colônia depende de vários fatores, como facilidade de coleta, tamanho do organismo e disponibilidade de estrutura física para o armazenamento e recepção dos indivíduos. Além disso, vários autores recomendam a manutenção de populações pequenas, visando preservar a variabilidade de inimigos naturais criados no laboratório (Roush, 1990; Hopper et al., 1993; Nunney, 2003). Segundo Nunney (2003), a manutenção de

subpopulações independentes assegura o sucesso reprodutivo de um maior número de genótipos e evita perdas em larga escala para as populações.

A maioria dos laboratórios de criação massal monitora a qualidade dos insetos produzidos, utilizando parâmetros biológicos como fecundidade, viabilidade dos ovos, longevidade, emergência e razão sexual (Lenteren, 2003). Noldus (1989) relata que as respostas comportamentais dos agentes de controle aos semioquímicos também são importantes fatores a serem avaliados nos testes de controle de qualidade. De acordo com Nunney (2003), os componentes mínimos necessários para medir a qualidade da população de insetos criados no laboratório são a habilidade dos indivíduos para dispersar no local da liberação e encontrar o alvo (presa), a habilidade para interagir com o alvo (comer a presa) e a habilidade de sobreviver no ambiente e continuar a encontrar seu alvo.

Critérios quanto às avaliações do controle de qualidade de predadores do gênero *Orius* já foram formulados e estão sendo utilizado pelos empresários do controle biológico, de acordo com as normas padrões desenvolvidas pela Organização Internacional para o Controle Biológico de Animais e Plantas Nocivos (IOBC) (Lenteren et al., 2003; Tommasini et al., 2004). No entanto, segundo Nunney (2003), há, relativamente, poucos estudos documentando o declínio na qualidade dos insetos produzidos associado à criação massal e as suas conseqüências para o controle biológico.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade de *O. laevigatus* em criações iniciadas com números diferentes de casais fundadores, em onze gerações no laboratório, com base nos parâmetros biológicos. Além disso, realizou a avaliação do comportamento quanto ao reconhecimento da presa pelo teste com olfatômetro, visando detectar, com maior precisão e rapidez, uma possível diminuição na qualidade desse agente de controle.

Material e métodos

Obtenção e criação de *Orius laevigatus*

No período de 1º de maio a 6 de junho de 2006, foram realizadas coletas de, aproximadamente, 750 adultos de *O. laevigatus*, na província de Barcelona, Espanha. Dos adultos amostrados, 51,2% foram coletados na localidade de Cabrils; 35,8%, em Vilassar de Dalt; 11,4%, em Baix Llobregat e 1,6%, em Santa Susana, como tentativa de evitar a obtenção de indivíduos aparentados. Os predadores foram coletados pelo método da batida (*tapping method*) das plantas em bandeja branca. As plantas amostradas foram *Argyranthemum frutescens* L., *Brassica nigra* L., *Cynara scolymus* L., *Fagopyrum esculentum* Moench., *Helianthus annuus* L., *Lavanda latifolia* L., *Lobularia maritima* (L.), *Rosmarinus officinalis* L., *Thymbra capitata* L. e *Thymus vulgaris* L..

No laboratório do Departamento de Proteção Vegetal do Institute de Recerca e Tecnologia Agroalimentarie (IRTA), foram realizadas a triagem e a identificação dos insetos coletados, de acordo com a chave taxonômica apresentada por Riudavets (1995). Posteriormente, adultos do predador foram mantidos coletivamente, sendo cerca de 375 indivíduos em cada recipiente de vidro (2 litros). A cada dois dias, como fonte de alimento, foram oferecidos ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) e, como substrato de oviposição, vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). Dentro desses recipientes também foi colocado papel-toalha dobrado, visando evitar o canibalismo. Posteriormente, as vagens de feijão contendo os ovos de *O. laevigatus* foram transferidas para recipientes de plástico de 500 ml, contendo papel-toalha dobrado. Após a eclosão, as ninfas foram alimentadas com ovos de *A. kuehniella*, a cada dois dias. Os recipientes foram mantidos em câmara climatizada, a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, com umidade relativa de $70\pm 10\%$ e fotofase de 16 horas. Após a obtenção dos adultos da primeira

geração do laboratório, foi realizada a separação de sexos, formando-se os casais que foram utilizados na formação das colônias de casais fundadores.

Avaliação da qualidade de *Orius laevigatus* produzidos em laboratório

Primeiramente, foram iniciadas criações do predador com 1, 10 e 50 casais, visando relacionar o número de casais fundadores com a qualidade das populações de laboratório ao longo das gerações, sendo cada uma delas constituída de cinco repetições. Após a separação dos casais fundadores, os mesmos foram mantidos no mesmo tipo de recipiente e nas condições climáticas citadas anteriormente. Em cada geração, foram selecionados 100 adultos (50 fêmeas e 50 machos) de cada repetição, para a manutenção da criação correspondente a cada tratamento para a geração seguinte, visando estimular o acasalamento entre irmãos (De Clercq et al., 1998). Avaliou-se a qualidade dos indivíduos produzidos no laboratório na 2ª, na 6ª e na 11ª gerações, pois vários autores relataram que as mudanças adaptativas mais significativas foram observadas nas primeiras dez gerações de criação de insetos no laboratório (Loukas et al., 1985; Hopper et al., 1993; Lenteren, 2003; Nunney, 2003).

Parâmetros biológicos avaliados

Foram selecionados 50 ovos por repetição de cada tratamento e avaliados o período embrionário e a viabilidade. Posteriormente, 50 ninfas recém-eclodidas, com até 24 horas de idade, de cada tratamento, foram individualizadas, em recipientes plásticos de 7 cm de diâmetro x 3 cm de altura, contendo ovos de *A. kuehniella* e vagem de feijão, as quais foram observadas, a cada dois dias, até a obtenção dos adultos. Foram avaliados o período de desenvolvimento ninfal, a porcentagem de ninfas que sobreviveram até a fase

adulta e a razão sexual. Os adultos obtidos de cada tratamento foram mantidos, por três a quatro dias, em recipiente de vidro de 2 litros contendo ovos de *A. kuehniella*, vagem de feijão e papel-toalha dobrado, visando permitir o acasalamento. Posteriormente, as fêmeas foram individualizadas em recipientes de plástico de 7 cm de diâmetro x 3 cm de altura, contendo ovos de *A. kuehniella* e vagem de feijão. Avaliou-se o número de ovos colocados por fêmea no período de sete dias, de acordo com metodologia proposta por Castañé et al. (2006), assim como a longevidade das fêmeas.

Avaliou-se o peso das fêmeas e, para isso, foram selecionadas 25 recém-emergidas e com até 48 horas de vida, por tratamento, além de outras provenientes do campo e da criação de manutenção do laboratório. Essas fêmeas foram colocadas em cápsula de gelatina, em grupos de cinco e pesadas em balança de precisão. Para a avaliação do comprimento da tíbia posterior, foram selecionados 20 machos e 20 fêmeas de cada tratamento, na 5ª e na 10ª geração, além de indivíduos oriundos do campo e da criação de manutenção do laboratório. A medição da tíbia posterior foi realizada em microscópio estereoscópico com aumento de 40 vezes com objetiva micrométrica. Os adultos de *O. laevigatus* provenientes do campo utilizados no experimento foram coletados em plantas espontâneas e considerou-se que esses indivíduos tiveram uma experiência prévia com a presa *F. occidentalis*. Aqueles oriundos da criação de manutenção do laboratório foram mantidos, por sucessivas gerações, alimentados com ovos de *A. kuehniella* e vagens de feijão como substrato de oviposição.

Consumo de *Orius laevigatus*

O consumo de fêmeas de *O. laevigatus* obtidas do campo e daquelas originadas das criações de diferentes casais, na 5ª e na 10ª geração, foi avaliado

em câmara climatizada a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 16 horas. As fêmeas do campo foram obtidas conforme item relativo aos parâmetros biológicos. O consumo foi avaliado tendo como presa ninfas de segundo instar de *Frankliniella occidentalis* (Pergande), as quais foram criadas em cotilédones de plantas de algodão, de acordo com metodologia proposta por Riudavets et al. (1993).

Na observação do consumo, foram utilizados, como arenas, recipientes de acrílico de 8 cm de diâmetro por 3 cm de altura, contendo, no fundo, algodão umedecido e disco de papel filtro de 8 cm de diâmetro, para manter a umidade no seu interior. A cada 24 horas, trinta ninfas de segundo instar de *F. occidentalis* foram oferecidas como presas, mantidas sobre um pedaço de vagem de feijão de 3 cm. Fêmeas de *O. laevigatus* do campo e provenientes das populações iniciadas com números diferentes de casais foram armazenadas sem alimento por 24 horas e, posteriormente, introduzidas, individualmente, em cada arena. O número de presas consumidas foi avaliado após períodos de 1; 4; 24 e 48 horas. Ninfas de tripes foram consideradas predadas quando restou apenas o exoesqueleto ou quando tiveram seu conteúdo parcialmente removido.

Capacidade de orientação e busca

Para avaliação da resposta de orientação e busca da presa por *O. laevigatus*, foi oferecido às fêmeas originadas do campo e da criação de manutenção do laboratório, além daquelas originadas das criações de diferentes casais, na 5^a e na 10^a geração, a escolha entre odores da planta de pepino infestada com 20 tripes *F. occidentalis*, por 48 horas e de planta de pepino não infestada (planta sem a presa). As fêmeas do campo e da criação de manutenção do laboratório foram obtidas conforme item dos parâmetros biológicos. O

experimento foi conduzido em sala climatizada a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, com umidade relativa de $70\pm 10\%$, com iluminação artificial.

As plantas de pepino utilizadas nos testes foram cultivadas em recipientes de plástico de 100 ml, até apresentarem as folhas primárias totalmente expandidas com, aproximadamente, 10 cm. Para a proteção das plantas, as mesmas foram mantidas em sala climatizada, a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $80\pm 10\%$, fotofase de 16 horas e, antes de serem utilizadas, foram examinadas quanto à presença de insetos. A infestação das plantas foi realizada 48 horas antes dos testes, colocando-se uma planta de pepino dentro de um recipiente de vidro de 2 litros contendo 20 tripes adultos. Esse recipiente foi mantido fechado com tampa plástica, contendo abertura no centro, vedada com tecido tipo 'voile' para proporcionar ventilação. As plantas não infestadas foram mantidas em recipientes de vidros de 2 litros sem os tripes.

O olfatômetro consistiu de um tubo de acrílico em forma de 'Y', conforme metodologia proposta por Venzon et al. (1999). Fêmeas de *O. laevigatus* (originadas do campo, criação de manutenção do laboratório e das populações iniciadas com diferentes casais) foram armazenadas, sem alimento, por um período de 24 horas. Posteriormente, cada fêmea foi introduzida individualmente no olfatômetro, sendo observado o deslocamento da mesma para um dos braços do olfatômetro. Assim que as fêmeas foram colocadas individualmente na arena, foi acionado um cronômetro, que só foi desligado quando cada fêmea alcançou a extremidade de um dos braços do olfatômetro. O período máximo de observação foi de 10 minutos. Se um indivíduo gastou mais do que 10 minutos sem alcançar a extremidade de um dos braços, foi considerado sem chance de escolha, ou seja, como não respondendo aos tratamentos. Após a avaliação de cinco fêmeas, passou-se uma pinça contendo algodão umedecido em álcool (70%) no interior do tubo, para remover possíveis

vestígios (fezes) deixados pelo predador. Além disso, a origem dos odores foi colocada em lado oposto do braço do olfatômetro.

Análise de dados

Na análise dos dados dos parâmetros biológicos de *O. laevigatus*, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com número de repetições diferentes por tratamento. Os dados foram interpretados estatisticamente por meio da análise de variância e, quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade. Os dados do potencial de consumo foram feitos pela análise de variância de medidas repetidas no tempo e, posteriormente, foi utilizado teste Tukey com o cálculo da diferença mínima significativa e probabilidade de erro de 5%.

Os parâmetros de tabela de vida de fêmeas de *O. laevigatus* avaliados foram taxa intrínseca de aumento r_m ($r_m = \ln R_0/T$), ou seja, número de vezes em que a população se multiplica em uma unidade de tempo; taxa líquida reprodutiva R_0 ($R_0 = \sum x. l_x . m_x$), que é a taxa de aumento populacional, considerando fêmeas de uma geração para outra e o tempo de cada geração T [$T = (\sum m_x . l_x . x) / (\sum m_x . l_x)$], que é o tempo que leva para a população duplicar em número, em que x é a idade em dias, l_x é a sobrevivência em idade específica e m_x é a fertilidade em idade específica (Andrewartha & Birch, 1954; Meiracker, 1994; Tommasini et al. 2004).

Para o teste com o olfatômetro, foram realizadas 30 repetições para cada tratamento, sendo cada repetição composta por um indivíduo. Os dados foram interpretados estatisticamente por meio do teste de hipótese Z bilateral para proporção de preferência por tripes, a 5% de significância. Para as avaliações genéticas, foi calculado o número efetivo da população (N_e) baseado na expressão para organismos diplóides $N_e = 4N_m N_f / (N_m + N_f)$, em que N_m é o

número de machos e N_f é o número de fêmeas. O coeficiente de endocruzamento f , o qual mede a proporção de genes que os parentes têm em comum, foi calculado pela expressão $f_t = f_{t-1} + (1 - 2f_{t-1} + f_{t-2})/2N_{e(t-2)}$ e, quando seu valor for mais próximo de 1, representa uma população mais homozigótica (Crow & Kimura, 1970).

Resultados e discussão

Parâmetros biológicos de *Orius laevigatus*

O período embrionário de *O. laevigatus* variou significativamente entre o número de casais fundadores e a geração ($F= 31,39$; $P<0,00001$) (Tabela 1). Populações iniciadas com 1 casal de *O. laevigatus* colocaram ovos que apresentaram período embrionário significativamente maior (5,0 dias) na 6ª geração, comparado àquelas iniciadas com 10 e 50 casais (3,7 e 3,6 dias, respectivamente) (Tabela 1). Na 2ª e na 11ª gerações, não foram verificadas diferenças significativas entre o período embrionário de *O. laevigatus* criados a partir dos diferentes números de casais (Tabela 1). Tommasini et al. (2004) verificaram período embrionário de 4,2 dias quando *O. laevigatus* foi criado como ovos de *A. kuehniella*, a 26°C e Coccuza et al. (1997), de 4,0 dias, quando o predador foi alimentado com *F. occidentalis*, a 25°C.

A viabilidade dos ovos de *O. laevigatus* foi semelhante entre as populações de casais fundadores, independente da geração, variando de 88,8% a 94% ($F=0,7845$; $P=0,5427$) (Tabela 1). De Clercq et al. (2005) verificaram viabilidade dos ovos de *O. laevigatus* acima de 90%, quando o predador foi criado com ovos de *A. kuehniella*, a 23°C.

Tabela 1. Período embrionário (dias), viabilidade dos ovos (%), desenvolvimento ninfal (dias) e sobrevivência ninfal (%) (\pm EP) de *O. laevigatus* obtidos a partir de números diferentes de casais fundadores ($25\pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 16 horas).

Parâmetro biológico	2ª geração	6ª geração	11ª geração
Período embrionário (dias)			
1 casal	$4,8 \pm 0,08$ aA	$5,0 \pm 0,08$ aA	$4,4 \pm 0,08$ aB
10 casais	$4,8 \pm 0,08$ aA	$3,7 \pm 0,08$ bC	$4,3 \pm 0,08$ aB
50 casais	$5,0 \pm 0,08$ aA	$3,6 \pm 0,08$ bC	$4,5 \pm 0,08$ aB
Viabilidade dos ovos (%)			
1 casal	$88,8 \pm 1,62$ aB	$94,0 \pm 2,92$ aA	$86,0 \pm 1,62$ aB
10 casais	$89,6 \pm 3,16$ aA	$92,8 \pm 1,49$ aA	$89,2 \pm 1,01$ aA
50 casais	$88,8 \pm 3,63$ aB	$92,8 \pm 1,35$ aA	$92,0 \pm 1,54$ aA
Desenvolvimento ninfal (dias)			
1 casal	$13,2 \pm 0,14$ aB	$13,9 \pm 0,14$ aA	$12,1 \pm 0,14$ bC
10 casais	$13,6 \pm 0,14$ aA	$11,4 \pm 0,14$ bC	$12,2 \pm 0,14$ bB
50 casais	$13,5 \pm 0,14$ aA	$11,6 \pm 0,14$ bC	$12,7 \pm 0,14$ aB
Sobrevivência ninfal (%)			
1 casal	$84,4 \pm 1,16$ aA	$56,0 \pm 3,40$ bC	$68,8 \pm 4,12$ bB
10 casais	$72,4 \pm 2,90$ bB	$94,0 \pm 0,63$ aA	$56,4 \pm 4,02$ cC
50 casais	$67,6 \pm 2,71$ bC	$93,2 \pm 1,01$ aA	$77,2 \pm 2,57$ aB

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada parâmetro biológico, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

O período de desenvolvimento de *O. laevigatus* reduziu aproximadamente um dia, da 2ª geração para a 11ª geração, nas populações iniciadas com os diferentes números de casais (Tabela 1). Meiracker (1994) observou redução significativa de 3,6 e 4,9 dias no desenvolvimento de fêmeas e

machos de *Orius insidiosus* (Say), respectivamente, quando esse predador foi criado durante três anos consecutivos no laboratório.

A duração do desenvolvimento de *O. laevigatus* foi significativamente diferente de acordo com o número dos casais fundadores e as gerações ($F=40,99$; $P<0,00001$) (Tabela 1). Populações iniciadas com 1 casal de *O. laevigatus* apresentaram maior duração no desenvolvimento (13,9 dias) na 6ª geração, comparadas às populações de 10 e 50 casais (11,4 e 11,6 dias, respectivamente) (Tabela 1). Na 2ª geração, não foi observada diferença significativa na duração do desenvolvimento entre as populações de *O. laevigatus* originadas de diferentes números de casais (Tabela 1). Na 11ª geração, os menores períodos de desenvolvimento do predador foram verificados nas populações iniciadas com 1 e com 10 casais (12,1 e 12,2 dias, respectivamente), comparadas àquelas iniciadas com 50 casais (12,7 dias) (Tabela 1). Tommasini et al. (2004) observaram, para *O. laevigatus*, período de desenvolvimento de 16,0 dias, a 25°C. Arijs & De Clercq (2001) verificaram duração ninfal de 13,9 dias e De Clercq et al. (2005), de 12,2 dias, ambos para *O. laevigatus* mantidos com ovos de *A. kuehniella* a 23°C e fotofase de 16 horas.

A sobrevivência ninfal de *O. laevigatus* foi significativamente diferente entre os casais fundadores e as gerações ($F=33,98$; $P<0,00001$). As menores sobrevivências foram observadas nas populações iniciadas com 1 casal (56,0%) na 6ª geração e naquelas iniciadas com 10 casais na 11ª geração (56,4%) (Tabela 1). Tommasini et al. (2004) verificaram sobrevivência ninfal de 21,9% para *O. laevigatus* alimentados com ovos de *A. kuehniella* a 26°C. Arijs & De Clercq (2001) observaram sobrevivência ninfal de 98% e De Clercq et al. (2005) de 93,3%, ambos para *O. laevigatus* alimentados como ovos de *A. kuehniella*, a 23°C.

Verificou-se que a razão sexual de *O. laevigatus* variou em função do número de casais fundadores e das gerações ($F=3,012$; $P=0,0305$) (Tabela 2). Na

2ª e na 6ª gerações não foram observadas diferenças significativas na razão sexual entre as populações iniciadas com os diferentes números de casais. No entanto, na 11ª geração, constatou-se menor número de fêmeas nas populações iniciadas com 1 e com 10 casais (0,46 e 0,43, respectivamente), comparadas àquelas originadas de 50 casais (0,54) (Tabela 2). Tommasini et al. (2004) encontraram, para *O. laevigatus*, razão sexual de 0,57, a 26°C. Arijs & De Clercq (2001) verificaram razão sexual de 0,5 para o predador, a 23°C.

Os resultados quanto à razão sexual das populações iniciadas com 10 casais na 2ª geração e 11ª geração foram baixos (<0,45), representando população abaixo dos padrões de qualidade recomendados pela IOBC. Lenteren et al. (2003) relataram que, nos testes de controle de qualidade, as espécies de *Orius* devem apresentar acima de 45% de fêmeas. De acordo com Mackauer (1976), as colônias de insetos que apresentam perda de aptidão, geralmente, mostram problemas na razão sexual, ou seja, possuem produção relativamente maior de machos do que fêmeas.

Tabela 2. Razão sexual, fecundidade total e diária e longevidade (\pm EP) de *O. laevigatus* obtidos a partir de números diferentes de casais fundadores ($25\pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 16 horas).

Parâmetro biológico	2ª geração	6ª geração	11ª geração
Razão sexual			
1 casal	$0,49 \pm 0,03$ aA	$0,46 \pm 0,02$ aA	$0,46 \pm 0,02$ bA
10 casais	$0,44 \pm 0,03$ aB	$0,53 \pm 0,02$ aA	$0,43 \pm 0,01$ bB
50 casais	$0,48 \pm 0,03$ aA	$0,46 \pm 0,03$ aA	$0,54 \pm 0,04$ aA
Fecundidade total			
1 casal	$29,0 \pm 2,15$ aA	$21,9 \pm 2,15$ cB	$14,9 \pm 2,15$ cC
10 casais	$29,8 \pm 2,15$ aB	$35,3 \pm 2,15$ bA	$40,6 \pm 2,15$ aA
50 casais	$34,2 \pm 2,15$ aB	$42,2 \pm 2,15$ aA	$30,6 \pm 2,15$ bB
Fecundidade diária			
1 casal	$4,1 \pm 0,06$ aA	$3,1 \pm 0,27$ cB	$2,1 \pm 0,24$ cC
10 casais	$4,3 \pm 0,23$ aB	$5,1 \pm 0,28$ bA	$5,8 \pm 0,51$ aA
50 casais	$4,9 \pm 0,31$ aB	$6,0 \pm 0,58$ aA	$4,4 \pm 0,29$ bB
Longevidade (dias)			
1 casal	$37,5 \pm 0,78$ aA	$21,1 \pm 3,02$ bB	$13,3 \pm 0,70$ cC
10 casais	$39,0 \pm 0,91$ aA	$31,2 \pm 0,32$ aB	$19,5 \pm 0,97$ bC
50 casais	$38,0 \pm 0,49$ aA	$28,9 \pm 1,31$ aB	$26,3 \pm 1,26$ aB

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada parâmetro biológico, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

Em relação à fecundidade, o número de ovos colocados por fêmea nas populações iniciadas com 1 casal reduziu-se significativamente ao longo das gerações (Tabela 2). Além disso, foram verificados, nas populações iniciadas com 1 casal de *O. laevigatus*, os menores números de ovos colocados por fêmea, na 6ª geração (21,9 ovos/fêmea) e na 11ª geração (14,9 ovos/fêmea), comparadas

àquelas populações iniciadas com 10 e 50 casais (Tabela 2). A fecundidade diária das populações iniciadas com 1 casal também foi significativamente menor, com 3,1 e 2,1 ovos/fêmea/dia, na 6ª e 11ª gerações, comparadas com as populações iniciadas com 10 e 50 casais (Tabela 2). Tommasini et al. (2004) observaram fecundidade de 3,1 ovos/fêmea/dia de *O. laevigatus* mantidos a 26°C. Arijs & De Clercq (2001) verificaram fecundidade de 3,3 ovos/fêmea/dia e De Clercq et al. (2005) de 6,7 ovos/fêmea/dia, ambos para *O. laevigatus* mantidos com ovos de *A. kuehniella*, a 23°C e fotofase de 16 horas.

Os resultados de fecundidade encontrados neste estudo para *O. laevigatus* estão de acordo com os padrões de qualidade recomendados pela IOBC. Segundo Lenteren et al. (2003), espécies de *Orius* devem apresentar acima de 2,1 ovos/fêmea/dia (≥ 30 ovos/fêmea em 14 dias).

A longevidade de *O. laevigatus* variou em função do número de casais fundadores e das gerações ($F=7,693$; $P<0,0001$) (Tabela 2). Na 2ª geração, não houve diferença significativa na longevidade das fêmeas de *O. laevigatus*, no entanto, na 6ª e na 11ª gerações foi constatado que fêmeas originadas de populações de 1 casal apresentaram longevidade significativamente menor (21,1 e 13,3 dias, respectivamente), comparadas às oriundas de 10 e 50 casais (Tabela 2). Arijs & De Clercq (2001) encontraram longevidade de 39,4 dias para *O. laevigatus* alimentados com ovos de *A. kuehniella*, a 23°C e Tommasini et al. (2004), de 38,6 dias com o mesmo predador, a 26°C.

Constatou-se que o peso das fêmeas de *O. laevigatus* oriundos do campo foi significativamente maior (0,34 mg), comparado àquelas provenientes da criação de manutenção do laboratório e das populações iniciadas com diferentes números de casais ($F=20,47$; $P=0,0001$) (Tabela 3). O menor peso de fêmeas foi observado nas populações iniciadas com 1 casal na 10ª geração, com 0,16 mg (Tabela 3). Arijs & De Clercq (2001) encontraram peso de 0,42 mg e De Clercq

et al. (2005), de 0,46 mg, ambos para fêmeas de *O. laevigatus* alimentadas com ovos de *A. kuehniella*, a 23°C.

O comprimento da tibia posterior dos adultos de *O. laevigatus* oriundos do campo também foi significativamente maior tanto das fêmeas (0,61 mm) (F=10,5; P=0,001), como dos machos (0,61 mm) (F=6,5; P=0,013), comparado aos outros tratamentos (Tabela 3). Esta observação corrobora estudos de Loukas et al. (1985), os quais relataram que o tamanho do corpo dos insetos é severamente afetado como resultado de um forte processo de seleção, o qual atua nas primeiras gerações da colonização no laboratório.

Tabela 3. Peso de fêmeas (mg) e comprimento da tibia posterior (mm) (\pm EP) de fêmeas e machos de *O. laevigatus* (25 \pm 2°C, UR de 70 \pm 10% e fotofase de 16 horas).

Origem	Peso de fêmeas (mg)	Comprimento da tibia (mm)	
		Fêmea	Macho
Campo	0,34 \pm 0,01a	0,61 \pm 0,01a	0,61 \pm 0,01a
Laboratório	0,30 \pm 0,01b	0,54 \pm 0,01b	0,53 \pm 0,01b
1 casal (G5)	0,22 \pm 0,01d	0,52 \pm 0,01c	0,55 \pm 0,01b
10 casais (G5)	0,32 \pm 0,01b	0,52 \pm 0,01c	0,51 \pm 0,01c
50 casais (G5)	0,31 \pm 0,01b	0,52 \pm 0,01c	0,51 \pm 0,01c
1 casal (G10)	0,16 \pm 0,01e	0,53 \pm 0,01c	0,44 \pm 0,02d
10 casais (G10)	0,25 \pm 0,01c	0,55 \pm 0,01b	0,52 \pm 0,01c
50 casais (G10)	0,26 \pm 0,01c	0,55 \pm 0,01b	0,53 \pm 0,01c

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

Tabela de vida de fertilidade de *Orius laevigatus*

Verificou-se que a taxa líquida de reprodução R_0 de *O. laevigatus* oriundos de populações iniciadas com 1 casal diminuiu de 16,1, na 2ª geração para 4,5, na 11ª geração (Tabela 4), indicando que cada fêmea, ao longo de sua vida, teve a capacidade de gerar 16 descendentes e reduzir para, aproximadamente, 4 descendentes. Nas populações iniciadas com 10 e 50 casais, os maiores valores de R_0 foram observados na 6ª geração, com 25,3 e 25,9, respectivamente (Tabela 4). O tempo médio entre o nascimento dos pais e o nascimento dos descendentes (T), ou seja, de uma geração de *O. laevigatus* foi de 26 dias, independente do número de casais fundadores e gerações (Tabela 4).

Foi observado que a taxa intrínseca de aumento r_m de *O. laevigatus* obtidos a partir de populações iniciadas com 1 casal decresceu de 0,107 para 0,057, da 2ª para a 11ª geração, respectivamente (Tabela 4). Os maiores valores de r_m nas populações iniciadas com 10 e 50 casais foram 0,124 e 0,125, respectivamente, na 6ª geração. Esses dados representam a capacidade reprodutiva de *O. laevigatus* mantidos em condições ideais de laboratório e tendo uma presa adequada (*A. kuehniella*) para a sua reprodução. Andrewartha & Birch (1954) relataram que as taxas de natalidade e de mortalidade em populações de insetos são determinadas por várias condições, dentre elas, a qualidade do alimento, a temperatura, a umidade e o fotoperíodo. Segundo Tommasini et al. (2004), os dados de tabela de vida de *Orius* spp. também podem ser usados como um parâmetro de controle de qualidade na criação massal desses predadores, pois permite uma visão integrada das características biológicas da população mantida em determinadas condições.

Vários autores relataram que o tipo de presa e as condições de criação de espécies de *Orius* influenciam os parâmetros de tabela de vida, principalmente devido às diferenças observadas no período de desenvolvimento, fecundidade e

longevidade desses agentes de controle. Tommasini et al. (2004) verificaram, para *O. laevigatus* alimentados com ovos de *A. kuehniella*, R_o de 10,1; T de 34,0 e r_m de 0,068, quando o predador foi mantido a 26°C. Coccuza et al. (1997) encontraram, para *O. laevigatus*, R_o de 19,08; T de 28,2 e r_m de 0,105, quando o predador foi alimentado com *F. occidentalis*, a 25°C. Meiracker (1994) verificou mudanças na taxa intrínseca de aumento r_m e razão reprodutiva R_o de *O. insidiosus* criado vários anos no laboratório e alimentado com ovos de *A. kuehniella*, a 25°C.

Tabela 4. Taxa líquida reprodutiva (R_o), intervalo de tempo entre cada geração (T) e taxa intrínseca de aumento (r_m) de *O. laevigatus* obtidos a partir de números diferentes de casais (25±2°C, UR de 70±10% e fotofase de 16 horas).

Casais fundadores	Gerações	R_o	T	$r_m = \ln R_o / T$
1	2 ^a	16,1	25,9	0,107
	6 ^a	6,7	26,0	0,073
	11 ^a	4,5	26,0	0,057
10	2 ^a	13,4	26,0	0,099
	6 ^a	25,3	26,0	0,124
	11 ^a	11,8	26,0	0,095
50	2 ^a	15,3	26,0	0,105
	6 ^a	25,9	26,0	0,125
	11 ^a	16,0	26,0	0,111

Consumo de *Orius laevigatus*

Fêmeas de *O. laevigatus* predaram ninfas de segundo instar de *F. occidentalis* independente da origem do predador (Figura 1A e B). Na 5ª geração, não houve diferença significativa no número de ninfas de tripes consumidas uma hora após a introdução das fêmeas do predador nas arenas. No

entanto, observou-se um consumo significativamente menor das fêmeas originadas das populações iniciadas com 1 casal, com 1,8; 3,6 e 5,4 ninfas de tripes, nos períodos de quatro, 24 e 48 horas, respectivamente, comparado aos outros tratamentos (Figura 1A). Este fato pode estar relacionado ao efeito do acasalamento entre indivíduos aparentados. De acordo com Lenteren (2003), uma das conseqüências do endocruzamento é a produção de maior número de indivíduos homozigóticos, os quais, geralmente, exibem características indesejáveis.

Na 10ª geração, fêmeas de *O. laevigatus* originadas das populações iniciadas com diferentes números de casais apresentaram consumo significativamente maior, a uma e quatro horas, comparadas com as fêmeas oriundas do campo (Figura 1B). No período de 24 e 48 horas, constatou-se consumo significativamente menor das fêmeas originadas das populações de diferentes casais, comparadas àquelas provenientes do campo (Figura 1B). O consumo de *O. laevigatus* obtidos neste estudo, na 10ª geração, foram semelhantes aos encontrados para espécies de *Orius*. Monserrat et al. (2000) verificaram consumo médio de 14 ninfas de segundo instar de *F. occidentalis* por *O. laevigatus* e Gitonga et al. (2002) relataram padrão de predação médio de *Orius albidipennis* Reuter de 15 ninfas de *Megalurothrips sjostedti* Trybom, ambos no período de 24 horas. Nagai & Yano (1999) relataram que fêmeas de *Orius sauteri* (Poppius) consumiram, em média, 17,4 ninfas de segundo instar de *Thrips palmi* Karny, também em 24 horas.

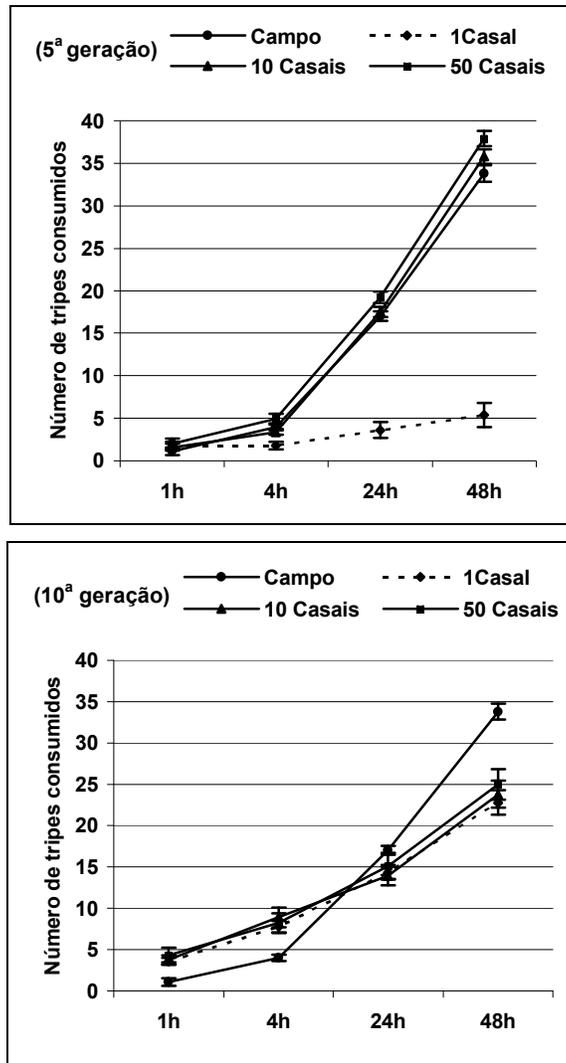


Figura 1. Número cumulativo de ninfas de segundo instar de *F. occidentalis* consumidas após o período de 1, 4, 24 e 48 horas, por fêmeas de *O. laevigatus* provenientes do campo e de populações iniciadas com números diferentes de casais fundadores na 5ª geração e 10ª geração (25±2°C, UR de 70±10% e fotofase de 16 horas).

Capacidade de orientação e busca

Em relação ao teste com o olfatômetro, observou-se que as fêmeas de *O. laevigatus* foram capazes de distinguir os odores de plantas de pepino infestadas com *F. occidentalis* e plantas não infestadas. No entanto, essa resposta de orientação e busca foi influenciada pela origem das populações avaliadas (Figura 2). As fêmeas oriundas do campo e de populações originadas de 50 casais, na 5ª geração, escolheram significativamente mais odores provenientes de plantas de pepino infestadas com *F. occidentalis* (Figura 2). Nos demais tratamentos, não houve diferença significativa na escolha entre plantas de pepino infestadas com *F. occidentalis* e não infestadas, ou seja, os predadores não reconheceram os estímulos liberados por plantas infestadas (Figura 2). Este fato pode estar relacionado com o efeito do acasalamento de *O. laevigatus* e o manejo da criação desse predador no laboratório. De acordo com Nunney (2003), a severidade dos efeitos do autocruzamento depende do nível do cruzamento e da sensibilidade da população do inimigo natural.

As criações de *O. laevigatus* foram mantidas somente com ovos de *A. kuehniella* como alimento e vagens de feijão como substrato de oviposição, o que pode ter afetado a qualidade do predador quanto ao comportamento de busca dos indivíduos produzidos. De acordo com Noldus (1989), a criação de insetos em laboratório pode conduzir a mudanças ou ao desaparecimento das respostas para os semioquímicos originados do complexo planta-presa, pois, nesse ambiente, muitas vezes, a atividade de busca dos inimigos naturais não é requerida para encontrar a presa.

Além disso, a criação de manutenção de *O. laevigatus* no laboratório sofreu freqüentes mudanças ao longo de três anos, tanto em quantidade quanto em qualidade e também não foram introduzidos indivíduos selvagens (do campo) na criação. Vários autores relatam a necessidade de realização do

rejuvenescimento da criação com a introdução de indivíduos selvagens (do campo) na criação de laboratório (Manson et al., 1987; Bartlett, 1994; Lenteren, 2003). Para *O. insidiosus*, essa prática favoreceu a qualidade desses predadores produzidos no laboratório (Artigo 1).

Também foi constatada grande porcentagem de fêmeas de *O. laevigatus* que não responderam a nenhum dos estímulos olfativos emitidos, ou seja, que não alcançaram a extremidade de um dos braços, dentro do período de 10 minutos avaliados (Figura 2). Esse comportamento pode ter sido influenciado pelo tipo de alimentação oferecida ao predador, ou seja, somente ovos de *A. kuehniella*, pois, das fêmeas originadas do campo, ou seja, que tiveram experiência prévia com *F. occidentalis*, apenas 3,3% não responderam aos estímulos emitidos pelas plantas de pepino infestadas com tripes e não infestadas (Figura 2). De acordo com Drukker et al. (2000), as respostas aos odores envolvidos na localização/reconhecimento do hospedeiro/presa pelos antocorídeos podem ser modificadas por meio da experiência prévia.

Além disso, observou-se que 60% das fêmeas de *O. laevigatus* originadas das populações iniciadas com 1 casal na 5ª geração e daquelas iniciadas com 10 casais na 10ª geração não responderam aos odores de plantas de pepino infestadas com *F. occidentalis* e não infestadas (Figura 2). Também, Drukker et al. (2000) relataram que 60% de indivíduos do predador *Anthocoris nemoralis* (Fabricius) mantidos por uma geração no laboratório com ovos de *A. kuehniella* não responderam a odores de plantas infestadas com psilídeos e que mais de 90% desse predador, coletado no campo, respondeu ao mesmo odor.

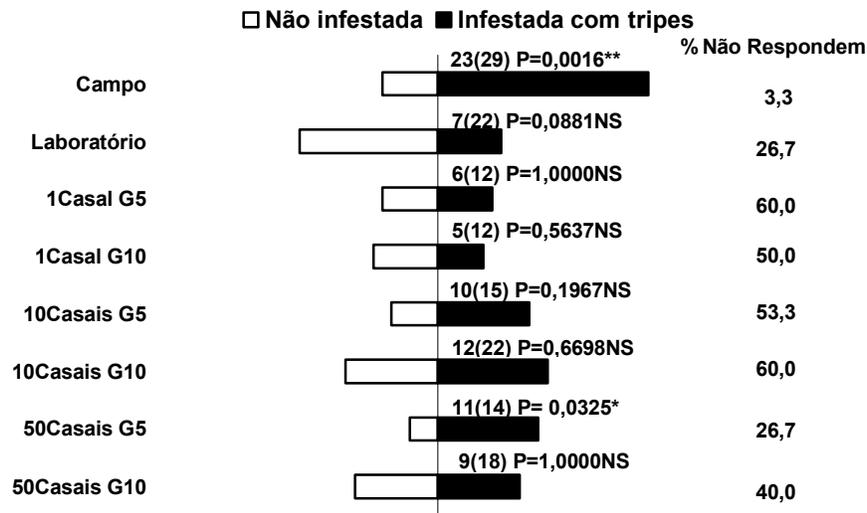


Figura 2. Resposta de orientação e busca de *O. laevigatus*, originados do campo, da criação de manutenção do laboratório e de criações iniciadas com números diferentes de casais fundadores, na 5ª geração (G5) e na 10ª geração (G10) e porcentagem de fêmeas que não responderam aos estímulos emitidos por plantas de pepino infestadas com *F. occidentalis* e plantas não infestadas (NS= não significativo; * P<0,05; **P<0,01).

O coeficiente de endocruzamento f estimado na 11ª geração, para as populações iniciadas com 1 casal, foi de 0,257 e, nas populações iniciadas com 10 e 50 casais, foram de 0,033 e 0,013, respectivamente. De Clercq et al. (1998) encontraram valor de f maior que 0,4 para *Podisus maculiventris* (Say) criados por 30 gerações no laboratório e, com base nos parâmetros biológicos de desenvolvimento, fecundidade, longevidade e peso do corpo, concluíram que essa espécie não sofreu depressões por endocruzamento.

Por meio dos resultados obtidos, verificou-se que as populações de *O. laevigatus* iniciadas com números diferentes de casais foram capazes de se

desenvolver e reproduzir ao longo das gerações mantidas no laboratório. Entretanto, a interação significativa no número de casais fundadores e gerações, para cada parâmetro biológico, mostraram que as alterações devido ao avanço das gerações não foram as mesmas nas três populações mantidas no laboratório. De acordo com Prezotti et al. (2004), oscilações nos valores de variáveis biológicas são freqüentes em criações do laboratório e isso demonstra a importância do monitoramento constante para se detectar com precisão reduções significativas que possam vir a comprometer a qualidade da colônia.

A qualidade das populações de *O. laevigatus*, com base nos parâmetros biológicos de período embrionário, desenvolvimento e longevidade, manteve-se em índices satisfatórios no decorrer das gerações. Entretanto, nas populações mantidas com alto grau de endocruzamento ($f=0,257$), ou seja, aquelas iniciadas com 1 casal, houve redução na fecundidade de 48,6% (29 para 14,9 ovos/fêmea), da 2ª geração para a 11ª geração. Além disso, também foi observado menor peso dessas fêmeas na 5ª geração (0,22 mg) e na 10ª geração (0,16 mg), comparadas as de outros tratamentos. Este fato pode indicar que o número inicial da população do laboratório teve efeito significativo sobre a qualidade ao longo das gerações da criação do predador no laboratório. Roush & Hopper (1995) relataram que, em colônias de laboratório, uma perda de até 25% na produção de ovos devido ao endocruzamento é tolerável, dada a prolificidade da maioria dos insetos. Segundo Manson et al. (1987), quando o endocruzamento é extremo, perdas de aptidão podem ser manifestadas pela redução no tamanho, da fertilidade ou do vigor, todas as quais afetam a qualidade da criação do laboratório.

Além disso, segundo Nunney (2003), o endocruzamento pode afetar negativamente alguns parâmetros que são importantes para os agentes de controle biológico. Neste estudo, foi observado, pelos testes com o olfatômetro, que parte da população de *O. laevigatus* apresentou perda da característica de

reconhecimento da presa *F. occidentalis*, pois, somente as populações originadas de 50 casais, na 5ª geração, ainda reconhecem os estímulos emitidos por plantas de pepino infestadas com *F. occidentalis* (Figura 2).

Uma das formas de tentar solucionar esse problema de reconhecimento da presa por esses predadores criados no laboratório seria expor esses indivíduos aos odores da presa antes da liberação. Segundo Lenteren (2003), a exposição pré-liberação para importantes estímulos pode ajudar a melhorar a resposta de inimigos naturais por meio do conhecimento associativo. Dessa maneira, o teste com o olfatômetro demonstrou ser um método eficiente para a detecção de perdas de qualidade em populações de *O. laevigatus* criados no laboratório. Bigler (1994) relatou que os testes de laboratório têm as vantagens de ser relativamente baratos, rápidos e fáceis de serem repetidos sob condições padronizadas e de possibilitarem comparações com padrões conhecidos.

O número ótimo para se iniciar uma colônia de laboratório está entre 500 a 1.000 indivíduos (Mackauer, 1976; Bartlett, 1985), no entanto, estes números são baseados em estudos teóricos. Com base nos dados obtidos nesse estudo, pode-se concluir que criações de *O. laevigatus* podem ser iniciadas com 50 casais, sem que significativas perdas de qualidade sejam observadas nos parâmetros biológicos e nos aspectos comportamentais de reconhecimento da presa desse predador.

Esse resultado está de acordo com o obtido por Bartlett (1994), que relatou que populações podem ser iniciadas com 100 indivíduos, pois a existência de ilhas de populações e a ocorrência de várias pragas exóticas nas culturas mostram que o sucesso da colonização de insetos poderia ser iniciado com um número muito baixo de colonizadores. Portanto, além das avaliações de parâmetros biológicos, o conhecimento de características mais amplas, como interações do complexo planta-herbívoro-inimigo natural, permite identificar falhas na qualidade dos inimigos naturais produzidos em laboratório de maneira

mais precisa e, assim, torna-se mais fácil buscar solucionar os problemas antes que os agentes sejam comercializados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH, L. C. The innate capacity for increase in numbers. In: _____. **The distribution and abundance of animals**. Chicago: University of Chicago, 1954. p. 31-54.
- ARIJS, Y.; CLERCQ, P. de. Rearing *Orius laevigatus* on cysts of the brine shrimp *Artemia franciscana*. **Biological Control**, Orlando, v. 21, p. 79-83, 2001.
- BARTLETT, A. C. Maintaining genetic diversity and laboratory colonies of parasites and predators. In: NARANG, S. K.; BARTLETT, A. C.; FAUST, R. M. (Eds.). **Applications of genetics to arthropods of biological control significance**. Florida: CRC, 1994. p. 133-145.
- BARTLETT, A. C. Guidelines for genetic diversity in laboratory colony establishment and maintenance. In: SING, P.; MOORE, R. F. (Eds.). **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. (Eds.). **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, 1994. p. 93-112.
- CASTAÑÉ, C.; QUERO, R.; RIUDAVETS, J. The brine shrimp *Artemia* sp. as alternative prey for rearing bug *Macrolophus caliginosus*. **Biological Control**, Orlando, v. 38, p. 405-412, 2006.
- CLERCQ, P. de; VANDEWALLE, M.; TIRRY, L. Impact of inbreeding on performance of the predator *Podisus maculiventris*. **BioControl**, Orlando, v. 43, p. 299-310, 1998.
- CLERCQ, P.; ARIJS, Y.; MEIR, T. van; STAPPEN, G. van; SORGELOOS, P.; DEWETTINCK, K.; REY, M.; GRENIER, S.; FEBVAY, G. Nutritional value of brine shrimp cysts as a factitious food for *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae). **Biocontrol Science Technology**, v. 15, n. 5, p. 467-479, 2005.
- COCUZZA, G. E.; CLERCQ, P. de; VEIRE, M. van de; COCK, A. de; DEGHEELE, D.; VACANTE, V. Reproduction of *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* on pollen and *Ephestia kuehniella* eggs. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 82, p. 101-104, 1997.

CROW, J. F.; KIMURA, M. **An introduction to population genetics theory.** New York: Harper & Row, 1970. 591 p.

DRUKKER, B.; BRUIN, J.; SABELIS, M. W. Anthocorid predators learn to associate herbivore-induced plant volatiles with presence or absence of prey. **Physiological Entomology**, v. 25, p. 260-265, 2000.

GITONGA, L. M.; OVERHOLT, W. A.; LOHR, B.; MAGAMBO, J. K.; MUEKE, J. M. Functional response of *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) to *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae). **Biological Control**, Orlando, v. 24, n. 1, p. 1-6, 2002.

HOPPER, K. R.; ROUSH, R. T.; POWELL, W. Management of genetics of biological control introductions. **Annual Review Entomology**, Stanford, v. 38, p. 27-51, 1993.

LENTEREN, J. C. van. Need for quality control of mass-produced biological control agents. In: _____. **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures.** London: CAB, 2003. p. 1-17.

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 (Ed.). **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures.** London: CAB, 2003. p. 265-303.

LOUKAS, M.; ECONOMOPOULOS, E.; ZOUROS, E.; VERGINI, Y. Genetic changes in artificially reared colonies of the olive fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Annals Entomological Society of America**, College Park, v. 78, p. 159-165, 1985.

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

MANSON, L. J.; PASHLEY, D.P.; JOHNSON, S.J. The laboratory as an altered habitat: phenotypic and genetic consequences of colonization. **Florida Entomologist**, Florida, v. 70, n. 1, p. 49-58, 1987.

MEIRACKER, R. A. F. van den. Induction and termination for diapause in *Orius* predatory bugs. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 73, p. 127-137, 1994.

MONSERRAT, M.; ALBAJES, R.; CASTAÑÉ, C. Functional response of four heteroptera predators preying on greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) and western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 29, n. 2, p. 1075-1082, 2000.

NAGAI, K.; YANO, E. Effects of temperature on the development and reproduction of *Orius sauteri* (Poppius) (Heteroptera: Anthocoridae), a predator of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae). **Applicata Entomology and Zoology**, Dordrecht, v. 34, p. 223-229, 1999.

NOLDUS, L. P. J. J. Semiochemicals, foraging behaviour and quality of entomophagous insects for biological control. **Journal Applicata of Entomology**, Dordrecht, v. 108, p. 425-451, 1989.

NUNNEY, L. Managing captive populations for release: a population-genetic perspective. In: LENTEREN, J. C. (Ed.). **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. London: CAB, 2003. p. 73-87.

PREZOTTI, L.; PARRA, J. R. P.; VENCOVSKY, R.; COELHO, A. S. G.; CRUZ, I. Effect of the size of the founder population on the quality of sexual populations of *Trichogramma pretiosum*, in laboratory. **Biological Control**, Orlando, v. 30, p. 174-180, 2004.

RIUDAUVETS, J.; GABARRA, R.; CASTAÑÉ, C. *Frankliniella occidentalis* predation by native natural enemies. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 16, p. 137-140, 1993.

RIUDAUVETS, J. **Depredadors autòctons per al control biològic de *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en conreus hortícoles**. 1995. 72 f. Tese (Doctorate in Entomology) - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Leida.

ROUSH, R. T. Genetic variation in natural enemies: critical issues for colonization in biological control. In: MACKAUER, M.; EHLER, L. E.; ROLAND, J. (Ed.). **Critical issues in biological control**. Intercept: Andover, 1990. p. 263-288.

ROUSH, R. T.; HOPPER, K. R. Use of single family lines to preserve genetic variation in laboratory colonies. **Annual Entomology of Society of America**, College Park, v. 88, p. 713-717, 1995.

TOMMASINI, M. G.; LENTEREN, J. C. van; BURGIO, G. Biological traits and predation capacity of four *Orius* species on two prey species. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 57, n. 2, p. 79-93, 2004.

VENZON, M.; JASSEN, A.; SABELIS, M. W. Attraction of a generalist predator towards herbivore-infested plants. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 93, p. 305-314, 1999.

ARTIGO 3

Comportamento de orientação e busca de *Orius laevigatus* e *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae), oriundos do campo e criados no laboratório, pela presa *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) (Preparado de acordo com as normas da Revista BioControl, exceto as citações (NBR 10520) e as referências bibliográficas (NBR 6023))

Lívia M. CARVALHO¹

Vanda H. P. BUENO¹

Cristina CASTAÑÉ²

¹Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037, CEP. 37200-000, Lavras, MG, Brasil. ²Departamento de Proteção Vegetal, Institute de Recerca e Tecnologia Agroalimentarie (IRTA), Centre de Cabrils, Ctra. Cabrils s/n, 08348 Cabrils (Barcelona), Espanha.

Comportamento de orientação e busca de *Orius laevigatus* e *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae), oriundos do campo e criados no laboratório, pela presa *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae)

Resumo. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o comportamento de orientação e busca da presa por *Orius laevigatus* (Fieber) e *Orius insidiosus* (Say) oriundos do campo e criados no laboratório. Foi oferecida às fêmeas de *O. laevigatus* e *O. insidiosus* a escolha entre odores de diferentes plantas infestadas com 20 adultos de *F. occidentalis* por 48 horas e plantas não infestadas (planta limpa, sem a presa). Os testes foram conduzidos com o olfatômetro do tipo “Y”, utilizando-se plantas de algodão (*Gossypium hirsutum*, L.), feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.), pepino (*Cucumis sativus*, L.) e pimentão (*Capsicum annum*, L.). Fêmeas de *O. laevigatus* e *O. insidiosus* foram capazes de responder aos odores emitidos por plantas infestadas com *F. occidentalis* e essa resposta foi influenciada pela origem da colônia. Foi observada menor porcentagem (20%) do total de fêmeas de *O. laevigatus*, originadas do laboratório, que escolheram plantas infestadas com tripes, comparadas àquelas oriundas do campo (62,5%). Para *O. insidiosus*, não houve diferença significativa na proporção total de fêmeas oriundas do campo (64,2%) e do laboratório (58,3%), que escolheram plantas infestadas com tripes. Esses testes apontam a variabilidade entre as duas espécies de *Orius* quanto à sua resposta aos odores provenientes de plantas, com e sem a presa.

Palavras-chave: controle biológico, controle de qualidade, olfatômetro, predador.

Orientation and search behavior by laboratory-reared or field-collected *Orius laevigatus* and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) individuals the prey *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae)

Abstract. The objective of this study was to evaluate the orientation towards prey and the search behavior of laboratory-reared or field-collected *Orius laevigatus* (Fieber) and *Orius insidiosus* (Say) individuals. *O. laevigatus* and *O. insidiosus* females were offered a choice between odors from different plants infested with 20 *Frankliniella occidentalis* (Pergande) adults for 48 hours and non-infested plants (clean plant, without prey). The tests were conducted in a Y-tube olfactometer using cotton (*Gossypium hirsutum*, L.), bean (*Phaseolus vulgaris*, L.), cucumber (*Cucumis sativus*, L.) and sweet pepper (*Capsicum annum*, L.) plants. The *O. laevigatus* and *O. insidiosus* females were able to respond to odors emitted by plants infested with *F. occidentalis*. Their response was influenced by colony origin. A smaller percentage (20%) of laboratory-reared *O. laevigatus* females that chose thrips-infested plants was observed in relation to field females (62.5%). No significant difference was observed in the total proportion of females of *O. insidiosus* from the field (64.2%) or from the laboratory (58.3%) that selected thrips-infested plants. These tests indicate variability between both species of *Orius* as to their response to odors from plants with or without prey.

Key words: biological control, quality control, olfactometer, predator.

Introdução

A alta habilidade de busca é considerada um dos mais importantes atributos para a efetividade de inimigos naturais (Riudavets, 1995) e os mecanismos envolvidos na orientação, localização e exploração do complexo planta-herbívoro pelo inimigo natural envolvem interações físico-químicas (Vet & Dicke, 1992). De acordo com Drukker et al. (2000), as plantas produzem defesas que agem diretamente sobre os herbívoros e indiretamente na atração de inimigos naturais dos herbívoros.

Um dos obstáculos que influenciam a qualidade dos inimigos naturais produzidos no laboratório é a mudança comportamental como resultado da criação em condições artificiais (Noldus, 1989). Segundo Lenteren (2003), os inimigos naturais podem mudar suas reações com relação à orientação em direção ao hospedeiro e ou presa como resultado de um condicionamento pré-imaginal ou imaginal.

Os predadores do gênero *Orius* são produzidos massalmente em biofábricas e liberados, principalmente, para controle de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) em cultivos em casas de vegetação na Europa e na América do Norte (Tommasini et al. 2004, Lenteren, 2005). No entanto, verificou-se que, sob condições de criação artificial, esses predadores podem alterar seu comportamento de orientação e busca da presa (Reid & Lampman, 1989; Drukker et al. 2000), o que pode afetar a qualidade dos agentes produzidos. Também existem evidências de que os antocorídeos usam sinais químicos liberados pelas presas (caiomônios) ou os voláteis liberados por plantas danificadas pelas presas (sinomônios) para direcionar seu forrageamento (Coll, 1998; Venzon et al. 1999; Aldrich et al., 2007).

No geral, a maioria dos laboratórios de criação massal monitora a qualidade dos insetos produzidos utilizando parâmetros biológicos, como

fecundidade, viabilidade dos ovos, longevidade, emergência e razão sexual (Lenteren, 2003). No entanto, de acordo com Nunney (2003), também é importante medir a qualidade dos insetos criados no laboratório em relação à de uma população capturada recentemente no campo. Os componentes mínimos necessários para medir a qualidade são a habilidade dos indivíduos para dispersar no local da liberação e encontrar o alvo (presa), a habilidade para interagir com o alvo (comer a presa), a habilidade de sobreviver no campo e continuar a encontrar seu alvo.

Portanto, o conhecimento de características mais amplas, como interações do complexo planta-herbívoro-inimigo natural, é necessário, pois poderá garantir uma maior efetividade dos agentes produzidos no laboratório. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o comportamento de orientação e busca de *Orius laevigatus* (Fieber) e *Orius insidiosus* (Say), oriundos do campo e criados no laboratório, utilizando teste com o olfatômetro, visando auxiliar na avaliação da qualidade desses predadores.

Material e métodos

O experimento com *O. laevigatus* foi conduzido no Departamento de Proteção Vegetal do Instituto de Recerca e Tecnologia Agroalimentarie (IRTA), Cabrils (Barcelona, Espanha), em sala climatizada a $25\pm 3^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $70\pm 10\%$. O teste com *O. insidiosus* foi realizado no Laboratório de Controle Biológico, no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, Brasil, em sala climatizada a $25\pm 3^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $70\pm 10\%$.

Obtenção e criação dos insetos utilizados

Fêmeas de *O. laevigatus* provenientes do campo foram coletadas em plantas espontâneas na região de Cabrils e considerou-se que esses indivíduos tiveram uma experiência prévia com a presa *F. occidentalis*, uma vez que esse é um dos principais predadores de tripes da região de Barcelona, Espanha (Riudavets & Castañé, 1998). Os predadores obtidos da criação de laboratório foram mantidos por sucessivas gerações com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) como presa e vagem de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) como substrato de oviposição.

Fêmeas de *O. insidiosus* provenientes do campo foram coletadas em plantas de picão-preto (*Bidens pilosa*, L.) e considerou-se que esses indivíduos tiveram uma experiência prévia com a presa *F. occidentalis*, uma vez que essa é uma das espécies de tripes presentes em plantas de picão-preto na região de Lavras (Silveira et al., 2005). Os adultos de *O. insidiosus* obtidos do laboratório foram criados por sucessivas gerações com ovos de *A. kuehniella* e inflorescências de picão-preto como substrato de oviposição, de acordo com metodologia proposta por Bueno (2000) e Bueno et al. (2007).

Os adultos de *F. occidentalis* utilizados nos testes foram criados em cotilédones de plantas de algodão, de acordo com metodologia proposta por Riudavets et al. (1993).

Teste com o olfatômetro do tipo “Y”

Para avaliação da resposta de orientação e busca da presa por *O. laevigatus* e *O. insidiosus* foi oferecido às fêmeas, originadas do campo e do laboratório, a escolha entre odores de plantas infestadas com 20 adultos de *F. occidentalis* por 48 horas e plantas não infestadas (planta limpa, sem a presa). As plantas utilizadas nos testes foram algodão (*Gossypium hirsutum*, L.), feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.), pepino (*Cucumis sativus*, L.) e pimentão (*Capsicum annum*, L.). Essas plantas foram cultivadas em recipientes plásticos de 100 ml até apresentarem as folhas primárias completamente abertas com, aproximadamente, 10 cm de altura. Para a proteção das plantas, elas foram mantidas em sala climatizada a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, com umidade relativa de $80\pm 10\%$, fotofase de 12 horas e, antes de serem utilizadas, foram examinadas quanto à presença de insetos. A infestação das plantas foi realizada 48 horas antes dos testes, colocando-se cada planta dentro de um recipiente de vidro de 2 litros, contendo 20 tripes adultos. Esse recipiente foi mantido fechado com tampa plástica, contendo abertura no centro, vedada com tecido tipo ‘voile’ para proporcionar ventilação. As plantas não infestadas foram mantidas em recipientes de vidros de 2 litros sem os tripes.

O olfatômetro consistiu de um tubo em forma de “Y”, ou seja, duas entradas que carregaram os estímulos voláteis para a base da câmara, com o auxílio de uma bomba a vácuo. O ar fluiu através das duas câmaras (recipientes de vidro com capacidade de 2 litros contendo cada planta) nas quais estavam os estímulos. A circulação do ar nos braços dos tubos foi calibrada com um

medidor de fluxo (fluxômetro) e mantida com velocidade de 0,2 m/s. O olfatômetro foi posicionado na vertical, conforme metodologia de Venzon et al. (1999).

Fêmeas de *O. laevigatus* e *O. insidiosus* oriundas do campo e do laboratório foram mantidas sem alimento, por 24 horas. Posteriormente, as mesmas foram introduzidas individualmente no olfatômetro sendo observado o deslocamento de cada uma delas para um dos braços do olfatômetro. Assim que as fêmeas foram colocadas individualmente na arena, foi acionado um cronômetro, que só foi desligado quando cada uma alcançava a extremidade de um dos braços do olfatômetro. O período máximo de observação foi de 10 minutos. Se um indivíduo gastou mais do que 10 minutos sem alcançar a extremidade de um dos braços, foi considerado sem chance de escolha, ou seja, não respondendo aos tratamentos. Após a avaliação de cinco fêmeas, passou-se uma pinça contendo algodão umedecido em álcool (70%) no interior do tubo para remover possíveis vestígios (fezes) deixados pelo predador. Além disso, a origem dos odores foi colocada em lado oposto do braço do olfatômetro.

Análise dos dados

Foram realizadas 30 repetições para cada tratamento, sendo cada repetição composta por um indivíduo. As análises dos dados envolveram testes não-paramétricos de χ^2 para verificar a preferência na escolha de cada predador. A diferença no número de fêmeas que escolheram as duas origens dos odores foi testada utilizando-se o teste de hipótese Z bilateral para proporção de preferência por tripes, a 5% de significância.

Resultados e discussão

As fêmeas de *O. laevigatus* e *O. insidiosus* foram capazes de distinguir entre os odores de plantas infestadas com *F. occidentalis* e plantas não infestadas, independente da origem dos predadores. Quando esses predadores foram expostos aos odores das plantas no olfatômetro, observou-se que os insetos reconheceram o odor presente no ar, caminhavam em direção a ele, paravam e limpavam suas antenas e, posteriormente, começavam a caminhar novamente em direção à origem do odor. No entanto, alguns indivíduos que selecionavam a direção do odor para plantas não infestadas mudavam sua direção para o odor de plantas infestadas. Comportamento similar foi observado por Mochizuki & Yano (2007), com *Orius sauteri* (Poppius), em plantas de berinjela infestada com *Thrips palmi* Karny. De acordo com Malais & Ravensberg (2003), no caso das espécies de *Orius*, a presa é principalmente descoberta pelos sentidos do olfato e tátil e não pela visão.

Com relação às fêmeas que responderam aos estímulos olfativos, algumas escolheram plantas infestadas com tripes e esse fato foi relacionado com a espécie de *Orius* e à origem da colônia. Foi observada uma porcentagem significativamente menor (20%) do total de fêmeas de *O. laevigatus*, originadas da criação de manutenção do laboratório, que escolheram plantas infestadas com tripes, comparadas àquelas oriundas do campo (62,5%) ($\chi^2=44,72$; gl= 1; $P<0,0001$). Para *O. insidiosus*, não houve diferença significativa na proporção total de fêmeas oriundas do campo (64,2%) e do laboratório (58,3%) que escolheram plantas infestadas com tripes ($\chi^2=0,8610$; gl= 1; $P=0,1768$).

A dificuldade das fêmeas de *O. laevigatus* originadas da criação de manutenção do laboratório em reconhecer odores de plantas infestadas com tripes pode estar relacionada ao manejo da criação e também à alimentação fornecida aos predadores, ou seja, ovos de *A. kuehniella*, por mais de três anos.

Essa criação de manutenção do Departamento de Proteção Vegetal do IRTA foi iniciada em junho de 2002, com a finalidade de utilizar os insetos em pesquisa do próprio instituto e é provável que essa população tenha sofrido freqüentes mudanças, tanto em quantidade quanto em qualidade, ao longo desse período. Além disso, a criação de *O. laevigatus* foi mantida, por mais de três anos, tendo como alimento somente ovos de *A. kuehniella* e vagens de feijão como substrato de oviposição, o que pode ter afetado a qualidade do predador quanto ao comportamento de busca dos indivíduos produzidos.

De acordo com Noldus (1989), num ambiente de criação em que a atividade de busca dos inimigos naturais não é requerida para encontrar a presa e os semioquímicos originados do complexo planta-presa no qual ele tem sido liberado é ausente, pode haver mudanças ou desaparecimento das respostas para esses odores. Drukker et al. (2000) relataram que as respostas aos odores envolvidos na localização/reconhecimento do hospedeiro/presa pelo inimigo natural podem ser modificadas por meio da experiência prévia.

A criação de manutenção de *O. insidiosus* do Departamento de Entomologia da UFLA também tem a finalidade de utilizar os predadores em pesquisas na própria universidade. No entanto, essa população de laboratório foi renovada periodicamente por meio da introdução de indivíduos selvagens do predador, provenientes do campo, na criação. Além disso, foi utilizado como substrato de oviposição inflorescências de picão-preto, as quais continham pólen e, algumas vezes, apesar da desinfecção com hipoclorito de sódio, também foi observada a presença de tripes. Esse suplemento alimentar oferecido ao predador três vezes por semana, além dos ovos de *A. kuehniella*, pode ter auxiliado ao *O. insidiosus* a ter contato com outros estímulos químicos dentro do laboratório e, dessa maneira, influenciar posteriormente seu desempenho no reconhecimento da presa. Mendes & Bueno (2001) relataram que o contato anterior de *O.*

insidiosus com a presa pode fazer com que esse se oriente mais rapidamente em direção à presa em uma experiência seguinte.

Foi observada diferença significativa na resposta dos predadores oriundos do campo e da criação de manutenção do laboratório, aos estímulos olfativos liberados pelas diferentes plantas infestadas com tripes (Tabela 1). Observou-se que fêmeas de *O. laevigatus* oriundas do campo escolheram significativamente mais odores de plantas de feijão, pepino e pimentão infestadas com *F. occidentalis*, comparadas àquelas oriundas da criação de manutenção do laboratório (Tabela 1). Em plantas de algodão, não foi observada diferença significativa na porcentagem de fêmeas originadas do campo (76%) e da criação de manutenção do laboratório (56%) que escolheram odores dessa planta infestada com *F. occidentalis* (Tabela 1). Segundo Jassen et al. (1999), as misturas de odores emitidos por diferentes plantas, mesmo infestadas com a mesma espécie de herbívoro, diferem muito, tanto em quantidade como em qualidade e os inimigos naturais podem discriminar essas misturas.

Tabela 1. Porcentagem (%) de *O. laevigatus* e *O. insidiosus*, oriundos do campo e do laboratório, que escolheram plantas infestadas com tripes.

Espécie	Plantas	Campo	Laboratório	Valor de P
<i>O. laevigatus</i>	Algodão	76,0 (n=25)	56,0 (n=16)	0,0924 NS
	Feijão	59,0 (n=22)	21,0 (n=14)	0,0133*
	Pepino	79,0 (n=29)	32,0 (n=22)	0,0003**
	Pimentão	87,0 (n=23)	28,0 (n=18)	0,0001**
<i>O. insidiosus</i>	Algodão	76,0 (n=25)	71,0 (n=24)	0,3411 NS
	Feijão	77,0 (n=26)	68,0 (n=25)	0,2377 NS
	Pepino	72,0 (n=20)	69,0 (n=25)	0,3788 NS
	Pimentão	74,0 (n=27)	73,0 (n=26)	0,4672 NS

(NS= não significativo; * P<0,05; **P<0,01).

Para *O. insidiosus*, a porcentagem tanto das fêmeas originadas do campo como daquelas obtidas da criação de manutenção do laboratório, responderam aos odores de plantas infestadas com *F. occidentalis*, independente da planta avaliada (Tabela 1). Esse achado corrobora os estudos de Reid & Lampman (1989), os quais observaram o comportamento de *O. insidiosus* no reconhecimento dos sinais químicos por meio do uso de olfatômetro, tanto de indivíduos criados em laboratório e alimentadas com ovos de *A. kuehniella* quanto aqueles coletados no campo, verificando que ambos responderam aos odores presentes em plantas de milho.

Observando-se a resposta de orientação e busca de *O. laevigatus* ou *O. insidiosus* dentro de cada planta separadamente (planta infestada com *F. occidentalis* e planta não infestada), constatou-se que essa resposta foi influenciada pela origem da colônia de predadores e da planta hospedeira avaliada (Figura 1 e 2). Quando as fêmeas de *O. laevigatus* foram provenientes do campo, considerado que tiveram uma experiência prévia com a presa *F. occidentalis*, um número significativamente maior de fêmeas escolheu odores de plantas de algodão, pimentão ou pepino infestadas com *F. occidentalis*, comparadas às plantas não infestadas (Figura 1A). Quando foram expostos aos odores de plantas de feijão infestadas com tripes e feijão sem tripes, não foi observada diferença significativa na escolha das fêmeas de *O. laevigatus* provenientes do campo (Figura 1A). De acordo com Coll (1998), as propriedades químicas das plantas, como a qualidade nutricional e a presença de aleloquímicos, podem influenciar o comportamento de heterópteros predadores, principalmente relacionados à capacidade de busca da presa e de locais para oviposição. Vet & Dicke (1992) relataram que cada combinação de planta-herbívoros tende a produzir diferentes misturas de voláteis induzidos pelo ataque de herbívoros e a agir indiretamente na atração dos inimigos naturais desses herbívoros.

Quando os testes foram realizados com fêmeas de *O. laevigatus* originadas da criação de manutenção do laboratório, ou seja, somente com ovos de *A. kuehniella*, não houve diferença significativa na escolha por odores de plantas de algodão, pimentão e pepino infestadas com *F. occidentalis* e não infestadas, ou seja, os predadores não reconheceram os estímulos liberados por plantas infestadas (Figura 1B). Além disso, quando foram submetidos aos odores de plantas de feijão infestadas com tripes e feijão sem tripes, foi observado um número significativamente maior de fêmeas de *O. laevigatus* dirigindo a planta não infestada (feijão sem tripes) (Figura 1B). As plantas exercem papel importante nas espécies de *Orius*, pois a maioria delas utiliza as plantas como abrigo e como substrato de oviposição, havendo preferência por diferentes plantas e estruturas das plantas, por parte desses predadores (Richards & Schmidt, 1996; Bueno, 2000; Mendes et al., 2005). No entanto, ainda pouco se conhece sobre os efeitos dos voláteis de plantas nesses insetos (Coll, 1998).

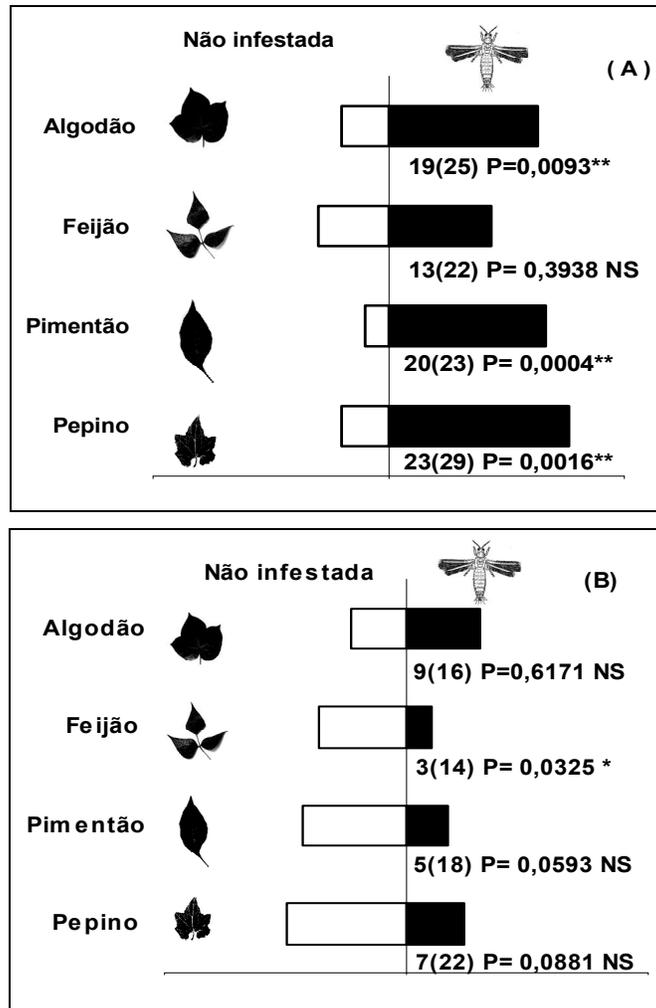


Figura 1. Resposta de orientação e busca de *O. laevigatus*, originados do campo (A) e do laboratório (B), a plantas infestadas com *F. occidentalis* e não infestadas (NS= não significativo; * P<0,05; **P<0,01).

Para *O. insidiosus* observou-se que as fêmeas originadas do campo, ou seja, considerando que elas tiveram uma experiência prévia com a presa *F. occidentalis*, escolheram significativamente mais odores de plantas infestadas a odores de plantas não infestadas, independentemente da planta avaliada (Figura 2A). Quando foi avaliada a resposta de fêmeas de *O. insidiosus* originadas da criação de manutenção do laboratório, verificou-se que as mesmas escolheram significativamente mais odores de plantas de algodão ou pimentão infestadas com *F. occidentalis*, comparadas as plantas não infestadas (sem tripes) (Figura 2B). No entanto, em plantas de feijão e pepino, não houve diferença significativa na escolha do predador originado do laboratório para odor de planta infestada e não infestada (Figura 2B).

Essa diferença no comportamento de reconhecimento da presa pelos predadores pode ter sido ocasionada por diferenças na intensidade de odores liberados pelas plantas avaliadas. Venzon et al. (1999) verificaram que *O. laevigatus* respondeu a variações na intensidade de odores liberados em plantas de pepino.

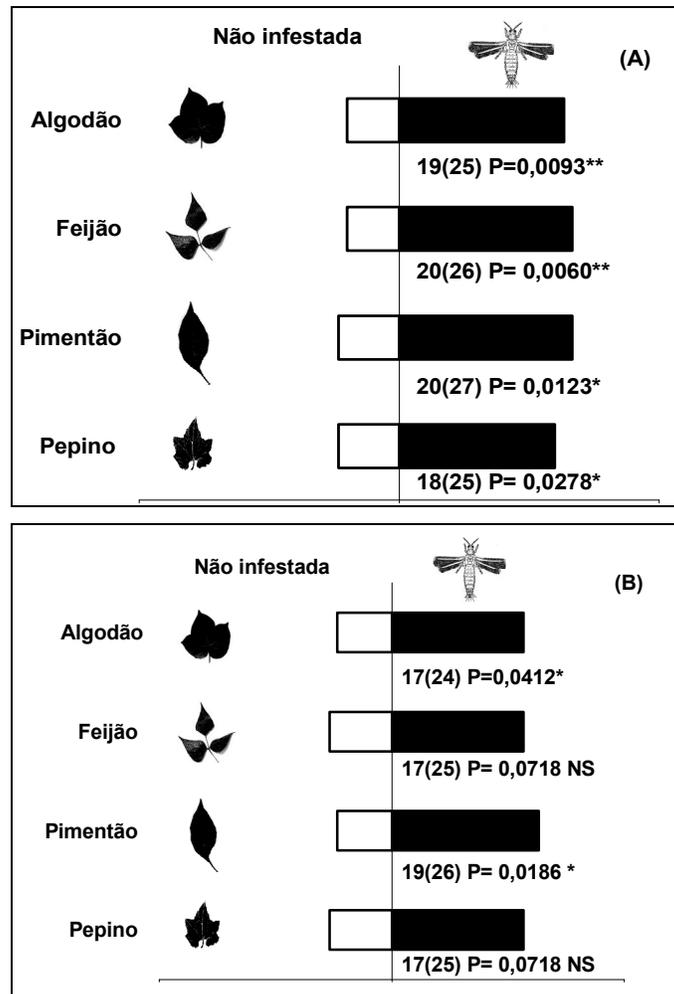


Figura 2. Resposta de orientação e busca de *O. insidiosus*, originados do campo (A) e do laboratório (B), a plantas infestadas com *F. occidentalis* e não infestadas (NS= não significativo; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$).

Também foi possível observar diferenças significativas no número de fêmeas dos predadores que não responderam a nenhum dos estímulos olfativos emitidos, ou seja, que não alcançaram a extremidade de um dos braços dentro do

período de 10 minutos. Do total de fêmeas de *O. laevigatus* avaliadas, um número significativamente maior (41,6%) de fêmeas provenientes da criação de manutenção do laboratório não respondeu aos odores, tanto de plantas infestadas com tripes, como de plantas não infestadas (plantas limpas). Entre as fêmeas oriundas do campo, somente 17,5% não responderam aos mesmos estímulos ($\chi^2=16,82$; gl= 1; $P<0,001$).

Drukker et al. (2000), utilizando olfatômetro, verificaram que 60% dos descendentes do predador *Anthocoris nemoralis* (Fabricius) criados no laboratório e alimentadas com ovos de *A. kuehniella* não responderam a odores de plantas infestadas com psilídeos e que mais de 90% desse predador, coletado no campo, respondeu ao mesmo odor. Magalhães et al. (2004) relataram que o padrão de predação de *O. laevigatus* foi afetado significativamente quando esse predador consumiu anteriormente apenas ovos de *A. kuehniella*, o que refletiu em baixa eficiência de busca dos indivíduos oriundos da criação de laboratório.

Para *O. insidiosus* não foi observada diferença significativa no número total de indivíduos originados do campo (14,2%) e do laboratório (16,6%) que não responderam aos odores emitidos durante o período de 10 minutos ($\chi^2=0,2876$; gl= 1; $P=0,2979$).

O teste com o olfatômetro utilizado neste estudo demonstrou ser um método eficiente na detecção de perdas da qualidade dos predadores *O. laevigatus* e *O. insidiosus* criados no laboratório, embora exija muito trabalho e tempo para ser realizado. Fêmeas que tiveram experiência prévia com a presa apresentaram comportamento de busca incrementado e responderam aos estímulos provenientes do complexo planta-presa. Esse processo de aprendizagem decorrente da experiência individual pode permitir ao predador adaptar seu comportamento durante a vida, como, por exemplo, as variações na disponibilidade de recursos (presas).

Venzon et al. (1999) constataram que *O. laevigatus* apresentaram condicionamento quando foram alimentados com o ácaro *Tetranychus urticae* (Koch), pois houve maior porcentagem de recaptura (38,8%) desses predadores em plantas de pepino em casa de vegetação, comparados àqueles alimentados somente com *A. kuehniella* (28,6%). Segundo os mesmos autores, os predadores que foram mantidos anteriormente em plantas de pepino com o ácaro-fitófago tiveram maior habilidade para reconhecer a presença dessa presa na casa de vegetação. Também, Henaut et al. (1999) verificaram que as condições de criação da fase ninfal de *Orius majusculus* (Reuter) pode induzir respostas específicas no estímulo comportamental dos adultos e concluíram que a eficiência da liberação desses predadores pode ser aumentada se os mesmos forem expostos a estímulos relevantes, durante o seu estágio de desenvolvimento.

Esse mecanismo comportamental poderia reduzir grandemente o tempo e a energia requeridos para encontrar a presa, o que poderia ter efeitos significativos na distribuição das populações no ambiente onde serão liberados e, conseqüentemente, na efetividade dos agentes em programas de controle biológico. De acordo com Drukker et al. (2000), a eficiência da liberação de antocorídeos pode ser melhorada por meio da associação de voláteis de plantas induzidos por herbívoros e/ou da presença da presa antes da liberação.

Teerling et al. (1993) relataram que o feromônio de alarme de *F. occidentalis* foi usado por *Orius tristicolor* (White) para restringir áreas em seu comportamento de busca. Laerhoven et al. (2000) verificaram que fêmeas de *O. tristicolor* buscaram mais folhas danificadas por *F. occidentalis* e esse comportamento foi influenciado por semioquímicos específicos depositados por *F. occidentalis* para iniciar a busca. Neste estudo, verificou-se que *O. laevigatus* e *O. insidiosus* possivelmente utilizaram os voláteis liberados pelas diferentes plantas para direcionar sua busca pela presa, pois houve um comportamento

diferenciado nas plantas pelos predadores (Figura 1 e 2), mesmo sendo essas atacadas pelo mesmo herbívoro (*F. occidentalis*). Assim, devido ao fato de a presa *F. occidentalis* poder alimentar-se de diferentes plantas, os predadores foram expostos a várias informações sobre a presença da mesma presa. Segundo Aldrich et al. (2007), o forrageamento de *Orius* spp. é quimicamente influenciado por uma combinação de informações, como sinomônios das plantas, odores de pólen e voláteis relacionados à presença da presa.

Também foi possível observar que o manejo da criação de *O. laevigatus* e *O. insidiosus* pode influenciar o comportamento de busca desses predadores. A freqüente introdução de indivíduos selvagens na criação de *O. insidiosus*, além da oferta de pólen e, às vezes, tripes presentes nas inflorescências de picão-preto, possivelmente favoreceu a manutenção dos atributos naturais desse predador, ou seja, não ocasionando a perda da característica de reconhecimento da presa *F. occidentalis*.

Os testes com o olfatômetro apontaram variações entre as duas espécies de *Orius* quanto à sua resposta aos odores provenientes de plantas com e sem a presa *F. occidentalis*. Esse fato também pode ter sido influenciado pela origem geográfica e pela distribuição desses predadores em seu hábitat. A espécie *O. laevigatus* é de origem paleártica, sendo encontrada na área do Mediterrâneo, especialmente na Península Ibérica, na Europa Ocidental e nas Ilhas Canárias, Madeira e Açores (Péricart, 1972; Riudavets, 1995). Já *O. insidiosus* apresenta ampla distribuição na América do Norte, na América Central, ao sul da América do Sul e nas Índias Ocidentais (Herring, 1966; Henry & Froeschner, 1988, Yeorgan, 1998; Lattin, 2000; Bueno, 2000). É possível que a distribuição de *O. insidiosus* em ambientes ou regiões onde existe maior diversidade, tanto de plantas como de recursos alimentares (presa), proporcione maior facilidade quanto à adaptação e as mudanças comportamentais são mais difíceis de serem observadas e/ou adquiridas.

Os resultados obtidos mostram que alterações na qualidade dos inimigos naturais produzidos em laboratório podem ocorrer e, segundo Lenteren (2003), um dos principais obstáculos para o sucesso na condução de criações massais tem sido a dificuldade de produzir inimigos naturais de qualidade e a baixo custo. Assim, o conhecimento de características mais amplas, como interações do complexo planta-herbívoro-inimigo natural, além das avaliações de parâmetros biológicos, permite identificar falhas na qualidade dos inimigos naturais produzidos em laboratório de maneira mais precisa e, assim, torna-se mais fácil buscar solucionar os problemas antes que os agentes sejam comercializados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDRICH, J. R.; OLIVER, J. L.; SHIFFLET, T.; SMITH, C. L.; DIVELY, G. P. Semiochemical investigations of the insidious flower bug, *Orius insidiosus* (Say). **Journal Chemical Ecology**, New York, v. 33, p. 1477-1493, 2007.
- BUENO, V. H. P. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. 207 p.
- BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M.; MOURA, N. Optimization of mass-rearing of *Orius insidiosus*: how far are we? **Global IOBC Bulletin**, v. 3, p. 18-19, 2007.
- COLL, M. Living and feeding on plants in predatory heteroptera. In: COLL, M.; RUBERSON, J. R. (Eds.). **Predatory heteroptera: their ecology and use in biological control**. College Park: Entomological Society of America, 1998. p. 89-129, 233 p.
- DRUKKER, B.; BRUIN, J.; SABELIS, M. W. Anthocorid predators learn to associate herbivore-induced plant volatiles with presence or absence of prey. **Physiological Entomology**, v. 25, p. 260-265, 2000.
- HENAUT, Y.; ALAUZET, C.; DARGAGNON, D.; LAMBIN, M. Visual learning in larval *Orius majusculus* a polyphagous predator. **Entomological Experimental et Applicata**, Dordrecht, v. 90, p. 103-107, 1999.
- HENRY, T. J.; FROESHNER, R. C. **Catalog of the Heteroptera or true bugs, of Canada and the continental United States**. New York: Brill, 1988.
- HERRING, J. L. The genus *Orius* of the Western hemisphere Hemiptera: Anthocoridae). **Annals Entomology Society of America**, College Park, v. 59, n. 6, p. 1093-1109, 1966.
- JANSSEN, A.; PALLINI, A.; VENZON, M.; SABELIS, M. W. Absence of odour-mediated avoidance of heterospecific competitors by the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 92, p. 73-82, 1999.
- LAERHOVEN, S. van; GILLESPIE, D. R.; MCGREGOR, R. R. Leaf damage and prey type determine search effort in *Orius tristicolor*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 97, p. 167-174, 2000.

LATTIN, J. D. Economic importance of minute pirate bugs (Anthocoridae). In: SHOEFER, C. W.; PANIZZI, A. R. (Eds.). **Heteroptera of economic importance**. Florida: CRC, 2000. 828 p.

LENTEREN, J. C. van. Need for quality control of mass-produced biological control agents. In: _____. **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. London, CAB, 2003. p. 1-17.

LENTEREN, J. C. van. Controle biológico: uma proposta atrativa para o manejo de pragas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 225, p. 4-8, 2005.

MAGALHÃES, S.; TUDORACHE, C.; MONTSERRAT, M.; MAANEN, R.; SABELIS, M. W.; JANSSEN, A. Diet of intraguild predators affects antipredator behavior in intraguild prey. **Behavioral Ecology**, v. 16, n. 2, p. 364-370, 2004.

MALAIS, M.; RAVENSBERG, W. J. **The biology of glasshouse pest and their natural enemies: knowing and recognizing**. 2. ed. The Netherlands: Koppert Biological System, 2003. 288 p.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P. Biologia de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) alimentado com *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae). **Neotropical Entomology**, Stanford, v. 30, n. 3, p. 423-428, 2001.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M. Adequabilidade de diferentes substratos à oviposição do predador *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). **Neotropical Entomology**, Stanford, v. 34, n. 3, p. 415-421, 2005.

MOCHIZUKI, M.; YANO, E. Olfactory response of the anthocorid predatory bug *Orius sauteri* to thrips-infested eggplants. **Entomology Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 123, p. 57-62, 2007.

NOLDUS, L. P. J. J. Semiochemicals, foraging behaviour and quality of entomophagous insects for biological control. **Journal Applied Entomology**, Hamburg, v. 108, p. 425-451, 1989.

NUNNEY, L. Managing captive populations for release: a population-genetic perspective. In: LENTEREN, J. C. (Ed.). **Quality control and production of**

biological control agents: theory and testing procedures. London: [s.n.], 2003. p. 73-87.

PERICART, J. **Hémiptères**: anthocoridae, cimicidae et microphysidae de l'Ouest paléartique. Paris: Masson et Cie, 1972.

REID, C. C.; LAMPMAN, R. L. Olfactory responses of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) to volatiles of corn silk. **Journal of Chemical Ecology**, v. 15, p. 1109-1115, 1989.

RICHARDS, P. C.; SCHMIDT, J. M. The suitability of some natural and artificial substrates as ovipositional sites for the insidiosus flower bug, *Orius insidiosus*. **Entomology Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 80, p. 325-333, 1996.

RIUDAVETS, J. Predators of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and Thrips tabaci Lindeman. In: LOOMANS; LENTEREN, J. C. van; TOMMASINI, M. G.; RIUDAVETS, J. (Eds.). **Biological control of thrips pests**. 1995. p. 43-87.

RIUDAVETS, J.; CASTAÑÉ, C. Identification and evaluation of native predators of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in the Mediterranean. **Environmental Entomology**, Stanford, v. 27, p. 86-93, 1998.

RIUDAVETS, J.; GABARRA, R.; CASTAÑÉ, C. *Frankliniella occidentalis* predation by native natural enemies. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 16, p. 137-140, 1993.

SILVEIRA, L. C. P.; BUENO, V. H. P.; LOUZADA, J. N. C.; CARVALHO, L. M. Percevejos predadores (*Orius* spp.) (Hemiptera: Anthocoridae) e tripses (Thysanoptera): interação no mesmo habitat? **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 767-773, 2005.

TEERLING, C. R.; GILLESPIE, D. R.; BORDEN, J. H. Utilization of western flower alarm pheromone as a prey-finding kairomone by predator. **The Canadian Entomology**, Ottawa, v. 125, p. 431-437, 1993.

TOMMASINI, M. G.; LENTEREN, J. C. van; BURGIO, G. Biological traits and predation capacity of four *Orius* species on two prey species. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 57, n. 2, p. 79-93, 2004.

VENZON, M.; JASSEN, A.; SABELIS, M. W. Attraction of a generalist predator towards herbivore-infested plants. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 93, p. 305-314, 1999.

VET, L. E.; DICKE, M. Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. **Annual Review Entomology**, Stanford, v. 37, p. 141-172, 1992.

YEARGAN, K. V. Predatory heteroptera in North American Agroecosystems: an overview. In: COLL, M.; RUBERSON, J. R. (Eds.). **Predatory heteroptera: their ecology and use in biological control**. New York: Entomology Society of America, 1998. p. 7-20, 233 p.

ARTIGO 4

Efeito do tipo de presa na criação de *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) (Preparado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Entomologia, exceto as citações (NBR 10520) e as referências bibliográficas (NBR 6023))

Lívia M. CARVALHO¹

Vanda H. P. BUENO¹

Cristina CASTAÑÉ²

¹Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037, CEP. 37200-000, Lavras, MG, Brasil. ²Departamento de Proteção Vegetal, Institute de Recerca e Tecnologia Agroalimentarie (IRTA), Centre de Cabrils, Ctra. Cabrils s/n, 08348 Cabrils (Barcelona), Espanha.

**Efeito do tipo de presa na criação de *Orius insidiosus* (Hemiptera:
Anthocoridae)**

RESUMO. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do tipo de presa na produção de ovos e adultos de *Orius insidiosus* (Say, 1832), a fim de obter uma criação mais eficiente e econômica. O estudo foi conduzido em sala climatizada, a $25\pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Como presas foram oferecidos, *ad libidum*, cistos desencapsulados do crustáceo *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906) (Brachiopoda: Artemiidae) ou ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879), a cada dois dias. Cinquenta adultos de *O. insidiosus* (25 fêmeas e 25 machos), com até 48 horas, foram mantidos em recipiente de vidro de 1,7 litro contendo hastes de picão-preto (*Bidens pilosa*, L.) como substrato de oviposição e papel-toalha dobrado como abrigo. Foram avaliados o número médio diário e o total de ovos por fêmea, por um período de 15 dias, o número de adultos vivos em cada recipiente, além da viabilidade na produção dos adultos. O predador *O. insidiosus* foi capaz de completar seu desenvolvimento e reproduzir-se, quando criado com as diferentes presas avaliadas. O número de ovos foi significativamente menor quando estas foram mantidas com cistos desencapsulados de *A. franciscana* (17,7 ovos), comparado ao daquelas criadas com ovos de *A. kuehniella* (43,1 ovos). A viabilidade na produção de adultos de *O. insidiosus* criados com ovos de *A. kuehniella* foi significativamente maior (83,4%), comparada à dos criados com cistos de *A. franciscana* (56,7%). Ovos de *A. kuehniella* foram mais adequados para serem utilizados em sistema de criação de *O. insidiosus*. Cistos de *A. franciscana* podem ser usados na criação de *O. insidiosus* como uma alternativa quando os ovos de *A. kuehniella* não estiverem disponíveis.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, criação massal, predador.

**Effect of types of prey on *Orius insidiosus* rearing (Hemiptera:
Anthocoridae)**

ABSTRACT. The objective of this study was to evaluate the effect of type of preys on the production of *Orius insidiosus* (Say, 1832) eggs and adults, in order to achieve a more efficient and economic rearing. The study was conducted in an air-conditioned room at $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ RH, and a 12h photophase. The following foods were offered *ad libitum* every two days: decapsulated *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906) cysts or *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) eggs. Fifty *O. insidiosus* adults (25 females and 25 males) up to 48 hours of age were maintained in a glass jar of 1.7 liters containing farmer's friend (*Bidens pilosa*, L.) as oviposition substrate; folded paper towels were provided as shelter. Evaluations included the mean and total daily numbers of eggs per female during a 15-day period, the number of live adults in each container, and adult production viability. The *O. insidiosus* predator was able to complete its development and reproduce when reared on the foods evaluated. The number of eggs was significantly smaller when the insects were maintained on *A. franciscana* decapsulated cysts (17.7 eggs), as compared to insects reared on *A. kuehniella* eggs (43.1 eggs). The production viability of *O. insidiosus* adults reared on *A. kuehniella* eggs was significantly higher (83.4%) when compared with insects reared on *A. franciscana* cysts (56.7%). *A. kuehniella* eggs were more suitable to be used in *O. insidiosus* rearing systems. *A. franciscana* cysts can be used to rear *O. insidiosus* alternatively when *A. kuehniella* eggs are not available.

KEYWORDS: Biological control, mass rearing, predator.

O alimento é um importante fator que, além de determinar o custo da criação de um agente de controle biológico, tem influência no desenvolvimento e na reprodução das espécies de *Orius* Wolff, 1811 (Meiracker, 1999; Yano et al., 2002). O fornecimento de presa natural torna a criação massal mais difícil e cara. Assim, na maioria das vezes, têm sido utilizados alimentos alternativos para solucionar esse problema. Parra (2002) relatou que a manutenção de inimigos naturais em hospedeiro natural requer muita mão-de-obra e, por isso, são utilizados hospedeiros ou presas alternativas ou de substituição.

Ovos de lepidópteros, especialmente ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) e *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819), têm sido usados rotineiramente na produção comercial de espécies de *Orius* (Blumel, 1996; Bueno 2000; Arijs & De Clercq, 2001; Tommasini et al., 2004). No entanto, é frequentemente relatado que o custo desses ovos é elevado, ou seja, aproximadamente 700 euros/kg (De Clercq et al., 2005), o que aumenta o custo de produção desse agente de controle e leva à procura de outros tipos de alimentos que possam ser utilizados em suas criações massais.

Pequenos crustáceos do gênero *Artemia* (Brachiopoda: Artemiidae) são naturalmente encontrados em lagos salgados e tanques de evaporação de salinas costeiras (Camara, 2004). Apresentam embriões encapsulados no estado de dormência, chamados cistos, os quais, devido ao alto valor nutricional e ao tamanho apropriado, são grandemente utilizados na criação de peixes ornamentais, tanto de água doce, como marinhos (Stappen 1996). A produção brasileira de cistos de *Artemia* sp. é de duas toneladas anuais e depende exclusivamente do extrativismo das salinas do Rio Grande do Norte (Câmara, 2004).

Cistos de *Artemia* sp. foram recentemente testados como alimento alternativo ou de substituição para a criação dos predadores *Macrolophus caliginosus* Wagner, 1951 (Castañé et al., 2006), *Orius laevigatus* (Fieber, 1860)

(De Clercq et al., 2005; Bonte & De Clercq, 2007) e *Orius majusculus* (Reuter, 1879) (Riudavets et al., 2006). Os melhores resultados de desenvolvimento e desempenho reprodutivo de *O. laevigatus* foram obtidos usando cistos desencapsulados de *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906), comparados aos não desencapsulados (Arijs & De Clercq, 2001). Isso porque os cistos de *Artemia* possuem três camadas distintas (córion, membrana cuticular e a cutícula embrionária), sendo a mais externa o córion, que protege o embrião contra impactos mecânicos e os raios ultravioleta (Stappen, 1996). Castañé et al. (2006) demonstraram que o preço desses cistos é inferior (aproximadamente 1/8) comparado aos ovos de *A. kuehniella*, além de somente necessitar ser mantido em local seco e fresco.

Portanto, a disponibilidade de um alimento alternativo que seja mais barato e nutricionalmente efetivo poderá ser um elemento chave para a produção de *Orius insidiosus* (Say, 1832). Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do tipo de presa na produção de ovos e de adultos de *O. insidiosus*, visando obter uma criação mais eficiente e econômica desse predador.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório de Controle Biológico, no Departamento de Entomologia da UFLA, em sala climatizada, a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Os predadores foram criados, até a fase adulta, em placas de Petri de 20 cm contendo local de abrigo (papel-toalha dobrado), fonte de água (algodão umedecido) e alimentado *ad libitum* com ovos de *A. kuehniella*, de acordo com metodologia proposta por Bueno (2000) e Bueno et al. (2006).

Os testes foram realizados utilizando-se como presas ovos de *A. kuehniella* e cistos desencapsulados de *A. franciscana* oriundos de Macau, RN. De acordo com Camara et al. (2001), essa espécie é a mais comum no estado do Rio Grande do Norte. O processo de desencapsulação foi realizado para romper o córion que reveste o embrião usando metodologia proposta por Stappen (1996) e Rocha et al. (2005).

Para a avaliação dos parâmetros biológicos do predador frente aos dois tipos de presas, foram selecionados 50 adultos de *O. insidiosus* (25 fêmeas e 25 machos), com até 48 horas, obtidos a partir da criação de manutenção. Esses adultos foram mantidos em recipiente de vidro de 1,7 litro, contendo hastes de picão-preto (*Bidens pilosa*, L.) como substrato de oviposição e papel-toalha dobrado como abrigo. Os alimentos (cistos desencapsulados de *A. franciscana* ou ovos de *A. kuehniella*) foram oferecidos, *ad libidum*, a cada dois dias.

O substrato de oviposição foi trocado a cada dois dias e examinado sob microscópio estereoscópico para a contagem do número de ovos. Foram avaliados os números médio diário e total de ovos por fêmea, por um período de 15 dias, além do número de adultos vivos em cada recipiente de criação após o período de 15 dias. Esse período foi adotado em função de a maior parte dos

ovos produzidos pelas espécies de *Orius* ser colocada nos primeiros 15 dias após a sua emergência, como para *O. insidiosus* (Castañé & Zalom, 1994; Bueno et al., 2006), *O. laevigatus* (Alauzet et al., 1994; Blumel, 1996; Tommasini et al., 2004), *O. majusculus* (Blumel, 1996) e *Orius thyestes* Herring, 1966 (Carvalho et al., 2005).

Após a contagem do número de ovos, o substrato de oviposição foi transferido para placas de Petri de 20 cm. Dentro de cada placa foi acrescentado papel-toalha dobrado e, a cada dois dias, cistos desencapsulados de *A. franciscana* ou ovos de *A. kuehniella*, ambos *ad libidum*, para o desenvolvimento das ninfas. Foi avaliada a viabilidade na produção de adultos obtidos a partir dos ovos colocados no substrato de oviposição.

Para avaliar a viabilidade, número de ovos por fêmea e número de ovos por fêmea por dia foram instalados seis experimentos em delineamento inteiramente casualizado, com 2 tratamentos (tipos de presa – *Anagasta* e *Artemia*) e quatro repetições. Procedeu-se à análise conjunta dos seis experimentos e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste t de Student, a 5% de significância.

O modelo estatístico que descreve as observações é dado por:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \tau\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}, \text{ em que:}$$

y_{ijk} é o valor da variável dependente na k-ésima repetição que recebeu o i-ésimo tratamentos no j-ésimo experimento, com $k=1, \dots, 4$;

μ é uma constante inerente a cada observação;

τ_i é o efeito do i-ésimo tratamento, com $i= 1, 2$;

β_j é o efeito do j-ésimo experimento, com $j=1, \dots, 6$;

$\tau\beta_{ij}$ é o efeito da interação do i-ésimo tratamento com o j-ésimo experimento;

ε_{ijk} é o erro experimental normalmente distribuído, com média zero e variância σ^2 .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O predador *O. insidiosus* foi capaz de completar seu desenvolvimento e reproduzir-se quando criado com os tipos de presas avaliadas. De acordo com De Clercq (2002), os predadores generalistas podem alimentar-se de presas nutricionalmente diferentes em seu hábitat e essa característica os torna mais fáceis de serem criados em laboratório, sobre alimentos alternativos ou artificiais, estimulando, assim, a sua adoção no controle biológico comercial.

Observou-se que, na maioria das vezes, os cistos de *A. franciscana* não foram completamente ingeridos por *O. insidiosus*, quando comparado aos ovos de *A. kuehniella*. Esse fato pode estar relacionado com a característica física dos cistos, ou seja, a rigidez da membrana que os recobre. Parra (1991) relatou que os atributos físicos do alimento, como dureza e forma, dentre outros, influenciam a capacidade do inseto em consumir e digerir esse alimento. Também, segundo Cohen (1998), o mecanismo alimentar dos predadores heterópteros é do tipo não refluxo, no qual as enzimas digestivas originadas das glândulas salivares são bombeadas para dentro da presa, para iniciar uma série de ciclos caracterizados por fluxo de um só sentido, ou seja, da presa para o intestino do predador onde a digestão será completada. E, para esses predadores, também se salienta que, algumas vezes, somente parte da presa é ingerida, sendo esse fenômeno conhecido como consumo parcial da presa.

O desempenho reprodutivo de *O. insidiosus* foi afetado pelos tipos de presas utilizadas. O número de ovos foi significativamente menor quando os adultos foram mantidos com cistos desencapsulados de *A. franciscana* (17,7 ovos), comparado àqueles criados com ovos de *A. kuehniella* (43,1 ovos) ($t=93,55$; $gl=1,48$; $P<0,0001$) (Tabela 1) (Fig. 1). Também o número de ovos diários foi significativamente menor (1,2 ovo por dia), quando *O. insidiosus* foram alimentados com cistos de *A. franciscana*, comparados aos alimentados

com ovos de *A. kuehniella* (2,9 ovos por dia) ($t= 93,66$; $gl=1,48$; $P<0,0001$) (Tabela I).

Tabela I. Números diários e totais de ovos por fêmea e número de adultos vivos de *Orius insidiosus* (\pm EP), criados com diferentes presas ($25\pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas), após o período de 15 dias.

Presas	Número ovos/fêmea	Número ovos/fêmea/dia	Número de adultos vivos
Cistos de <i>Artemia franciscana</i>	$17,8 \pm 0,31b^*$	$1,2 \pm 0,12b$	$45,2 \pm 0,86a$
Ovos de <i>Anagasta kuehniella</i>	$43,1 \pm 0,31a$	$2,9 \pm 0,12a$	$44,8 \pm 0,37a$

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste t de Student, a 5% de significância.

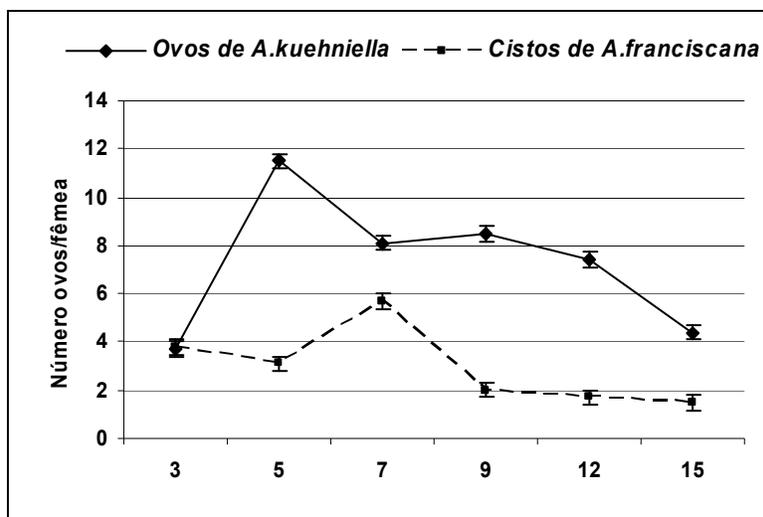


Fig. 1. Número de ovos por fêmea de *Orius insidiosus* criadas com diferentes presas no período de 15 dias ($25\pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas).

A diferença no desempenho reprodutivo de *O. insidiosus* criados sobre cistos de *A. franciscana* e ovos de *A. kuehniella* pode estar relacionada às variações na composição nutricional desses alimentos. De Clercq et al. (2005) verificaram que cistos de *Artemia* têm quantidades maiores de proteínas (52,6%), quando comparados aos ovos de *A. kuehniella* (37,4%). No entanto, os cistos de *Artemia* apresentam três vezes menos ácidos graxos que os ovos desse lepidóptero. De acordo com Thompson (1999), uma nutrição adequada e balanceada é essencial para que os organismos alcancem seu desempenho ótimo e realizem seu máximo potencial reprodutivo.

Com esses resultados quanto ao desempenho reprodutivo de *O. insidiosus* encontrados nos diferentes alimentos avaliados, pode-se inferir que a alimentação dos adultos desses predadores é um dos maiores fatores que influenciam o desempenho reprodutivo de suas fêmeas. Essa constatação também foi observada por Richards & Schmidt (1996), os quais postularam que as reservas de nutrientes acumuladas durante o desenvolvimento de *O. insidiosus* não mantêm a produção de ovos pelos adultos do predador.

Constatou-se também maior sensibilidade de *O. insidiosus* ao desbalanço nutricional presente no cisto de *Artemia*, comparado ao observado para outras espécies de *Orius*. De Clercq et al. (2005) e Arijs & De Clercq (2001) não observaram diferença significativa na fecundidade de *O. laevigatus* alimentados com ovos de *A. kuehniella* e cistos de *Artemia*. Também Riudavets et al. (2006) não verificaram diferenças significativas no número de indivíduos produzidos por *O. majusculus*, quando cistos de *Artemia* e ovos de *A. kuehniella* foram usados como presa.

Além disso, verificou-se menor fecundidade de *O. insidiosus* no presente estudo, para ambas as presas, comparada aos valores encontrados para *O. laevigatus* (Tabela I). De Clercq et al. (2005) observaram fecundidade desse predador de 6,7 e 5,4-5,9 ovos por dia, em média, quando os adultos foram

alimentados com ovos de *A. kuehniella* e cistos de *Artemia*, respectivamente. Arijs & De Clercq (2001) observaram fecundidade de *O. laevigatus* de 3,3 e 3,6 ovos por fêmea por dia, mantidos aos casais e criadas com ovos de *A. kuehniella* e cistos de *A. franciscana*, respectivamente.

Esse fato, porém, pode estar relacionado com a metodologia experimental utilizada neste estudo, ou seja, a criação coletiva de adultos, com densidade de 50 adultos por recipiente. De acordo com Meiracker (1999), fêmeas criadas coletivamente podem apresentar menor número de ovos devido à redução da atividade de oviposição ocasionada pelo grande número de insetos presentes no recipiente. Dessa forma, a fêmea pode “interpretar” como provável falta de recurso alimentar posterior ou mesmo a redução de espaço físico para oviposição.

Não foi observada diferença significativa no número de adultos vivos de *O. insidiosus*, após o período de 15 dias de avaliação, com médias de 45,2 e 44,8 adultos, por recipiente, para cistos de *A. franciscana* e ovos de *A. kuehniella*, respectivamente (Tabela 1). Riudavets et al. (2006) verificaram que a sobrevivência da geração parental de *O. majusculus* foi significativamente maior quando ovos de *A. kuehniella* (21 adultos) foram usados como alimento, comparado aos cistos de *Artemia* (7 adultos).

A viabilidade na produção de adultos de *O. insidiosus* obtidos com os diferentes alimentos avaliados foi significativamente diferente ($t=75,96$; $gl=1,48$; $P<0,0001$). A viabilidade na produção de adultos de *O. insidiosus* foi significativamente maior (83,4%), quando esses foram criados com ovos de *A. kuehniella*, comparados aos criados com cistos de *A. franciscana* (56,7%) (Fig. 2). Também, Riudavets et al. (2006) verificaram que o número de adultos de *O. majusculus* produzidos foi significativamente maior quando esses foram alimentados com ovos de *A. kuehniella*, comparado ao número de indivíduos produzidos quando cistos secos de *Artemia* foram usados como alimento.

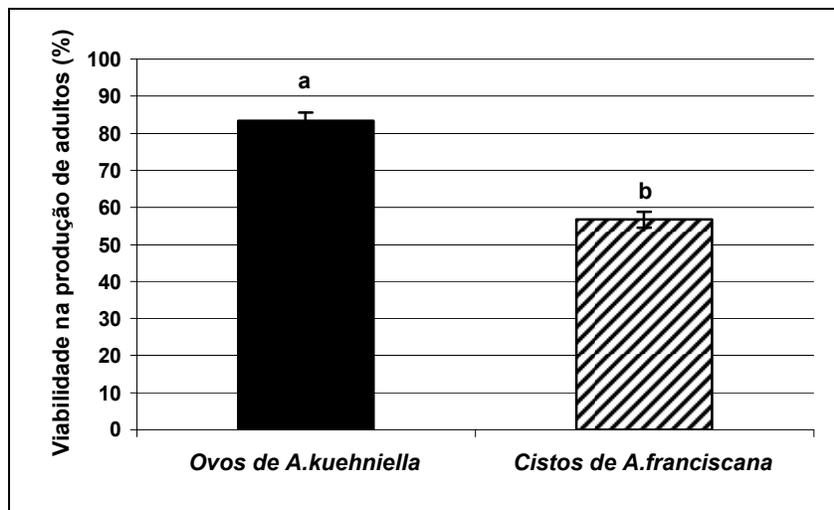


Fig. 2. Viabilidade (%) na produção de adultos de *Orius insidiosus* (Say) criados com diferentes presas ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas). *Médias diferem entre si, pelo teste t de Student, a 5% de significância.

A menor viabilidade na produção de adultos de *O. insidiosus*, quando mantidos com cistos de *A. franciscana*, pode também estar relacionada ao canibalismo presente nos recipientes de criação das ninfas. Segundo Arijs & De Clercq (2001), a disponibilidade e a qualidade nutricional do alimento pode conduzir a um aumento de canibalismo na criação de predadores do gênero *Orius*.

Por meio dos resultados obtidos neste estudo, foi possível confirmar que ovos de *A. kuehniella* são adequados e oferecem nutrientes necessários ao desenvolvimento e à reprodução de *O. insidiosus*, quando mantidos em sistema de criação. Vários autores relataram o uso de ovos de lepidópteros na criação de espécies de *Orius*, como para *O. insidiosus* (Meiracker, 1999; Mendes et al., 2002; Tommasini et al., 2004), *O. thyestes* (Carvalho et al., 2003), *Orius perpunctatus* (Reuter, 1884) (Carvalho et al., 2003), *Orius sauteri* (Poppius)

(Yano et al., 2002) e *O. laevigatus* (Tommasini et al., 2004). Também estudos visando a uma criação massal mais econômica, utilizando-se ovos de *A. kuehniella*, foram realizados por Yano et al. (2002) e Meiracker (1999), os quais estimaram a quantidade mínima requerida por um indivíduo para completar seu desenvolvimento.

Assim, os cistos de *A. franciscana* podem ser usados na criação de *O. insidiosus* somente como um alimento alternativo, quando os ovos de *A. kuehniella* não estiverem disponíveis. No entanto, o desenvolvimento e o desempenho reprodutivo desse predador também deverão ser avaliados após sucessivas gerações frente a esses tipos de alimentos. Os resultados obtidos poderão auxiliar a criação de *O. insidiosus* em laboratório, visando à sua utilização em programas de controle biológico de tripes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAUZET, A.; DARGAGNON, D.; MALAUSA, J. C. Bionomics of a polyphagous predator: *Orius laevigatus* (Het.: Anthocoridae). **Entomophaga**, Paris, v. 39, n. 1, p. 33-40, 1994.
- ARIJS, Y.; CLERCQ, P. de. Rearing *Orius laevigatus* on cysts of the brine shrimp *Artemia franciscana*. **Biological Control**, Orlando, v. 21, p. 79-83, 2001.
- BLUMEL, S. Effect of selected mass-rearing parameters on *Orius majusculus* (Reuter) and *Orius laevigatus* (Fieber). **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 19, n. 1, p. 15-18, 1996.
- BONTE, M.; CLERCQ, P. de. Production of the anthocorid *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae) on factitious and artificial foods. **Global IOBC Bulletin**, v. 3, p. 16-17, 2007.
- BUENO, V. H. P. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. 207 p.
- BUENO, V. H. P.; MENDES, S. M.; CARVALHO, L. M. Evaluation of a rearing-method for the predator *Orius insidiosus*. **Bulletin Insectology**, Bologna, v. 59, p. 1-6, 2006.
- CÂMARA, M. R. Dispersal of *Artemia franciscana* Kellogg (Crustacea; Anostraca) populations in the coastal saltworks of Rio Grande do Norte, northeastern Brazil. **Hydrobiologia**, v. 466, p. 145-148, 2001.
- CÂMARA, M. R. Caracterização da produção de cistos e biomassa de *Artemia* na região salinera do Rio Grande do Norte. **Revista ABCC**, v. 6, n. 1, p. 68-72, 2004.
- CARVALHO, L. M.; BUENO, V. H. P.; SILVEIRA, L. C. P. Nymphal development of three *Orius* species reared on eggs of *Ephestia kuehniella* Zeller. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 26, n. 10, p. 131-134, 2003.
- CARVALHO, L. M.; BUENO, V. H. P.; MENDES, S. M. Response of two *Orius* species to temperature. **IOBC/ WPRS Bulletin**, v. 28, n. 1, p. 43-46, 2005.

CASTAÑÉ, C.; ZALOM, F. Artificial oviposition substrate for rearing *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). **Biological control**, Orlando, v. 4, p. 88-91, 1994.

CASTAÑÉ, C. R.; QUERO, J.; RIUDAUVETS. The brine shrimp *Artemia* sp. as alternative prey for rearing bug *Macrolophus caliginosus*. **Biological Control**, Orlando, v. 38, p. 405-412, 2006.

CLERCQ, P. Dark clouds and their silver linings: exotic generalist predators in augmentative biological control. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, p. 169-176, 2002.

CLERCQ, P.; ARIJS, Y.; MEIR, T. van; STAPPEN, G. van; SORGELOOS, P.; DEWETTINCK, K.; REY, M.; GRENIER, S.; FEBVAY, G. Nutritional value of brine shrimp cysts as a factitious food for *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae). **Biocontrol Science Technology**, v. 15, n. 5, p. 467-479, 2005.

COHEN, A. C. Biochemical and morphological dynamics and predatory feeding habits in terrestrial heteroptera. In: COLL, M.; RUBERSON, J. R. (Eds.). **Predatory heteroptera: their ecology and use in biological control**. New York: Entomological Society of America, 1998. p. 21-32.

MEIRACKER, R. A. F. van den. **Biocontrol of western flower thrips by heteropteran bugs**. 1999. 147 f. Thesis (Doctorate in Entomology) - University of Amsterdam, Amsterdam.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P.; ARGOLO, V. M.; SILVEIRA, L. C. P. Type of prey influence biology and consumption rate of *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Heteroptera). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 46, n. 1, p. 99-103, 2002.

PARRA, J. R. P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZU, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. 359 p.

PARRA, J. R. P. Criação massal de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.). **Controle biológico no Brasil: predadores e parasitóides**. São Paulo: Manole, 2002. p. 143-164, 635 p.

RICHARDS, P. C.; SCHMIDT, J. M. The suitability of some natural and artificial substrates as ovipositional sites for the insidiosus flower bug, *Orius insidiosus*. **Entomology Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 80, p. 325-333, 1996.

RIUDAVETS, J.; ARNÓ, J.; CASTAÑÉ, C. Rearing predatory bugs with the brine shrimp *Artemia* sp. as alternative pre food. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 29, n. 4, p. 235-240, 2006.

ROCHA, A. G.; KRAUSE, C. S.; VIEIRA, E. C. S.; FREITAS, F.; CAIMI, L. C.; FONSECA, R. R. V. P. Avaliação dos efeitos de diferentes concentrações de cloro na descapsulação e eclosão das larvas de artemia (*Artemia* sp.). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 6, n. 1, p. 41-45, 2005.

STAPPEN, G. van. Use of cysts. In: LAVENS, P.; SORGELOOS, P. (Eds.). **Manual on the production and use of live food for aquaculture**. Rome: FAO, 1996. p. 107-136, 1996. (Fisheries technical paper, 361).

THOMPSON, S. N. Nutrition and culture of entomophagous insects. **Annual Review Entomology**, Stanford, v. 44, p. 561-592, 1999.

TOMMASINI, M. G.; LENTEREN, J. C. van; BURGIO, G. Biological traits and predation capacity of four *Orius* species on two prey species. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 57, n. 2, p. 79-93, 2004.

YANO, E.; NAGAI, K.; WATANABE, K.; YARA, K. Biological parameters of *Orius* spp. for control of thrips in Japan. **IOBC/ WPRS Bulletin**, v. 25, n. 1, p. 305-308, 2002.

ARTIGO 5

Avaliação de substratos de oviposição para *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) (Preparado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Entomologia, exceto as citações (NBR 10520) e as referências bibliográficas (NBR 6023))

Lívia M. CARVALHO¹

Vanda H. P. BUENO¹

Cristina CASTAÑÉ²

¹Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037, CEP. 37200-000, Lavras, MG, Brasil. ²Departamento de Proteção Vegetal, Institute de Recerca e Tecnologia Agroalimentarie (IRTA), Centre de Cabrils, Ctra. Cabrils s/n, 08348 Cabrils (Barcelona), Espanha.

**Avaliação de substratos de oviposição para *Orius insidiosus* (Say)
(Hemiptera: Anthocoridae)**

RESUMO. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar substratos de oviposição para *Orius insidiosus* (Say, 1832). O estudo foi conduzido em sala climatizada, a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Os substratos de oviposição utilizados foram brotos de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.), brotos de soja [*Glycine max*, (L.) Merr.], brotos de batata (*Solanum tuberosum*, L.), vagem de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) e inflorescências de picão-preto (*Bidens pilosa*, L.). Foram avaliados o número médio diário e total de ovos por um período de 15 dias, o número de adultos vivos em cada recipiente, além da viabilidade na produção dos adultos. Observou-se um número significativamente maior de ovos de *O. insidiosus* em brotos de feijão (4,3 ovos por dia) e em brotos de soja (3,9 ovos por dia), comparados aos demais substratos avaliados. As menores viabilidades na produção de adultos de *O. insidiosus* (75,3% e 71,1%) foram verificadas a partir dos ovos colocados em brotos de batata e vagem de feijão, respectivamente. Brotos de feijão e brotos de soja foram aceitos pelas fêmeas e adequados para a utilização na criação de *O. insidiosus* em laboratório, com vantagens de poderem ser produzidos durante todo o ano, não necessitar de grandes áreas para produção, reduzindo, assim, os custos e o trabalho com sua obtenção e preparo. Esses resultados poderão auxiliar na criação massal de *O. insidiosus* em laboratório, visando à liberação desse predador em programas de controle biológico de tripses.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, criação massal, *Orius* sp., predador.

Evaluation of oviposition substrates for *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae)

ABSTRACT. This study aimed to evaluate oviposition substrates for *Orius insidiosus* (Say, 1832). The study was conducted in an air-conditioned room at $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ RH, and a 12h photophase. The oviposition substrates used consisted of bean sprouts (*Phaseolus vulgaris*, L.), soybean sprouts [*Glycine max*, (L.) Merr.], potato sprouts (*Solanum tuberosum*, L.), bean pods (*Phaseolus vulgaris* L.), and farmer's friend inflorescences (*Bidens pilosa*, L.). Evaluations included the mean and total daily numbers of eggs per female during a 15-day period, the number of live adults in each container, and adult production viability. A significantly higher number of eggs was *O. insidiosus* on bean sprouts (4.3 eggs per day) and soybean sprouts (3.9 eggs per day), when compared with the other substrates evaluated. The lowest viability values in the production of *O. insidiosus* adults (75.3 and 71.1%) were observed for eggs laid on potato sprouts and bean pods, respectively. Bean and soybean sprouts were accepted by the females and were suitable to rear *O. insidiosus* in the laboratory; these substrates have the additional advantages of being produced throughout the year without requiring large areas for production, thus reducing the costs and labor necessary to obtain and prepare them. These results may be useful in the mass rearing of *O. insidiosus* in the laboratory, with the objective of releasing the predator in biological control programs against thrips.

KEYWORDS: Biological control, mass rearing, *Orius* sp., predator.

A oviposição endofítica em plantas é uma característica observada entre as espécies de *Orius* Wolff, 1811 (Bueno, 2000) e vários substratos naturais e artificiais têm sido pesquisados para a criação desses agentes de controle (Castañé & Zalom, 1994; Richards & Schmidt, 1996). Assim, as plantas exercem grande importância na criação massal de predadores heterópteros, pois, além de servirem de meio de oviposição, também são origem de nutrientes e umidade (Coll, 1998).

Os aspectos estruturais, nutricionais e químicos de diferentes plantas podem potencialmente influenciar o desempenho das fêmeas de *O. insidiosus* sobre as plantas (Lundgren & Fergen, 2006). Dessa maneira, um dos principais obstáculos para a criação massal de espécies de *Orius* é a escolha de um substrato de oviposição que seja aceito pela fêmea, que seja de baixo custo e de fácil obtenção (Richards & Schmidt, 1996).

O substrato de oviposição comumente utilizado para a criação de espécies de *Orius* é a vagem de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) (Isenhour & Yeorgan, 1981; Meiracker, 1999; Ruberson et al., 2000; Yano et al., 2002; Tommasini et al., 2004). No entanto, muitas vezes, ela apresenta contaminação por fungos e se decompõe antes que os ovos do predador tenham completado seu desenvolvimento (Richards & Schmidt, 1996).

Outros substratos têm sido testados, como hastes de feijão, folha de algodão e de pepino (Bueno, 2000), folha de feijão (Honda et al., 1998), folha de berinjela (Nagai & Yano, 1999) e inflorescência de picão-preto (Mendes et al., 2005). Entretanto, também se verificou que esses materiais requerem considerável espaço para a sua produção, o que aumenta o custo final do produto (agente biológico), além de poder introduzir patógenos e/ou resíduos de inseticidas na criação. Pesquisas realizadas com brotos (sementes recém-geminadas) (Richards & Schmidt, 1996; Wang et al., 1999) têm evidenciado que

os brotos apresentam baixo custo, além de menor risco de introdução de patógenos nas criações (Murai et al., 2001).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar diferentes substratos de oviposição para a criação de *Orius insidiosus* (Say, 1832) em laboratório e verificar a viabilidade na produção dos adultos obtidos, visando à maximização da criação desse agente de controle.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório de Controle Biológico, no Departamento de Entomologia da UFLA, em sala climatizada, a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Os insetos utilizados eram provenientes da criação de manutenção do laboratório, onde permaneceram, até a fase adulta, em placas de Petri de 20 cm, contendo local de abrigo (papel dobrado), fonte de água (algodão umedecido) e alimento *ad libitum* como ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879), de acordo com metodologia proposta por Bueno (2000) e Bueno et al. (2007).

Obtenção dos substratos de oviposição. Como substratos de oviposição para *O. insidiosus* foram utilizados brotos de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.), brotos de soja [*Glycine max*, (L.) Merr.], brotos de batata (*Solanum tuberosum*, L.), vagem de feijão e inflorescências de picão-preto (*Bidens pilosa*, L.).

Os brotos de feijão e de soja foram obtidos por meio de sementes de feijão e soja colocadas dentro de bandejas plásticas de 20 x 40 x 10 cm, contendo algodão umedecido e papel filtro úmido sobre as sementes, visando evitar a sua dessecação. Essas bandejas foram mantidas em câmara climatizada, na temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e escuro por 3 a 4 dias, até a completa germinação das sementes (estádio de cotilédone). Posteriormente, foi retirado o tegumento (casca) da semente germinada e realizado o preparo de um *bouquet* com seis brotos com, aproximadamente, 10 cm cada, deixando os cotilédones na parte superior do algodão. Esse *bouquet* foi utilizado nos testes em que os brotos de feijão ou de soja serviram como substrato de oviposição.

A obtenção dos brotos de batata foi por meio do uso de batata-semente, pois os tubérculos encontrados no mercado, geralmente, estão infectados por viroses e bacterioses. A batata-semente apresenta dormência dos tubérculos e as

gemas permanecem inaptas à brotação, durante certo período. Para a ativação das brotações, foi utilizado bissulfureto de carbono, conforme metodologia proposta por Silva et al. (2004). Foi utilizada nos testes, como substrato de oviposição, uma batata apresentando 5 a 6 brotações de, aproximadamente, 10 cm.

As vagens de feijão utilizadas nos testes foram adquiridas no mercado local e as inflorescências de picão-preto foram coletadas no campo. Foram utilizadas de 5 a 6 vagens de feijão ou inflorescências de picão-preto com, aproximadamente, 10 cm cada. Esses substratos foram tratados anteriormente em solução de hipoclorito de sódio a 0,12%, por um período de quatro minutos, para a sua desinfecção, de acordo com metodologia proposta por Diniz et al. (2006).

Avaliação dos diferentes substratos de oviposição. Foram selecionados 50 adultos de *O. insidiosus* (25 fêmeas e 25 machos), com até 48 horas, obtidos a partir da criação de manutenção do laboratório e mantidos em recipiente de vidro de 1,7 litro, contendo cada tipo de substrato de oviposição a ser testado separadamente. Nos recipientes foram acrescentados ovos de *A. kuehniella* como alimento e papel-toalha dobrado, que serviu como abrigo.

Os substratos de oviposição avaliados foram trocados a cada dois dias, ocasião na qual também foram adicionados alimento e água. Cada substrato de oviposição foi examinado sob microscópio estereoscópico para contagem do número de ovos. Foi avaliado o número médio diário e total de ovos/fêmea, por um período de 15 dias. Esse período foi adotado devido ao fato de a maior parte dos ovos produzidos pelas espécies de *Orius* ser colocada nos primeiros 15 dias após a sua emergência, como para *O. insidiosus* (Castañé & Zalom, 1994; Bueno et al., 2006), *O. laevigatus* (Alauzet et al., 1994; Blumel, 1996; Tommasini et

al., 2004), *O. majusculus* (Blumel, 1996) e *Orius thyestes* Herring, 1966 (Carvalho et al., 2005).

Após a contagem do número de ovos, os substratos de oviposição foram transferidos para placas de Petri de 20 cm. Dentro de cada placa, foi acrescentado papel toalha-dobrado e, a cada dois dias, ovos de *A. kuehniella* como alimento para o desenvolvimento das ninfas. Após a emergência dos adultos, foi avaliada a produção dos mesmos, obtidos a partir dos ovos colocados em cada substrato de oviposição.

Análise dos dados. Para avaliar a viabilidade, o número de ovos por fêmea e o número de ovos por fêmea por dia foi instalado um experimento, num delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (substratos – broto de feijão, broto de soja, broto de batata, vagem de feijão e picão-preto) e quatro repetições. Procedeu-se a análise de variância e a média dos tratamentos foi comparada pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

O modelo estatístico que descreve as observações é dado por:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}, \text{ em que:}$$

y_{ij} é o valor da variável dependente na j -ésima repetição que recebeu o i -ésimo tratamento, com $j=1, \dots, 4$;

μ é uma constante inerente a cada observação;

τ_i é o efeito do i -ésimo tratamento, com $i= 1, \dots, 5$;

ε_{ij} é o erro experimental normalmente distribuído, com média zero e variância σ^2 .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fêmeas de *O. insidiosus* colocaram seus ovos nos diferentes substratos de oviposição avaliados. Foi observada preferência quanto aos locais para oviposição nos substratos avaliados. Nos brotos de feijão e de soja, os ovos, geralmente, foram colocados próximo ao cotilédone; nos brotos de batata, foram inseridos na base das brotações. Na vagem de feijão, as fêmeas de *O. insidiosus* inseriram os ovos nas nervuras longitudinais e, nas inflorescências de picão-preto, os ovos foram colocados na base da haste de cada inflorescência. O comportamento de oviposição endofítica é uma característica observada entre os predadores do gênero *Orius* (Bueno, 2000), o qual permite uma maior proteção dos ovos, tanto contra os possíveis inimigos naturais, como também de fatores adversos, como o dessecamento e assegurando, assim, o seu desenvolvimento. De acordo com Lundgren & Fergen (2006), a preferência de oviposição de *O. insidiosus* é influenciada por características físicas e morfológicas das plantas e a facilidade com que as fêmeas colocam seus ovos dentro do substrato afeta a aceitabilidade de algumas espécies de plantas.

Richards & Schmidt (1996) relataram que as fêmeas de *O. insidiosus* selecionaram para a oviposição locais protegidos e que não estão sujeitos à rápida dessecação. Também Murai et al. (2001) verificaram que *Orius sauteri* (Poppius) colocaram os ovos em brotos de feijão somente próximo à base do cotilédone.

Fecundidade de *Orius insidiosus*. O desempenho reprodutivo de *O. insidiosus* foi afetado pelos diferentes substratos de oviposição utilizados. O número de ovos colocados foi significativamente maior quando os adultos foram mantidos com brotos de feijão ($63,9 \pm 2,83$ ovos) ou brotos de soja ($59,7 \pm 2,83$ ovos),

comparado àqueles criados nos outros substratos avaliados ($F= 55,3$; $gl=4,20$; $P<0,0001$) (Tabela I) (Fig. 1).

Tabela I. Número médio diário e total de ovos (\pm EP) de *Orius insidiosus* mantidos em diferentes substratos de oviposição ($25\pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas).

Substratos de oviposição	Número ovos/fêmea	Número ovos/fêmea/dia
Broto de feijão	$63,9 \pm 2,83$ a*	$4,3 \pm 0,19$ a
Broto de soja	$59,7 \pm 2,83$ a	$3,9 \pm 0,19$ a
Broto de batata	$21,4 \pm 2,83$ c	$1,4 \pm 0,19$ c
Vagem de feijão	$18,5 \pm 2,83$ c	$1,2 \pm 0,19$ c
Picão-preto	$43,1 \pm 2,83$ b	$2,9 \pm 0,19$ b

*Médias seguidas de mesma letra na coluna, não difere entre si, pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

O número diário de ovos colocados por fêmeas foi significativamente maior quando *O. insidiosus* foi mantido com brotos de feijão ou brotos de soja ($4,3\pm 0,19$ e $3,9\pm 0,19$ ovos por dia, respectivamente), comparado aos demais substratos ($F= 55,25$; $gl=4,20$; $P<0,0001$) (Tabela I). Este fato pode estar relacionado com a relativa maciez e turgidez destes brotos, o que facilitou a oviposição.

Assim, o teor de umidade pode ser um importante fator de estímulo para oviposição de *O. insidiosus*. De acordo com Meiracker & Sabelis (1993), características do substrato, como maciez e umidade, influenciam a oviposição de *O. insidiosus*. Mendes et al. (2005) relataram que a preferência por substratos para oviposição de *O. insidiosus* pode envolver facilidades de inserção do

ovipositor e dos ovos e, de acordo com Richards & Schmidt (1996), materiais com umidade suficiente para favorecer o desenvolvimento dos ovos de *O. insidiosus* foram mais aceitos que substratos mais secos.

Inflorescências de picão-preto se mostraram como substrato intermediário, com 43,1 ovos por fêmea e 2,9 ovos por fêmea por dia (Tabela I). Bueno et al. (2007) relataram que *O. insidiosus* colocaram 1,2 ovo por fêmea por dia em inflorescências de picão-preto, quando foram mantidos na densidade de 400 adultos por recipiente.

O menor número de ovos de *O. insidiosus* foi observado quando foram utilizados vagem de feijão ou brotos de batata como substrato de oviposição, com 1,2 e 1,4 ovo por fêmea por dia, respectivamente (Tabela I). Mendes et al. (2005) verificaram que *O. insidiosus* colocou o menor número de ovos em vagem de feijão, tanto em teste sem chance de escolha (5,2 ovos/fêmea), como em teste com chance de escolha (0,4 ovos/fêmea).

Verificou-se que, além do substrato de oviposição, a densidade de adultos de *O. insidiosus* nos recipientes também influenciou no número de ovos por fêmea desse predador e, conseqüentemente, o sistema de sua criação no laboratório. Neste estudo, com uma densidade de 50 adultos de *O. insidiosus* por recipiente, observou-se que as fêmeas colocaram, em média, 63,9 e 59,7 ovos, quando foram usados como substrato de oviposição brotos de feijão e de soja, respectivamente, por um período de 15 dias.

Bueno et al. (2006) obtiveram fecundidade quase três vezes menor (22,7 ovos por fêmea) na densidade de 400 adultos do mesmo predador por recipiente de criação (200 fêmeas e 200 machos), em inflorescências de picão-preto, durante um período de 30 dias. Em altas densidades de *O. insidiosus* por recipiente podem ocorrer canibalismo e interferência mútua dos indivíduos, reduzindo o padrão de oviposição das fêmeas, pois menor quantidade de alimento ingerida é alocada para a oviposição (Meiracker, 1999). Assim, por

meio dos resultados obtidos, pode-se inferir que, apesar da densidade usada nesse estudo ter sido menor (50 adultos por recipiente), as condições desse sistema de criação proporcionaram maximização na produção dos ovos por fêmeas de *O. insidiosus*.

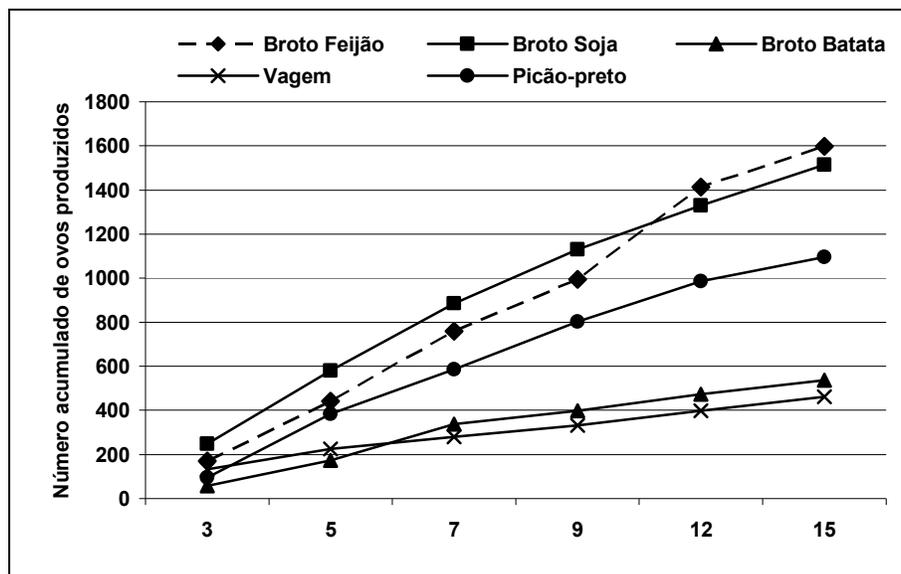


Fig. 1. Número acumulado de ovos produzidos por recipiente de criação de *Orius insidiosus* mantidos com diferentes substratos de oviposição ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas).

Considerando o padrão de oviposição de *O. insidiosus* em cada substrato avaliado, observou-se que brotos de feijão e brotos de soja demonstraram maior número acumulado de ovos produzidos por recipiente de criação, durante os 15 dias de avaliação, com 1.599 e 1.513 ovos, respectivamente (Fig. 1). O menor número acumulado de ovos por recipiente foi observado quando foram usados brotos de batata (536 ovos) e vagem de feijão (462 ovos), como substrato de

oviposição (Fig. 1). Bueno et al. (2007) constataram produção total de 8.295 ovos de *O. insidiosus* por recipiente contendo 400 adultos, no período de 30 dias.

Viabilidade na produção de adultos de *Orius insidiosus*. A viabilidade na produção de adultos de *O. insidiosus* obtidos nos diferentes substratos de oviposição avaliados foi significativamente diferente ($F=10,15$; $gl= 4,20$; $P<0,0001$). As maiores viabilidades na produção de adultos de *O. insidiosus* foram observadas quando brotos de feijão (87,3%), brotos de soja (86,7%) ou inflorescências de picão-preto (83,5%) foram usados como substrato de oviposição (Fig. 2).

Wang et al. (1999) utilizaram brotos de feijão como substrato de oviposição, além de fonte de água para adultos e ninfas de *Orius strigicollis* (Poppius) e relataram que as ninfas criadas coletivamente apresentaram melhor desenvolvimento e sobrevivência sobre esse substrato, comparadas com ninfas criadas sobre vagem de feijão ou folhas de berinjela. Murai et al. (2001) verificaram viabilidade de 90,3% para *O. sauteri* mantidos junto a brotos de feijão como substrato de oviposição.

Vagem de feijão e brotos de batata apresentaram as menores viabilidades quanto à produção de adultos de *O. insidiosus*, com 75,5% e 71,7%, respectivamente, comparadas aos demais substratos (Fig. 2). Para a vagem de feijão, a menor viabilidade na produção de adultos pode ter ocorrido devido à contaminação por patógenos, o que ocasionou a decomposição do substrato mesmo antes da eclosão das ninfas. Além disso, foi observado o dessecamento desse material.

Richards & Schmidt (1996) observaram que o pré-tratamento da vagem de feijão em solução de hipoclorito de sódio não preveniu o crescimento de

fungos e, quando as ninfas de primeiro instar de *O. insidiosus* eclodiram, ficaram aderidas aos micélios dos fungos e, assim, incapazes de se alimentar.

Castañé & Zalom (1994) relataram que o uso de vagens de feijão como substrato de oviposição pode causar problemas devido à sua limitada disponibilidade ao longo do ano, além do potencial de introdução de patógenos e resíduos de inseticidas dentro da criação.

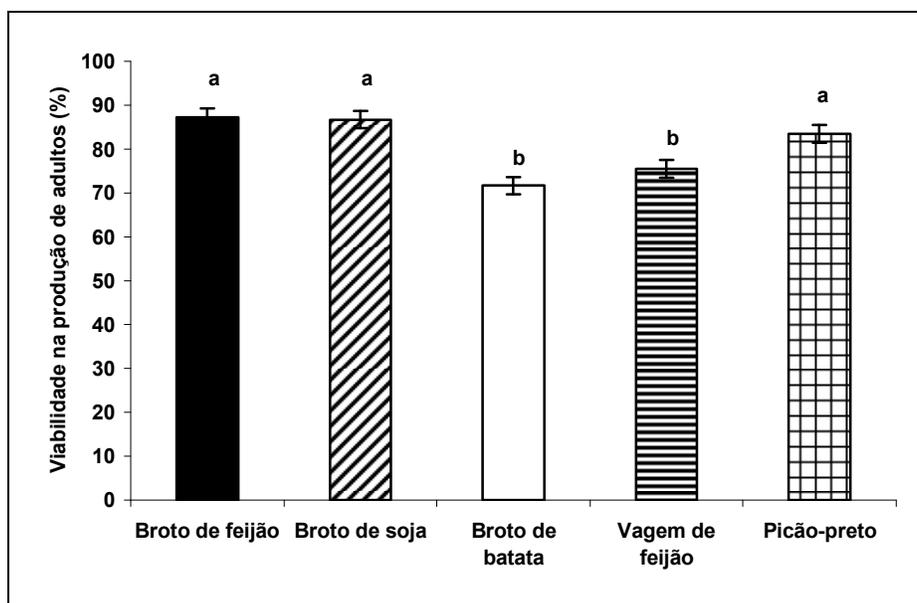


Fig. 2. Viabilidade (%) na produção de adultos de *Orius insidiosus* criados com diferentes substratos de oviposição ($25\pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas). *Médias com mesma letra não diferem entre si, pelo teste Scott e Knott, a 5% de significância.

O baixo número de ovos produzidos e a reduzida viabilidade na produção de adultos de *O. insidiosus* encontrados nos brotos de batata podem ter sido ocasionados pela presença de resíduos químicos. De acordo com Filgueira

(2000) e Pereira & Fortes (2004), um dos fatores limitantes à produção de batata é sua suscetibilidade a grande número de doenças e pragas. Assim, para a obtenção de tubérculos de qualidade, é necessário utilizar produtos químicos.

Quando comparado com os dados obtidos no presente estudo, menores viabilidades na produção de adultos de *O. insidiosus* foram observadas por outros autores para a criação coletiva de *Orius*. Bueno et al. (2006) verificaram viabilidade de 53,6% para *O. insidiosus*, tendo inflorescências de picão-preto como substrato de oviposição. Blumel (1996) encontrou viabilidade de 52,8% para a criação de *O. laevigatus*, usando vagem de feijão como substrato. Esses dados mostram que, mesmo com as menores viabilidades da produção de adultos de *O. insidiosus* encontradas nesse estudo com vagem de feijão e brotos de batata (75,5% e 71,7%, respectivamente), esses substratos ainda podem ser utilizados para a criação desse predador na ausência de outros mais adequados.

Apesar de vários estudos indicarem as inflorescências de picão-preto como substrato adequado para criação de *O. insidiosus* (Bueno, 2000; Mendes et al., 2005; Bueno et al., 2006), verificou-se, neste estudo, que brotos de feijão e brotos de soja apresentaram melhores resultados quanto à produção de ovos e de adultos de *O. insidiosus* sendo, assim, considerados mais adequados em relação aos outros substratos avaliados (Fig. 1). Além disso, verifica-se que os brotos são mais fáceis de serem obtidos, uma vez que inflorescências de picão-preto são difíceis de serem cultivadas e sua obtenção fica dependente da realização de coletas no campo, ou seja, sujeitas às variações bióticas e abióticas. Carmona & Villas Boas (2001) verificaram problemas na germinação de sementes de picão-preto, principalmente devido à perda de viabilidade causada por deterioração ou dormência das sementes.

Os resultados obtidos evidenciam que brotos de feijão ou brotos de soja foram adequados à criação de *O. insidiosus*, tanto maximizando a produção de ovos do predador mantido coletivamente (50 adultos por recipiente), como

viabilizando a produção de adultos obtidos a partir desses ovos. Além disso, esses substratos foram fáceis de serem preparados e apresentaram a vantagem de serem produzidos com a mesma qualidade, durante todo o ano.

De acordo com Richards & Schmidt (1996), os fatores que influenciam a adoção de um substrato de oviposição são a aceitação das fêmeas para oviposição, a sobrevivência dos ovos e o desenvolvimento de ninfas no substrato, além do custo e da possibilidade de incorporação desse substrato num programa de criação massal em larga escala. Murai et al. (2001) relataram que, num sistema de criação massal, é necessário o uso de um substrato de oviposição que não necessita de grandes áreas para a sua produção, requeira baixo custo de preparação e trabalho, além de baixo risco de introdução de predadores ou patógenos ao longo do ano.

Esses resultados poderão auxiliar a criação massal de *O. insidiosus* em laboratório. Contudo, estudos posteriores são necessários, utilizando brotos como substratos de oviposição em recipientes de criação contendo maior densidade de adultos de *O. insidiosus*, visando à maximização da produção massal desse agente de controle para a sua liberação em sistemas de cultivos protegidos para o controle de tripes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAUZET, A.; DARGAGNON, D.; MALAUSA, J. C. Bionomics of a polyphagous predator: *Orius laevigatus* (Het.: Anthocoridae). **Entomophaga**, Paris, v. 39, n. 1, p. 33-40, 1994.
- BLUMEL, S. Effect of selected mass-rearing parameters on *Orius majusculus* (Reuter) and *Orius laevigatus* (Fieber). **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 19, n. 1, p. 15-18, 1996.
- BUENO, V. H. P. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. 207 p.
- BUENO, V. H. P.; MENDES, S. M.; CARVALHO, L. M. Evaluation of a rearing-method for the predator *Orius insidiosus*. **Bulletin Insectology**, Bologna, v. 59, p. 1-6, 2006.
- CARMONA, R.; VILLAS-BOAS, H. D. C. Dinâmica de sementes de *Bidens pilosa* no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 457-463, 2001.
- CARVALHO, L. M.; BUENO, V. H. P.; MENDES, S. M. Response of two *Orius* species to temperature. **IOBC/ WPRS Bulletin**, v. 28, n. 1, p. 43-46, 2005.
- CASTAÑÉ, C.; ZALOM, F. Artificial oviposition substrate for rearing *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). **Biological Control**, Orlando, v. 4, p. 88-91, 1994.
- COLL, M. Living and feeding on plants in predatory heteroptera. In: COLL, M.; RUBERSON, J. R. (Eds.). **Predatory heteroptera: their ecology and use in biological control**. New York: Entomological Society of America, 1998. p. 89-129.
- DINIZ, A. J. F.; BUENO, V. H. P.; CARVALHO, A. R.; PEDROSO, E. C.; SILVA, R. J.; CARVALHO, L. M. Desinfection of oviposition substrate with sodium hypochlorite: effects on some biological traits of *Orius thyestes*. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 29, p. 215-218, 2006.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

- HONDA, J. Y.; NAKASHIMA, Y.; HIROSE, Y. Development, reproduction and longevity of *Orius minutus* and *Orius sauteri* (Heteroptera: Anthocoridae) when reared on *Ephesia kuehniella* eggs. **Applicata et Entomology and Zoology**, Dordrecht, v. 33, p. 449-453, 1998.
- ISENHOUR, D. J.; YEARGAN, K. V. Effect of temperature on the development of *Orius insidiosus* with notes on laboratory rearing. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 74, n. 1, p. 114-116, 1981.
- LUNDGREN, J. G.; FERGEN, J. K. The oviposition behavior of the predator *Orius insidiosus*: acceptability and preference for different plants. **BioControl**, Orlando, v. 51, p. 217-227, 2006.
- MEIRACKER, R. A. F. van den. **Biocontrol of western flower thrips by heteropteran bugs**. 1999. 147 p. Thesis (Doctorate in Entomology) - University of Amsterdam, Amsterdam.
- MEIRACKER, R. A. F. van den; SABELIS, C. Oviposition sites of *Orius insidiosus* in sweet pepper. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 6, p. 109-112, 1993.
- MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M. Adequabilidade de diferentes substratos à oviposição do predador *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). **Neotropical Entomology**, Stanford, v. 34, n. 3, p. 415-421, 2005.
- MURAI, T.; NARAI, Y.; SUGIURA, N. Utilization of germinated broad bean seeds as an oviposition substrate in mass rearing of the predatory bug, *Orius sauteri* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae). **Applicata et Entomology and Zoology**, Dordrecht, v. 36, n. 4, p. 489-494, 2001.
- NAGAI, K.; YANO, E. Effects of temperature on the development and reproduction of *Orius sauteri* (Poppius) (Heteroptera: Anthocoridae), a predator of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae). **Applicata et Entomology and Zoology**, Dordrecht, v. 34, p. 223-229, 1999.
- PEREIRA, J. E. S.; FORTES, G. R. L. Produção de mudas pré-básicas de batata por estaquia a partir de plantas micropropagadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 186-192, 2004.

RICHARDS, P. C.; SCHMIDT, J. M. The suitability of some natural and artificial substrates as ovipositional sites for the insidiosus flower bug, *Orius insidiosus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 80, p. 325-333, 1996.

RUBERSON, J. R.; SHEN, Y. J.; KRING, T. J. Photoperiod sensitivity and diapause in predator *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 93, n. 5, p. 1123-1130, 2000.

SILVA, J. R. V.; COSTA, N. V.; MORAIS, O. S.; TERRA, M. A.; MARCHI, S. R.; ONO, E. O. Brotações de mini-tubérculos de sete cultivares de batata em função da concentração de bissulfureto de carbono. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 677-680, 2004.

TOMMASINI, M. G.; LENTEREN, J. C. van; BURGIO, G. Biological traits and predation capacity of four *Orius* species on two prey species. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 57, n. 2, p. 79-93, 2004.

YANO, E.; NAGAI, K.; WATANABE, K.; YARA, K. Biological parameters of *Orius* spp. for control of thrips in Japan. **IOBC/ WPRS Bulletin**, v. 25, n. 1, p. 305-308, 2002.

WANG, C. L.; LEE, P. C.; WU, Y. J. **Field aumentation of *Orius strigicollis* (Heteroptera: Anthocoridae) for the control of thrips in Taiwan**. 1999. Disponível em: <<http://www.agnet.org/library/data/eb/eb500/eb500.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2003.

ARTIGO 6

Material como suporte e abrigo em recipientes e manuseio durante o envio e o transporte podem afetar a qualidade de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae)? (Preparado de acordo com as normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, exceto as citações (NBR 10520) e as referências bibliográficas (NBR 6023))

Lívia M. CARVALHO¹

Vanda H. P. BUENO¹

Cristina CASTAÑÉ²

¹Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037, CEP. 37200-000, Lavras, MG, Brasil. ²Departamento de Proteção Vegetal, Institute de Recerca e Tecnologia Agroalimentarie (IRTA), Centre de Cabrils, Ctra. Cabrils s/n, 08348 Cabrils (Barcelona), Espanha.

Material como suporte e abrigo em recipientes e manuseio durante o envio e o transporte podem afetar a qualidade de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae)?

Resumo - Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar diferentes materiais usados como suporte e abrigo em recipientes junto aos indivíduos de *Orius insidiosus* (Say), além do efeito do manuseio sobre os predadores, durante o seu envio e transporte. Duzentos indivíduos de *O. insidiosus* foram embalados em recipientes plásticos de 200 mL, contendo ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) como alimento, inflorescências de picão-preto (*Bidens pilosa*, L.) como substrato de oviposição e um tipo de material como suporte e abrigo. Os materiais usados no interior dos recipientes foram vermiculita + casca de arroz (1:1), vermiculita, papel-toalha dobrado, palha fina de madeira (*Pinus*) e casca de café. Após período de 72 horas, contou-se o número de indivíduos vivos e mortos dentro do recipiente, além da razão sexual e da capacidade reprodutiva das fêmeas. Também foi avaliada, após o período de 48 horas de manuseio no envio e no transporte, a quantidade de indivíduos vivos por recipiente, razão sexual e potencial de consumo frente à presa *Frankliniella occidentalis* (Pergande). Maior sobrevivência de *O. insidiosus* (85,7%) e fecundidade (55,9 ovos/fêmea) foram observadas nos recipientes que continham vermiculita + casca de arroz. A sobrevivência de *O. insidiosus* presente nos recipientes após o recebimento foi de 94,3% (com variação de 93,2% a 95,6%) e tiveram um consumo médio de 15,6 ninfas de *F. occidentalis*, no período de 24 horas. A vermiculita + casca de arroz foi o material mais adequado como suporte e abrigo ao predador e a qualidade dos indivíduos recebidos após manuseio e transporte não foi afetada dentro das condições avaliadas. Esses resultados poderão ser úteis quanto à comercialização de *O. insidiosus* e sua utilização em programas de controle biológico de tripes.

Termos para indexação: controle biológico, comercialização, predador, *Orius*.

Can support and shelter materials in insect container and handling during shipment and transport affect the quality of *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae)?

Abstract - The objective of this study was to evaluate different materials used as supporting and shelter substrates in containers for *Orius insidiosus* (Say) individuals, as well as the effect of handling on the predators during shipment and transport. Two hundred *O. insidiosus* individuals were packaged in plastic containers (200 mL capacity) supplied with *Anagasta kuehniella* (Zeller) eggs as food, farmer's friend stems (*Bidens pilosa*, L.) as oviposition substrate, a source of moisture, and one type of material as support and shelter. The materials used inside the containers were vermiculite + rice hulls (1:1), vermiculite, folded paper towels, fine wood wool (*Pinus*), and coffee husk. After a 72h period, live and dead individuals in the container were counted; evaluations were also made for sex ratio and the reproductive capacity of females. Evaluation after a 48h period by counting the numbers of live individuals per container, their sex ratio, and intake potential against the prey *Frankliniella occidentalis* (Pergande). The highest survival (85.7%) and fecundity (55.9 eggs/female) of *O. insidiosus* were observed in containers with vermiculite + rice hulls. *O. insidiosus* survival in the containers upon arrival was 94.3% (ranging from 93.2 to 95.6%); the predators consumed 15.6 *F. occidentalis* nymphs during a 24-hour period, on average. Vermiculite + rice hulls was the most suitable material employed as support and shelter substrate for the predator; the quality of individuals received after handling and transport was not affected under the conditions evaluated. These results could be useful to facilitate *O. insidiosus* trade and its use in biological control programs against thrips.

Index terms: biological control, commercial, predator, *Orius*.

Introdução

A comercialização de agentes de controle biológico tem crescido, nas últimas décadas, em todo o mundo (Lenteren, 2003). No Brasil, no entanto, ainda existem poucas empresas produzindo e comercializando inimigos naturais, embora a demanda pelo uso do controle biológico seja crescente, devido às exigências do mercado consumidor interno e externo. Além disso, a estimativa do custo de produção do predador *Orius insidiosus* (Say) revelou a viabilidade econômica dessa atividade, permitindo a sua produção em biofábricas no país (Mendes et al., 2005).

O sucesso dessa atividade depende, dentre vários fatores, do tipo e dos cuidados com a embalagem e com o transporte dos agentes benéficos, uma vez que se trata de organismos vivos e frágeis, os quais necessitam de proteção contra extremos de temperatura e umidade, além de suporte contra danos mecânicos. Portanto, o processo de comercialização envolve etapas como a determinação de recipientes adequados, o empacotamento desses agentes de controle, materiais de suporte e abrigo em conseqüentemente, do envio e transporte aos locais de liberação.

Por outro lado, muitos dos predadores disponíveis comercialmente são generalistas e exibem canibalismo quando mantidos em altas densidades, mesmo que o alimento esteja disponível nos recipientes para transporte. Para reduzir o risco do canibalismo, é comum promover locais de abrigo, para o inimigo natural, usando papel, palha de trigo ou vermiculita nos recipientes (Lenteren & Tommasini, 2003). Bolkmans (2003) relatou que a logística do envio de inimigos naturais para os locais de liberação permanece como um dos principais problemas para a comercialização dos mesmos.

Durante o envio e o transporte, se as condições não são favoráveis nos sistemas onde são embalados, podem ocorrer mortalidade e perda da qualidade

dos agentes biológicos (O'Neil et al., 1998; Hoddle et al., 2001; Vasquez et al., 2004). Segundo Lenteren (2003), pesquisas relacionadas ao envio e à liberação de inimigos naturais, dentre outros, podem reduzir os custos de produção e conduzir a um produto (inimigo natural) de melhor qualidade para os consumidores, ou seja, efetivos agentes de controle biológico.

No geral, a comercialização de espécies do gênero *Orius* ocorre na fase adulta, concentrando-se cerca de 500 indivíduos em recipientes plásticos de 500 mL. Lenteren & Tommasini (2003) relataram que procedimentos especiais são necessários em recipientes comerciais de predadores, uma vez que o canibalismo é um fenômeno comum a muitas espécies. No entanto, segundo Bueno (2000), as espécies de *Orius* são consideradas canibais somente em algumas ocasiões e este não é um fator de mortalidade importante, desde que os indivíduos sejam supridos com local de abrigo e alimento adequados. Além disso, espécies de *Orius* apresentam hábito críptico, ou seja, preferem habitar locais escondidos. Segundo Coll (1998), em ambiente natural, as espécies de *Orius* habitam locais como interiores de flores, axilas e meristemas apicais.

Dessa maneira, a composição do material colocado junto com os indivíduos predadores, o qual serve de abrigo e suporte contra danos mecânicos, a disponibilidade de alimento, além do manuseio no envio, pode influenciar grandemente a sobrevivência dos mesmos durante seu transporte e, assim, afetar a qualidade final do agente benéfico que chega ao consumidor para ser liberado. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar diferentes tipos de materiais que podem ser usados como suporte e abrigo em recipientes contendo *O. insidiosus*, além de avaliar o efeito do manuseio no envio e no transporte desse agente de controle, visando à sua comercialização.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Controle Biológico, no Departamento de Entomologia da UFLA. Os predadores utilizados nos testes foram obtidos da criação de manutenção do laboratório, de acordo com metodologia proposta por Bueno (2000) e Bueno et al. (2006).

Avaliação de materiais usados como suporte e abrigo nos recipientes contendo *Orius insidiosus*. Como materiais de suporte e abrigo colocados junto aos indivíduos de *O. insidiosus* em recipientes plásticos, foram utilizados vermiculita + casca de arroz (tegumento da semente de *Oriza sativa*, L.) (1:1), vermiculita, papel toalha dobrado, palha fina de madeira (*Pinus*) e casca de café (resíduo do fruto de café *Coffea arabica*, L., após a secagem e limpeza via seca). Esses materiais foram escolhidos de acordo com a facilidade de aquisição e o custo. Antes de serem colocados nos recipientes contendo *O. insidiosus*, esses materiais foram examinados quanto à presença de organismos indesejáveis e que pudessem comprometer os indivíduos predadores.

Os predadores foram embalados em recipientes de plástico de 200 mL contendo uma abertura vedada com tecido tipo “voile”, a qual permitiu as trocas gasosas no interior dos recipientes. Em cada recipiente, foram colocados, aproximadamente, 200 indivíduos de *O. insidiosus*, sendo 2/3 de adultos e 1/3 de ninfas de quinto instar, obtidos a partir da criação de laboratório, juntamente com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) como alimento, inflorescências de picão-preto (*Bidens pilosa*, L.) como substrato de oviposição e um tipo de material como suporte e abrigo. Esses recipientes foram colocados no interior de embalagens de isopor de 20 x 40 cm, as quais foram mantidas, por 72 horas, em sala climatizada, a 25±1°C, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas, visando à simulação de envio dos mesmos pelo sistema postal para os locais de liberação.

Foi avaliada a qualidade desses predadores de acordo com os parâmetros recomendados para *Orius* spp., como quantidade de indivíduos vivos por recipiente, razão sexual e fecundidade, formulados pela Organização Internacional para o Controle Biológico de Animais e Plantas Nocivos (IOBC) (Lenteren et al., 2003). Após o período de 72 horas, contou-se o número de indivíduos vivos e mortos dentro de cada recipiente, além da avaliação da razão sexual. Posteriormente, foi realizada a separação de 30 fêmeas de cada recipiente, para avaliação da capacidade reprodutiva. Essas fêmeas foram individualizadas em placas de Petri de 5 cm de diâmetro, contendo ovos de *A. kuehniella* como alimento e uma haste de picão-preto como substrato de oviposição. Avaliou-se o número de ovos diários e totais, por um período de sete dias.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos (materiais usados como suporte e abrigo) com cinco repetições cada, sendo cada repetição composta por um recipiente contendo 200 indivíduos de *O. insidiosus*. Foi realizada análise de variância e, quando significativa, as médias foram submetidas ao teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

Avaliação do efeito do manuseio no envio e transporte de *Orius insidiosus*

Visando avaliar o efeito do manuseio no envio e no transporte de *O. insidiosus*, foram colocados 200 indivíduos, sendo 2/3 de adultos e 1/3 de ninfas de quinto instar, obtidos a partir da criação de laboratório, em recipiente de plástico de 200 mL, contendo ovos de *A. kuehniella* como alimento, inflorescências de picão-preto como substrato de oviposição. Como material de suporte e abrigo foi acrescentado, a cada recipiente, vermiculita + casca de arroz (1:1). Para proporcionar ventilação, cada recipiente continha uma abertura na tampa, a qual foi vedada com tecido tipo “voile”.

Cinco recipientes, contendo 200 predadores cada, foram colocados dentro de uma embalagem de isopor de 20 x 40 cm, de modo a prevenir a exposição dos agentes de controle ao excesso de calor e umidade. Posteriormente, a embalagem foi enviada pelo correio, via Sedex, para um endereço da cidade de Lavras. Depois de recebido (aproximadamente 48 horas), o material foi novamente encaminhado ao Laboratório de Controle Biológico da UFLA. No laboratório, a qualidade dos insetos presentes nos recipientes foi avaliada quanto à quantidade de indivíduos vivos por recipiente e razão sexual. Esse teste foi repetido seis vezes, ou seja, foram enviadas seis embalagens de isopor contendo cinco recipientes com 200 predadores cada (total de 1.000 indivíduos em cada repetição).

Também foi avaliado o potencial de consumo das fêmeas de *O. insidiosus* presentes nos recipientes, utilizando-se como presa ninfas de segundo instar do tripses *Frankliniella occidentalis* (Pergande). Essas ninfas foram criadas em cotilédones de plantas de algodão, de acordo com metodologia proposta por Riudavets et al. (1993). As arenas experimentais na avaliação do consumo consistiram de placas de Petri de 5 cm de diâmetro, contendo um disco de papel filtro de 5,0 cm de diâmetro, umedecido. Trinta ninfas de *F. occidentalis* foram colocadas sobre um pedaço de, aproximadamente, 3 cm de vagem (*Phaseolus vulgaris*, L.). Fêmeas de *O. insidiosus* oriundas dos recipientes transportados foram introduzidas individualmente em cada arena. As placas foram mantidas em câmara climatizada, a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas e o número de presas consumidas foi avaliado após o período de 24 horas. Ninfas de tripses foram consideradas predadas quando restou apenas o exoesqueleto ou quando tiveram seu conteúdo parcialmente removido. Foram realizadas 30 repetições por envio, sendo cada repetição composta por uma fêmea e, assim, avaliou-se o número médio de *F. occidentalis* consumidos, durante 24 horas, pelas fêmeas.

Resultados e Discussão

Avaliação de materiais usados como suporte e abrigo nos recipientes contendo *Orius insidiosus*. Observou-se que 99,18% dos indivíduos de *O. insidiosus* encontrados nos recipientes contendo os diferentes materiais como suporte e abrigo eram adultos. Assim, apesar de ter sido colocado um terço de ninfas de quinto instar do predador nos recipientes, após o período de 72 horas, a maioria delas já havia alcançado a fase adulta. Somente foram encontrados 0,82% de ninfas presentes nos recipientes. De acordo com Bolkmans (2003), o estágio em que o inimigo natural é embalado não somente influencia o custo de produção e a possibilidade de mecanização de parte da produção, como também afeta a sua sobrevivência durante o transporte.

O tipo de suporte e de abrigo oferecido pelos diferentes materiais avaliados afetou significativamente a sobrevivência de *O. insidiosus* presentes nos recipientes ($F=119,0$; $gl=4,20$; $P<0,0001$). A maior sobrevivência do predador (85,7%) foi observada nos recipientes que continham vermiculita + casca de arroz (Tabela 1). A vermiculita sozinha se mostrou como material de suporte e abrigo intermediário, em que o predador apresentou sobrevivência de 55,6% (Tabela 1).

Apesar de o canibalismo ter sido observado em várias espécies de *Orius* (Askari & Stern, 1972, Meiracker, 1999; Bueno, 2000), esse fenômeno parece ter sido pouco freqüente nesse estudo com *O. insidiosus* quando o material utilizado foi vermiculita + casca de arroz. No entanto, para reduzir o risco de canibalismo em criações de *Orius*, outros materiais foram mencionados como adequados, como papel dobrado (Isenhour & Yeargan, 1981; Meiracker, 1999; Bueno, 2000), casca de trigo (Tommasini et al., 2004), grãos de arroz (Musolin et al., 2004) e papelão corrugado (Bueno et al., 2006). Também esses materiais são importantes em relação ao recipiente desses predadores, a espécie de

predador e a densidade utilizada. Coll (1998) relatou que o uso de cascas de trigo nos recipientes de comercialização de *Orius* spp. diminuiu o nível de canibalismo, pois promoveu locais de abrigo e facilitou o transporte do predador aos locais de liberação.

Tabela 1. Sobrevivência (%), fecundidade total e diária de *Orius insidiosus* mantidos em recipientes com diferentes materiais usados como suporte e abrigo (25±1°C, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas).

Material de suporte e abrigo	Sobrevivência (%)	Fecundidade total (ovos/fêmea)	Fecundidade diária (ovos/fêmea/dia)
Vermiculita + casca de arroz	85,7 ± 2,20a	55,9 ± 1,80a	7,9 ± 0,25a
Vermiculita	55,6 ± 1,52b	46,1 ± 3,51b	6,6 ± 0,50b
Papel toalha dobrado	51,1 ± 0,74c	39,5 ± 5,52c	5,6 ± 0,50c
Palha fina de madeira	49,5 ± 0,70c	41,0 ± 1,70c	5,8 ± 0,24c
Casca de café	50,0 ± 1,33c	29,8 ± 1,69d	4,2 ± 0,24d

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

As menores sobrevivências foram constatadas nos recipientes em que foi colocado papel-toalha dobrado, palha fina de madeira e casca de café, com 51,1%, 49,5% e 50,0%, respectivamente (Tabela 1). Provavelmente, as características químicas presentes na casca de café e palha fina de madeira podem ter afetado a sobrevivência de *O. insidiosus* nos recipientes em que estes materiais estavam presentes. Segundo Ramirez-Martinez (1988), a casca de café da espécie *C. arabica* caracteriza-se pelo alto conteúdo de compostos fenólicos, ou polifenóis, além de substâncias como tanino e lignina. Também, a madeira de

Pinus é constituída de celulose, hemicelulose, além de óleos essenciais, resinas, taninos, graxas e pigmentos (Morais et al., 2005).

Quanto ao papel-toalha dobrado como suporte e abrigo para *O. insidiosus*, observou-se que a maioria dos indivíduos ficava se movimentando nas bordas dos recipientes, o que pode ter levado a uma condição de estresse para os insetos e, dessa maneira, ter ocasionado mortalidade de cerca de 50% dos indivíduos. Segundo Meiracker (1999), altas densidades de *O. insidiosus* por recipiente podem causar canibalismo e interferência mútua, devido à maior mobilidade dos indivíduos nessas condições.

Não houve diferença significativa na razão sexual de *O. insidiosus* mantidos nos recipientes contendo os diferentes materiais usados como suporte e abrigo. Foi observada razão sexual de 0,53; 0,52; 0,53; 0,53 e 0,51 para vermiculita + casca de arroz, vermiculita, papel-toalha dobrado, palha fina de madeira e casca de café, respectivamente.

Os diferentes materiais usados como suporte e abrigo para *O. insidiosus* utilizados nos recipientes afetaram significativamente o desempenho reprodutivo desse predador. Foi observada maior fecundidade total (55,9 ovos/fêmea) ($F=9.089$; $gl= 4,95$; $P<0,0001$) e diária (7,9 ovos/fêmea/dia) ($F=9.087$; $gl= 4,95$; $P<0,0001$) para fêmeas mantidas nos recipientes que continham vermiculita + casca de arroz, comparados aos que continham os demais materiais utilizados (Tabela 1). Quando foi utilizado somente vermiculita, a fecundidade total foi de 46,1 ovos e de 6,6 ovos diários por fêmea (Tabela 1).

Resultados inferiores quanto à fecundidade de *O. insidiosus* foram observados por Carvalho et al. (2005) (5,6 ovos por fêmea por dia) e Tommasini et al. (2004) (3,4 ovos por dia). Para outras espécies, Nagai & Yano (1999) verificaram que *Orius sauteri* (Poppius) colocaram, em média, 3,6 ovos por fêmeas por dia. Tommasini et al. (2004) encontraram, para *Orius laevigatus* (Fieber) e *Orius majusculus* (Reuter), fecundidades de 3,1 e 3,7 ovos por fêmea

por dia, respectivamente e Wang et al. (1999) observaram, para *Orius strigicollis* (Poppius), fecundidade diária de 2,0 ovos por fêmea por dia.

A menor fecundidade total (29,8 ovos/fêmea) e diária (4,2 ovos/fêmea/dia) de *O. insidiosus* foi observada em recipientes que continham casca de café (Tabela 1). De acordo com Meiracker (1999), quando os locais de abrigo não são adequados, interferência mútua de *O. insidiosus* devido a distúrbios contínuos pode reduzir o padrão de oviposição dos indivíduos, pois menor quantidade de alimento ingerida é alocada para a oviposição.

Os resultados indicaram que o tipo de material usado como suporte e abrigo para *O. insidiosus* nos recipientes afetaram a qualidade desses agentes de controle. Dentre os materiais avaliados, vermiculita + casca de arroz foi o que proporcionou locais de abrigo e suporte mais adequados para *O. insidiosus*, pois maximizaram a sobrevivência e o desempenho reprodutivo desse predador mantido nos recipientes.

Avaliação do efeito do manuseio no envio e transporte de *Orius insidiosus*. O tempo gasto no envio e as condições nas quais foram recebidas as embalagens contendo os recipientes de *O. insidiosus* sugerem que a manipulação no envio e no transporte não afetou a qualidade dos predadores recebidos. Esse fato pode ser confirmado pela alta sobrevivência observada dos indivíduos de *O. insidiosus* recebidos (94,3%), a qual variou de 93,2% a 95,6%, após 48 horas de manipulação nesse envio e transporte (Tabela 2). Blumel & Hausdorf (2002) avaliaram a qualidade de *O. majusculus* e *O. laevigatus* comercializados na Áustria e verificaram que a porcentagem de indivíduos vivos nos recipientes não alcançou 50%.

Os resultados, quanto à sobrevivência de *O. insidiosus*, obtidos poderão auxiliar na determinação de um número padrão de indivíduos a serem embalados por recipiente para comercialização, ou seja, adicionar mais indivíduos por

recipiente, considerando uma possível mortalidade de 5% a 7%. Segundo Bolkmans (2003), dependendo do agente biológico e da duração de tempo para o transporte, os inimigos naturais são tipicamente embalados com 5% a 15%, além do valor especificado no rótulo do recipiente, visando compensar a mortalidade que ocorre durante a logística, até chegar ao usuário final, ou seja, ao local de liberação.

Tabela 2. Sobrevivência (%) (\pm EP), consumo médio de ninfas de *Frankliniella occidentalis* e razão sexual de *Orius insidiosus*, após manuseio no envio e no transporte (25 \pm 1°C, UR de 70 \pm 10% e fotofase de 12 horas).

Número de envio/transporte	Sobrevivência (%)	Consumo médio	Razão sexual
1	93,2 \pm 0,91	16,0 \pm 0,44	0,52
2	93,5 \pm 0,43	15,2 \pm 0,39	0,51
3	94,9 \pm 0,30	15,8 \pm 0,42	0,51
4	95,6 \pm 0,28	15,4 \pm 0,37	0,52
5	94,3 \pm 0,43	15,6 \pm 0,38	0,50
6	94,3 \pm 0,34	15,8 \pm 0,41	0,51
Média total	94,3 \pm 0,24	15,6 \pm 0,16	0,51

A colocação de material de planta (inflorescências de picão-preto) nos recipientes também pode ter favorecido a sobrevivência de indivíduos de *O. insidiosus*, durante o transporte. Segundo Coll (1998), as plantas exercem grande importância na criação massal de predadores, pois servem de substrato de oviposição, origem de nutrientes e umidade, além de poderem ser usadas nos recipientes de envio, proporcionando melhores condições de armazenamento e transporte dos predadores distribuídos comercialmente.

Constatou-se que a manipulação realizada durante o período do envio e de transporte de *O. insidiosus* não afetou seu potencial de consumo, pois o predador consumiu, em média, 15,6 ninfas do tripses *F. occidentalis*, em 24 horas, variando de 15,2 a 16,0 ninfas (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados para algumas espécies de *Orius*. Gitonga et al. (2002) relataram um padrão de predação médio de *Orius albidipennis* (Reuter) de 15 ninfas de *Megalurothrips sjostedti* Trybom, em 24 horas. Monserrat et al. (2000) verificaram consumo diário de 13 e 14 ninfas de segundo instar de *F. occidentalis* por *O. majusculus* e *O. laevigatus*, respectivamente e Nagai & Yano (1999) relataram que fêmeas de *O. sauteri* consumiram, em média, 17,4 ninfas de segundo instar de *Thrips palmi* Karny, também em 24 horas.

Verificou-se que, algumas vezes, as fêmeas de *O. insidiosus* inseriram seu aparelho bucal sem consumir o conteúdo completo de suas presas. No entanto, esse fato pode ser considerado positivo, uma vez que inviabilizou a presa e, dessa maneira, aumentou sua efetividade como agente de controle biológico. Isenhour & Yeargan (1981) reportaram que adultos de *O. insidiosus* mataram mais *Sericothrips variabilis* (Beach) do que o requerido e Askari & Stern (1972) verificaram que *Orius tristicolor* (White) pode matar mais ácaros do que o necessário para seu requerimento nutricional.

Entretanto, a avaliação da capacidade de predação em pequenas arenas pode não ser representativa para as condições naturais nas quais o predador seria liberado, porém, tem seu valor como primeira etapa na avaliação da qualidade de agentes a serem comercializados. De acordo com a Associação dos Produtores de Agentes de Controle Biológico (ANBP), a necessidade atual é avaliar a qualidade do produto (do inimigo natural) antes da sua liberação e tentar assegurar sua efetividade em termos de desempenho no campo (Leppla, 2007), principalmente em termos de encontro e reconhecimento imediato da presa a ser consumida.

A razão sexual de *O. insidiosus* presentes nos recipientes foi, em média, de 0,51 (Tabela 2). Esse resultado está de acordo com os padrões de qualidade recomendados pela IOBC e, segundo Lenteren et al. (2003), espécies de *Orius* devem apresentar acima de 45% de fêmeas nos recipientes a serem enviados para a comercialização.

Também, de acordo com Bolkmans (2003), é comum o transporte de inimigos naturais contendo pequenos pacotes de gelo dentro das embalagens de isopor, as quais contêm os recipientes com os indivíduos. No entanto, nesse estudo, embora não tenha sido utilizado o gelo, foi obtida alta sobrevivência de *O. insidiosus* (94,3%), dentro do período de 48 horas de seu transporte. Assim, pode-se supor que uso de pacotes de gelo poderá, então, ser ainda um recurso adicional a ser utilizado, visando auxiliar na sobrevivência e qualidade de *O. insidiosus* enviados por período superior ao avaliado.

Os resultados obtidos indicaram que *O. insidiosus* presentes nos recipientes, após envio e transporte, apresentaram-se aptos a desempenhar seu papel como agente de controle biológico. No entanto, é importante salientar que outros fatores também poderão auxiliar no seu desempenho, como informações no rótulo sobre o produto recebido, pontualidade na entrega, além do custo do produto biológico. De acordo com O'Neil et al. (1998) e Bolkmans (2003), é necessário fornecer informações sobre os detalhes técnicos da biologia do inimigo natural, além de instruções claras para o manuseio e uso do produto, o que ajudará os consumidores a maximizarem a efetividade dos agentes de controle.

Assim, observou-se que a qualidade de *O. insidiosus* dentro das condições avaliadas foi adequada e a avaliação da qualidade desses predadores que estarão disponíveis comercialmente poderá servir para expandir seu uso nos programas de controle biológico aumentativo e manejo integrado de tripses.

Conclusões

1. A vermiculita + casca de arroz foi o material que proporcionou locais de abrigo e suporte mais adequados para *O. insidiosus*.
2. A manipulação no envio e no transporte não afetou a qualidade dos predadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASKARI, A.; STERN, V. M. Biology and feeding habits of *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae). **Annals of Entomological Society of America**, College Park, v. 65, p. 96-100, 1972.
- BLUMEL, S.; HAUSDORF, H. Results of quality control tests with *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus cucumeris* and *Orius laevigatus* in Austria. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 25, p. 17-20, 2002.
- BOLCKMANS, K. J. F. State of affair and future directions of product quality assurance in Europe. In: LENTEREN, J. C. van. **Quality control and production of biological control agents**: theory and testing procedures. London, CAB, 2003. p. 215-224.
- BUENO, V. H. P. **Controle biológico de pragas**: produção massal e controle de qualidade. Lavras: UFLA, 2000. 207 p.
- BUENO, V. H. P.; MENDES, S. M.; CARVALHO, L. M. Evaluation of a rearing-method for the predator *Orius insidiosus*. **Bulletin Insectology**, v. 59, p. 1-6, 2006.
- CARVALHO, L. M.; BUENO, V. H. P.; MENDES, S. M. Response of two *Orius* species to temperature. **IOBC/ WPRS Bulletin**, v. 28, n. 1, p. 43-46, 2005.
- COLL, M. Living and feeding on plants in predatory heteroptera. In: COLL, M.; RUBERSON, J. R. **Predatory heteroptera**: their ecology and use in biological control. New York: Entomology Society of America, 1998. p. 89-129, 233 p.
- GITONGA, L. M.; OVERHOLT, W. A.; LOHR, B.; MAGAMBO, J. K.; MUEKE, J. M. Functional response of *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) to *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae). **Biological Control**, Orlando, v. 24, p. 1-6, 2002.
- HODDLE, M. S.; OISHI, K.; MORGAN, K. Pupation biology of *Franklinothrips orizabens* (Thysanoptera: Aeolothripidae) and harvesting and shipping of this predator. **Florida Entomologist**, Florida, v. 84, p. 272-281, 2001.

ISENHOUR, D. J.; YEARGAN, K. V. Interactive behavior of *Orius insidiosus* (Hem.: Anthocoridae) and *Sericothrips variabilis* (Thys.: Thripidae): predator searching strategies and prey escape tactics. **Entomophaga**, Paris, v. 26, p. 213-220, 1981.

LENTEREN, J. C. van. Need for quality control of mass-produced biological control agents. In: _____. **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. London, CAB, 2003. p. 1-17.

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 (Ed.). **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. London, CAB, 2003. p. 265-303.

LENTEREN, J. C. van; TOMMASINI, M. G. Mass production, storage, shipment and release of natural enemies. In: _____. **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. London, CAB, 2003. p. 181-189.

LEPPLA, N. C. Building partnerships to support research on commercial natural enemies. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 3, p. 82-85, 2007.

MEIRACKER, R. A. F. van den. **Biocontrol of western flower thrips by heteropteran bugs**. 1999. 147 f. Thesis (Doctorate in Entomology) - University of Amsterdam, Amsterdam.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M.; REIS, R. P. Custo de produção de *Orius insidiosus* como agente de controle biológico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, p. 441-446, 2005.

MONSERRAT, M.; ALBAJES, R.; CASTAÑÉ, C. Functional response of four heteroptera predators preying on greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) and western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 29, p. 1075-1082, 2000.

MORAIS, S. A. L.; NASCIMENTO, E. A.; MELO, D. C. Análise da madeira de *Pinus oocarpa*: parte I: estudo dos constituintes macromoleculares e extrativos voláteis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, p. 461-470, 2005.

MUSOLIN, D. L.; TSYTSULINA, K.; ITO, K. Photoperiodic and temperature control of reproductive diapause induction in the predatory bug *Orius strigicollis* (Heteroptera: Anthocoridae) and its implications for biological control. **Biological control**, Orlando, v. 31, p. 91-98, 2004.

NAGAI, K.; YANO, E. Effects of temperature on the development and reproduction of *Orius sauteri* (Poppius) (Heteroptera: Anthocoridae), a predator of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae). **Applied Entomology and Zoology**, Dordrecht, v. 34, p. 223-229, 1999.

O'NEIL, R. J.; GILES, K. L.; OBRYCKI, J. J.; MAHR, D. L.; LEGASPI, J. C.; KATOVICH, K. Evaluation of the quality of four commercially available natural enemies. **Biological Control**, Orlando, v. 11, p. 1-8, 1998.

RAMIREZ-MARTINEZ, J. R. Phenolic compounds in coffee pulp: quantitative determination by HPLC. **Journal of the Science of Food Agriculture**, London, v. 43, p. 135-144, 1988.

RIUDAUVETS, J.; GABARRA, R.; CASTAÑÉ, C. *Frankliniella occidentalis* predation by native natural enemies. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 16, p. 137-140, 1993.

TOMMASINI, M. G.; LENTEREN, J. C.; BURGIO, G. Biological traits and predation capacity of four *Orius* species on two prey species. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 57, p. 79-93, 2004.

VASQUEZ, G. M.; ORR, D. B.; BAKER, J. R. Quality assessment of selected commercially available whitefly and aphid biological control agents in the United States. **Journal Economic Entomologist**, v. 97, p. 781-788, 2004.

WANG, C. L.; LEE, P. C.; WU, Y. J. **Field aummentation of *Orius strigicollis* (Heteroptera: Anthocoridae) for the control of thrips in Taiwan.** 1999. Disponível em: <<http://www.agnet.org/library/data/eb/eb500/eb500.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2003.