

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**ASPECTOS GERAIS DA CRIAÇÃO DE *Ceraeochrysa cincta*
(SCHNEIDER, 1851) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) EM
LABORATÓRIO**

**Matheus Moreira Dantas Pinto
Engenheiro Agrônomo**

2019

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**ASPECTOS GERAIS DA CRIAÇÃO DE *Ceraeochrysa cincta*
(SCHNEIDER, 1851) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) EM
LABORATÓRIO**

Discente: Matheus Moreira Dantas Pinto

Orientador: Sergio Antonio De Bortoli

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola).

2019

P659a

Pinto, Matheus Moreira Dantas

Aspectos gerais da criação de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório / Matheus Moreira Dantas Pinto. -- Jaboticabal, 2019

78 f. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Sergio Antonio De Bortoli

1. Agronomia. 2. Entomologia. 3. Controle biológico. 4. Predador.
I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ASPECTOS GERAIS DA CRIAÇÃO DE *Ceraeochrysa cincta* (SCHNEIDER, 1851) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) EM LABORATÓRIO

AUTOR: MATHEUS MOREIRA DANTAS PINTO

ORIENTADOR: SERGIO ANTONIO DE BORTOLI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. SERGIO ANTONIO DE BORTOLI
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. CALEB CALIFRE MARTINS
Departamento de Biologia-FFCLRP/USP / Ribeirão Preto/SP

Prof. Dr. RAPHAEL DE CAMPOS CASTILHO
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 26 de julho de 2019

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MATHEUS MOREIRA DANTAS PINTO - Nascido em 21 de Dezembro de 1994, na cidade de Capanema, Pará, Brasil. É Engenheiro Agrônomo graduado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA, Campus Castanhal, com outorga de grau em 31 de Março de 2017. As atividades de pesquisa em entomologia iniciaram-se no ano de 2014 no Laboratório de Zoologia Agrícola deste instituto, onde, com a orientação do Prof. Dr. Álvaro Remígio Ayres, desenvolveu o trabalho de conclusão de curso na área de Bioecologia de moscas-das-frutas e seus parasitoides na Região Nordeste do Pará. Foi monitor das disciplinas de Biologia Geral, Entomologia e Genética de 2014 a 2015, sendo bolsista interno do Instituto durante o segundo semestre de 2015. Em agosto de 2017, ingressou no mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, onde, sob orientação do Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli, fez seu trabalho de dissertação na linha de pesquisa de Biologia e Criação de Insetos, sendo bolsista fomentado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

Aos meus pais Devancir da Silva Pinto
e Silvane Moreira Dantas Pinto,
por em nenhum momento
deixar de me apoiar
na escolha de seguir
na academia e, além disso,
dar esse apoio com todo amor
e carinho.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela dádiva da vida e bênçãos concedidas ao longo destes 24 anos.

Ao meu pai Devancir da Silva Pinto e mãe Silvane Moreira Dantas Pinto.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV), ao Departamento de Fitossanidade (DEF) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola), pela oportunidade de realizar um curso de mestrado de qualidade ímpar.

Aos docentes do programa, por fornecerem conhecimentos das diferentes áreas da entomologia com extrema qualidade e dedicação.

Ao Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli, pelo grande profissional que é e por toda orientação rica em conhecimento, conselhos e incentivos cedidos pacientemente por todo período do mestrado, me tornando melhor na vida científica e humana. Sem dúvida alguma, além de orientador é um amigo para toda a vida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa concedida.

Aos membros da banca de qualificação composta pelos ilustres professores Dr. Daniel Junior de Andrade e Dr. Raphael de Campos Castilho, pelas preciosas orientações para tornar o trabalho final ainda melhor.

Aos companheiros do Laboratório de Biologia e Criação de Insetos – LBCI, FCAV-UNESP, Caio César Truzzi, Camila Pires Cardoso, Caroline Placidi De Bortoli, Dagmara Gomes Ramalho, Gilmar da Silva Nunes, Gustavo Oliveira de Magalhães, Lauany Cavalcante dos Santos, Nathália Alves dos Santos, Natalia Fernanda Vieira, Paula Sayuri Taguti, Rafael Ferreira dos Santos e Joice Mendonça de Souza, por todos os bons momentos de conversas, lazer e descontração compartilhados fora e dentro do ambiente laboratorial.

Em especial à Dagmara Gomes Ramalho, Nathália Alves dos Santos, Lauany Cavalcante dos Santos e Paula Sayuri Taguti pela grande amizade construída e grande ajuda com este trabalho e divisões de tarefas com as criações do LBCI.

E a todos que indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Sumário

	Página
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
CAPÍTULO 1 - Considerações gerais	1
1. Introdução.....	1
2. Revisão de literatura.....	3
2.1. Chrysopidae.....	3
2.2. Criação de crisopídeos.....	8
2.3. <i>Ceraeochrysa</i> Adams, 1982.....	10
3. Referências.....	12
CAPÍTULO 2 - Adaptação metodológica para obtenção e coleta de ovos de <i>Ceraeochrysa cincta</i> (Schneider, 1851) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório	19
RESUMO	19
1. Introdução.....	20
2. Material e métodos.....	20
2.1. Local.....	20
2.2. Criação de <i>Ceraeochrysa cincta</i> (Schneider, 1851).....	21
2.3. Criação de <i>Corcyra cephalonica</i> (Staiton, 1866).....	23
2.4. Bioensaios.....	26
3.3. Resultados e discussão.....	28
3.1. Coleta para manutenção da criação.....	28
3.2. Coleta de ovos em experimentos.....	30
3. Conclusão.....	32
4. Referências.....	33
CAPÍTULO 3 - Quem veio primeiro, o ovo ou o pedúnculo? relato comportamental de <i>Ceraeochrysa cincta</i> (Schneider, 1851) (Neuroptera: Chrysopidae) em relação à oviposição	34
RESUMO	34
1. Introdução.....	35
2. Material e métodos.....	36
2.1. Criação de <i>Ceraeochrysa cincta</i> (Schneider, 1851).....	36
2.2. Criação de <i>Corcyra cephalonica</i> (Stainton, 1866).....	36
2.3. Bioensaios.....	36
3. Resultados e discussão.....	37
4. Conclusão.....	47
5. Referências.....	48
CAPÍTULO 4 - Aspectos biológicos de <i>Ceraeochrysa cincta</i> (Schneider, 1851) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de <i>Corcyra cephalonica</i> (Stainton, 1865) (Lepidoptera: Pyralidae), ao longo de três gerações	52
RESUMO	52
1. Introdução.....	53
2. Material e métodos.....	54
2.1. Criação de <i>Ceraeochrysa cincta</i> (Schneider, 1851).....	54

2.2. Criação de <i>Corcyra cephalonica</i> (Stainton, 1866).....	54
2.3. Bioensaios.....	54
3. Resultados e discussão.....	56
4. Conclusão.....	63
5. Referências	65

ASPECTOS GERAIS DA CRIAÇÃO DE *Ceraeochrysa cincta* (SCHNEIDER, 1851) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) EM LABORATÓRIO

RESUMO - No controle biológico, além dos microrganismos benéficos, devem ser também destacados parasitoides e predadores, sendo um bom exemplo deste último grupo, os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). O controle biológico aplicado, com a utilização de insetos predadores, como é o caso dos crisopídeos, está na dependência de alguns fatores, destacando-se dentre eles o conhecimento da biologia do inseto e a necessidade do domínio de uma técnica de criação eficiente e econômica em laboratório, que permita sua produção massal para subseqüentes liberações em áreas de exploração agrícola. Já é de conhecimento que larvas de alguns crisopídeos são mantidas em laboratório, com boa eficiência, alimentadas com fontes de alimento obtidas de outras criações de insetos também mantidas em laboratório, dentre os quais podem ser destacados ovos de alguns lepidópteros. Ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866) (Lepidoptera: Pyralidae) são benéficos ao desenvolvimento de crisopídeos, produzindo adultos com alta viabilidade, porém há poucos relatos que estabelecem relação entre a espécie com *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851). Assim, este estudo teve por objetivo analisar o desempenho biológico de *Ce. cincta* alimentada com ovos de *C. cephalonica*, por três gerações, bem como fatores relacionados a técnicas de manipulação das diferentes fases deste predador na sua criação. Os ovos para os bioensaios com *Ce. cincta* foram coletados nas gaiolas de adultos com o auxílio de três instrumentos de corte, sendo dois tipos de tesoura, uma de haste longa e outra convencional de ponta fina, além de um aparelho feito a partir de uma lâmina de estilete adaptada a um aparelho de barbear. Foram realizadas 10 coletas para cada um dos três instrumentos, sendo então feita avaliação de perdas por fratura dos ovos coletados, bem como da praticidade que cada instrumento oferece para a realização da coleta. Com a lâmina foram obtidos em média de 228 a 706 ovos, tendo 24,5% de perdas; com as tesouras de ponta fina e de haste longa foram coletados 641 e 695 ovos, respectivamente, sem perdas por dano no cório. O uso do estilete adaptado mostrou-se mais adequado para as coletas de ovos destinadas a manutenção da criação, porém com certa porcentagem de perda, enquanto tesouras proporcionam coletas de ovos mais segura e com menos perda, sendo a tesoura de haste longa mais adequada, em relação àquela de ponta fina. Foi constatado que ocorre oviposição de ovos sem pedúnculo em *Ce. cincta*, com os ovos sem pedúnculo não ocorrendo a formação de embriões, sendo que com parte dos ovos colocados sem pedúnculo ocorre canibalismo filial. Este é o primeiro registro deste comportamento com a espécie *Ce. cincta*. Também foram avaliados, ao longo de três gerações, aspectos biológicos de *Ce. cincta*. Larvas foram obtidas a partir de 100 ovos individualizados e provenientes da criação estoque mantida no LBCI, obtendo-se o período de incubação, a duração de cada instar larval e suas viabilidades, além do período e viabilidade pupal. A partir da emergência dos adultos oriundos das larvas geradas pelos 100 ovos, foram tomados aleatoriamente 15 casais e colocados em gaiolas de postura, acompanhando-se seus desenvolvimentos até a morte. Durante a longevidade, as avaliações foram

realizadas a cada 24 horas, determinando-se: período de pré-oviposição, número e viabilidade de ovos ao longo da longevidade das fêmeas. Com os resultados encontrados foram construídas tabelas de vida de fertilidade para as três gerações. Os períodos larvais completos das três gerações tiveram média entre 13 e 14 dias, sendo os períodos de incubação semelhantes e de aproximadamente 5 dias. As durações dos ínstaros foram de 5,0, 4,58 e 5,12; 4,0, 4,56 e 4,55; e 5,09, 4,26 e 4,8) para o primeiro, segundo e terceiro ínstaros, respectivamente da primeira, segunda e terceira gerações. Os períodos pupais das três gerações foram de 12,78, 14,36 e 13,26, respectivamente, sendo que o peso de pupas e a longevidade de machos e fêmeas não diferiram nas três gerações. Houve diferença nos parâmetros da tabela de vida de fertilidade da primeira geração, quando comparados com aqueles da segunda e terceira gerações, sendo eles mais positivos para a primeira. Assim, conforme ocorre o avanço no número de gerações, o desenvolvimento da população é prejudicado.

Palavras chaves – técnicas de manipulação, oviposição, pedúnculo, canibalismo filial, declínio, tabela de vida, crisopídeo.

**GENERAL ASPECTS OF *Ceraeochrysa cincta* (SCHNEIDER, 1851)
(NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) MASS REARING IN LABORATORY**

ABSTRACT - In biological control, in addition to beneficial microorganisms, parasitoids and predators should also be highlighted. A good example of this latter group is the crisopids (Neuroptera: Chrysopidae). The biological control applied, with the use of predatory insects, as in the case of the crisopids, is dependent on some factors, especially the knowledge of insect biology and the need to master an efficient and economical breeding technique in the laboratory, allowing its mass production for subsequent releases in farm areas. It is known that larvae of some chrysopids are maintained, with good efficiency, with food sources obtained from other insect creations also kept in the laboratory, among which lepidopteran eggs can be highlighted. *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866) (Lepidoptera: Pyralidae) has also been shown to favor the development of chrysopids, producing adults with high viability, not being many reports relating this species to *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851). Thus, this study aimed to analyze the biological performance of *Ce. cincta* being fed with eggs of *C. cephalonica*, per three generations as well as factors related to phase manipulation techniques of this predator in its rearing. The eggs of *Ce. cincta* were collected from adult cages with the aid of three cutting instruments, two types of scissors, one long and one conventional, with a thin tip, and an apparatus made from a stylus blade adapted to a shaver. Ten samples were collected for each of the three instruments. And then an evaluation of fracture losses of the collected eggs was made, as well as the practicality that each instrument offers for the collection. For three generations, 15 couples per generation of *Ce. cincta* were evaluated. The larvae were obtained from 100 individual eggs, from the stock retention maintained in the LBCI. From the emergence of the adults, 15 couples were randomly taken and placed in cage. During the longevity the evaluations were performed every 24 hours, determining: period of pre-oviposition, number and viability of eggs along the longevity of the females. The data were evaluated in a completely randomized design. The treatments were formed with 100 eggs of the same day of oviposition, that were individualized and after hatching of the larvae, were fed with the prey and the development followed until the adult phase, being carried out evaluations throughout three generations. With the slide, an average of 228 to 706 eggs were obtained with 24.5% losses. With thin-tip and long-stem scissors, 641 and 695 eggs were collected, respectively, without loss of corium cut. The use of the adapted stylet is more adequate for the collection of eggs destined to maintain the insect rearing, but with a certain percentage of losses. The use of scissors provides a safer and less lossy egg collection. Long-stem scissors are best suited for collecting eggs of crisopids in relation to that of thin-pointed ones. It was observed that oviposition of eggs without peduncle occurs in *Ce. cincta*. And that from eggs without peduncle there is no embryo formation. With part of the eggs placed without peduncle occurs cannibalism branch. This is the first record of this behavior with *Ce. cincta*. The complete larval periods of the three generations averaged between 13 and 14 days. Similar incubation periods occurred, approximately 5 days. The instars length were (5.0, 4.58 and 5.12), (4.0, 4.56 and 4.55) and (5.09, 4.26 and 4.85) for the first, second and third instars of the first,

second and third generation respectively. The pupal period of the three generations was 12.78, 14.36 and 13.26, respectively. Pupae weight and longevity of males and females did not differ. There is difference of all parameters of the first generation life table compared to the second and third generations, being more positive for the first generation. Thus, as the number of generations advances, the development of the population is hampered.

Keywords – techniques of manipulation, oviposition, peduncle, branch cannibalism, decline, life table, crisopid.

CAPÍTULO 1 - Considerações gerais

1. Introdução

No controle biológico, além dos microrganismos benéficos, também são de grande importância os parasitoides e os predadores, sendo um bom exemplo deste último grupo, os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae), insetos de comprovada eficiência na predação. Neste grupo, os gêneros que mais se destacam são: *Chrysoperla* Steinmann, 1964 e *Ceraeochrysa* Adams, 1982, que serão abreviados ao longo do trabalho por *Ch.* e *Ce.*, respectivamente. Desses gêneros, algumas espécies são mais utilizadas para criações massais, sendo citadas por diversos autores como predadoras potenciais de tripes, pulgões (Lira e Batista, 2006), ovos e lagartas de lepidópteros (Pessoa et al., 2010; Ribeiro et al., 2011), entre outros.

Dentre os gêneros que ocorrem no Brasil, *Ceraeochrysa* contém espécies que apresentam importantes atributos predatórios, sendo que em estudos realizados em ecossistemas agrícolas brasileiros, Freitas e Penny (2001) coletaram 15 espécies do gênero, que é um dos mais diversos e com 33 espécies registradas no território brasileiro (Martins e Machado, 2018).

O controle biológico aplicado, com a utilização de insetos predadores, como é o caso dos crisopídeos, está na dependência de alguns fatores, destacando-se o conhecimento da biologia do inseto e a necessidade do domínio de uma técnica de criação eficiente e econômica em laboratório, que permita sua produção massal para subseqüentes liberações em áreas de exploração agrícola. Assim, a busca por novas técnicas e/ou aperfeiçoamento daquelas já existentes para criação de crisopídeos em laboratório se tornaram mais comuns, particularmente após Finney (1948), que foi o primeiro pesquisador a estudar metodologia de criação massal deste grupo de insetos.

O conhecimento e domínio de uma metodologia de multiplicação desses insetos em laboratório para liberações em campo, de forma que se produza quantidade e qualidade suficientes para esse fim, ainda é um grande desafio para que seu uso em áreas de Manejo Integrado de Pragas-MIP se torne realidade. Além disso, informações sobre o desenvolvimento desses insetos alimentados com

diferentes presas e sua diversidade em diferentes sistemas agrícolas são ainda relativamente escassas, bem como de sua associação com outros métodos de controle. A determinação de parâmetros de desenvolvimento em diferentes sistemas de criação, com variações bióticas e abióticas, e seus reflexos no desenvolvimento do predador são muito importantes (Silva, 1991).

Nesse sentido, já é de conhecimento que larvas de alguns crisopídeos são mantidas, com boa eficiência, com fontes de alimento obtidas de outras criações de insetos também mantidas em laboratório, dentre as quais podem ser destacadas: ovos de lepidópteros, como os da traça-dos-cereais, *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1769) (Lepidoptera: Gelechiidae) e da traça-da-farinha, *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). Há também uma série de estudos que demonstram o potencial nutritivo dos ovos destes insetos para várias espécies de agentes de controle biológico, proporcionando período larval e pupal completos, além de percentuais de viabilidade para esses estágios bastante satisfatórios. No entanto, ainda são necessários estudos com outras espécies como fonte de alimento para a manutenção de crisopídeos em laboratório, não somente para ampliar as opções, como também melhorar a eficiência e o seu custo da produção.

Para Pessoa et al. (2010), a criação massal e eficiente desses predadores depende de alguns fatores, tais como: técnicas de manipulação nas diferentes fases de desenvolvimento, custo de produção, adaptabilidade e a dieta oferecida. Vários dos aspectos biológicos observados nos diferentes organismos são respostas ao tipo ou modo de alimentação que lhes são ofertados ao longo de sua história de vida, sendo que neste contexto o conhecimento sobre sua nutrição assume cada vez mais importância, em virtude da necessidade crescente da produção massal em laboratório, quesito indispensável para a utilização no MIP.

O conhecimento de dietas adequadas, tanto para a fase larval quanto para os adultos de crisopídeo, é fundamental para manutenção de seu nível populacional constante em laboratório, bem como da qualidade dos organismos produzidos (Panizzi e Parra, 1991), o que justifica a necessidade de se estudar novas fontes de alimento com o objetivo de variar opções de dietas que forneçam desenvolvimentos satisfatórios para esses predadores.

O uso de ovos de lepidópteros se destaca nas dietas padrões para criação de crisopídeos, em laboratório, sendo importante evidenciar que a família Pyralidae apresenta grande potencial para suprir as necessidades alimentares e nutricionais desses insetos. Figueira et al. (2002) demonstraram o aumento progressivo na capacidade predatória diária de larvas de *Ch. externa*, em seus três ínstares, quando alimentadas com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1823) (Lepidoptera: Noctuidae), enquanto De Bortoli e Murata (2011) reportaram que ovos de *A. kuehniella* foram nutricionalmente mais adequados ao desenvolvimento de *Ce. paraguayaria* (Navás, 1920), quando comparado com outras presas. Muitos trabalhos utilizam os ovos de *A. kuehniella* como alimentação padrão, normalmente usados como tratamento controle, o que indica eficiência alimentar para a presa. Ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866) (Lepidoptera: Pyralidae), também favoráveis, são benéficos ao desenvolvimento de crisopídeos, com produção de adultos de alta viabilidade (Carvalho e Souza, 2009). Porém há poucos relatos que estabelecem relação entre essa espécie e *Ce. cincta* (Schneider, 1851). Desse modo, este estudo teve por objetivo analisar o desempenho biológico de *Ce. cincta* alimentadas com ovos de *C. cephalonica*, por três gerações, bem como fatores relacionados a técnicas de manipulação das diferentes fases deste predador na sua criação em laboratório.

2. Revisão de literatura

2.1. Chrysopidae

Chrysopidae é uma das famílias de insetos integrantes da ordem Neuroptera, considerada umas das ordens mais antigas dos holometábolos, com registros fósseis de cerca de 270 milhões de anos, no período Permiano, a partir do final da era Paleozoica (Winteston et al., 2018). Das mais de 5.800 espécies descritas de Neuroptera, cerca de 1.415 pertencem a família Chrysopidae, estando seus representantes distribuídos em todos os continentes, com exceção da Antártida (Oswal e Machado, 2018).

No Brasil, estes insetos são conhecidos como crisopídeos ou como “bichos-lixeiros”, devido ao curioso comportamento que as larvas de algumas espécies

possuem, inclusive a maioria das que ocorrem na Região Neotropical, de carregar detritos em seu dorso, para servir de proteção contra inimigos naturais, agindo como camuflagem ou até como escudo protetor (Adams e Penny, 1987). Para a construção e “reformas” diárias dessa proteção de “lixo”, o inseto coleta material de várias origens, tais como: exoesqueleto de suas presas, exúvias de artrópodes, insetos mortos (podendo ser partes deles ou até mesmo inteiros), fibras de origem vegetal ou animal, pedaços de líquens e de cascas de árvores, teias de aranha, ceras de insetos, entre outras partículas que podem encontrar pelo caminho (Smith, 1926; Canard e Volkovich, 2001). Este material se mantém preso ao corpo das larvas graças a inúmeras cerdas longas que possuem, que podem ser lisas ou serrilhadas, com pontas retas ou em forma de gancho, e estão presentes desde seu dorso até o final do abdômen (Smith, 1926; New, 1969).

São insetos de maior atividade no período noturno, apresentando hábitos crepuscular-noturno (Costa, 2006). Os picos de vôo e migração dos crisopídeos ocorrem entre os horários de 20:30 a 9:00h (Marck e Smilowitz, 1979) e, segundo Costa (2006), não voam longas distâncias, porém Duelli (1984) cita período de vôo de 10 horas ininterruptas e com velocidade média de 0,7m/s, em estudos realizados com *Chysoperla carnea* (Stephen, 1836).

Outro comportamento peculiar desta família de insetos, é o de colocarem seus ovos na extremidade de um pedúnculo longo e fino, com tamanho variando de 4 a 8 mm, depositado com gotículas de substâncias repelentes, cuja função é dificultar a predação (Duelli e Johnson, 1992; Eisner et al., 1996). Assim que ovipositados, os ovos possuem coloração esverdeada, e escurecem a medida que o embrião se desenvolve (Freitas, 2002). Os ovos possuem forma elipsoidal, com a micrópila localizada na porção apical, o córion esculturado, e podem ser depositados de forma isolada ou agrupada (Gepp, 1984).

As larvas, do tipo campodeiforme, apresentam aparelho bucal grandes e afiados que funciona como uma pinça, com mandíbula e maxila justapostas formando um tubo por meio do qual o fluido corporal da presa é ingerido (Souza, 1999). Podem secretar gotículas de fluido repelente pelo ânus (Lamunyon e Adams, 1987). As larvas passam por três ínstares, com basicamente dois tipos morfológicos e comportamentais: um que carrega detritos no dorso e apresenta corpo mais

ovalado e com certa curvatura (lembrando uma corcunda), recoberto por muitas cerdas, locomovendo-se mais lentamente, sendo esse tipo de larva encontrado em diversos gêneros, entre eles *Ceraeochrysa* Adams, 1982, *Chrysopodes* Navás, 1913 e *Leucochrysa* McLachlan, 1868; o segundo tipo de larva possui corpo mais alongado, que não carregam detritos, possuindo também cerdas, porém mais curtas quando comparadas com aquelas das larvas que carregam o “lixo”, são mais ativas e são encontradas no gênero *Chrysoperla* Steinmann, 1964 (Lamunyon e Adams, 1987), por exemplo.

A fase de pré-pupa inicia após o completo desenvolvimento larval, quando a larva deixa de se alimentar e procura abrigo para iniciar a confecção do casulo que irá proteger a pupa, casulo este construído por vários filamentos de seda de coloração branca, firmemente aderidos uns aos outros (Geep, 1984). Esta seda é produzida pelos tubos de Malpighi na forma de uma secreção que endurece em contato com ar, que é liberada pela abertura anal, processo que demora de 24 a 48 horas para ser concretizado (Barnes, 1975).

Acredita-se que é na fase de pré-pupa que algumas espécies de crisopídeos realizam a diapausa (Albuquerque et al., 1994), com esse período sendo, normalmente, de 15 dias (Ribeiro e Carvalho, 1991), com a forma hibernante demorando de 4 a 8 meses para completá-lo (Abid et al., 1978).

Após esse período de desenvolvimento, a pupa se solta do casulo, e inicia a fase farata, que é uma espécie de “pupa móvel” e, após a saída do casulo, se fixa ao substrato e realiza a última ecdise originando o inseto adulto (Canard e Principi, 1984).

Os adultos são delicados, com dois pares de asas membranosas e hialinas, repletas de longas nervuras, olhos grandes de coloração iridescente e antenas filiformes e longas, às vezes tão longas quanto as asas (Brooks e Barnard, 1990). Na maioria das vezes são de coloração verde, com algumas espécies de coloração castanho-escuras ou avermelhadas (Albuquerque, 2009). Possuem glândulas protorácicas capazes de produzir fluidos de cheiro desagradável, com função repelente, isso, somado a sua coloração verde (maioria das espécies), dificulta a sua localização por predadores (Smith, 1926; Canard e Volhovitch, 2001).

Com raras exceções, como *Ch. carnea* que possui hábito predador também na forma adulta, as demais espécies nesta fase de desenvolvimento se alimentam basicamente de néctar e pólen, bem como de “honeydew” (Principi e Canard, 1984). Esta característica glicopolínivora, somada ao hábito noturno, faz com que o olfato seja a principal estratégia de forrageamento dos adultos (Reddy et al., 2002)

Os crisopídeos apresentam certa especialização quanto a sua presença em espécies vegetais, e são comumente associados a plantas de porte arbóreo nos ecossistemas naturais, onde a diversidade de espécies é mais rica. Porém, esses insetos apresentam alta plasticidade ecológica (Freitas, 2002; Costa et al., 2010), e podem ser encontrados com frequência em qualquer ecossistema, desde florestas a ambientes com vegetação do tipo herbácea (McNew et al., 2001), o que inclui diferentes agroecossistemas.

Podem também estar presentes em monocultivos, com destaque para espécies dos gêneros *Chrysoperla* e *Ceraeochrysa* (Duelli, 2001; Freitas e Penny, 2001; Freitas, 2003), e associados a culturas de porte herbáceo, como o algodão, milho, pimenta e pimentão (Freitas e Penny, 2001; Freitas, 2002). Também foram registrados em culturas perenes de porte elevado, como cafeeiro e frutíferas (Gitirana Neto et al., 2001; Souza e Carvalho, 2002), bem como em florestas implantadas (Cardoso et al., 2003) e sistemas silvipastoris (Costa, 2006; Oliveira et al., 2012). Apesar da ocorrência em agroecossistemas, a diversidade de espécies é menor, principalmente em monocultivos (Resende et al., 2014).

O fator de sucesso para os crisopídeos nos ambientes agrícolas é devido eles serem predadores generalistas, com características de colonizadores e capacidade para explorar habitats temporários e de ciclo curto (New, 1984; Duelli, 2001; Penny, 2002; Corrales e Campos, 2004), típicos de uma grande variedade de culturas agrícolas economicamente exploradas. Assim, suas populações podem se estabelecer no ambiente mesmo com ausência do inseto-alvo do controle, principalmente na época de floração, na qual os adultos alimentam-se de pólen e as larvas dos demais insetos que habitam o mesmo ambiente (Scudeler et al., 2009), incluindo ovos, larvas e pupas de co-específicos (Costa et al., 2003). Este fato se reveste de muita importância, uma vez que a preservação destes predadores no

ambiente também deve ser levada em consideração quando do planejamento do programa de MIP (Ribeiro et al., 1988).

Nas últimas décadas, os crisopídeos despertaram a atenção de entomologistas que realizam estudos aplicados, justamente por terem sido encontrados em vários tipos de agroecossistemas e possuírem potencial de uso no controle biológico de pragas, o que fez com que algumas espécies se tornassem muito bem estudadas (Canard et al., 1984; McEwen et al., 2001; Tauber et al., 2003). Porém, o mesmo não ocorreu com as espécies da região neotropical, que possui uma das mais ricas faunas de Chrysopidae do mundo (Brooks e Barnard, 1990). Sabe-se que são insetos de fácil criação em laboratório, de alta capacidade reprodutiva e tolerância a alguns produtos fitossanitários, fatos esses que se somam ao seu “leque” de potencialidades, não só no controle biológico natural, mas também para o aplicado (Aun, 1986; Stelzl e Devetak, 1999; Godoy et al., 2004).

Influência na dinâmica populacional de crisopídeos tem relação não só com a vegetação, mas também com fatores abióticos, como os climáticos, temperatura, umidade relativa do ar e fotoperíodo (Resende et al., 2014), além da redução local da quantidade de presas (Szentkirályi, 2001). Por exemplo, em cultura de citros em Lavras - MG, picos populacionais de crisopídeos foram observados em períodos de baixas temperaturas e precipitação pluvial, compreendendo os meses de maio a setembro (Gitirana Neto et al., 2001; Souza e Carvalho 2002). Na região Amazônica, Adams e Penny (1987) não encontraram crisopídeos na época chuvosa, com ocorrência somente na época seca, nos meses de setembro e outubro. Por outro lado, Cardoso et al. (2003), no sul do Paraná, registraram picos populacionais em períodos mais quentes, nos meses de dezembro a março, em plantios de *Pinnus taeda* (Pinales: Pinaceae), com ausência de espécies em temperaturas mais baixas, entre 10,8 e 15,5 °C.

New (1984) afirma que quatro fatores regulam a eficiência de crisopídeos no controle biológico: densidade do predador e da presa, distribuição da presa na área, preferência por alguma presa e ainda a presença de presas alternativas disponíveis. Freitas (2001) construiu um dos melhores apanhados das técnicas de criação, na forma de um manual de criação de crisopídeos em laboratório, detalhando todas as etapas, bem como as técnicas e ferramentas necessárias. Este manual é de grande

serventia para quem deseja iniciar uma produção massal desses predadores (Trivellato, 2010).

Para a criação de crisopídeos existem fatores intrínsecos que estão vinculados a fisiologia, potencial reprodutivo, fecundidade e fertilidade dos insetos, todos eles influenciados pelas exigências nutricionais dos insetos (Carvalho e Souza, 2000). Parra (1991) afirma que a quantidade e qualidade do alimento consumido na fase larval de insetos predadores afetam vários de seus parâmetros biológicos, como taxa de crescimento, tempo de desenvolvimento, peso, sobrevivência, além de parâmetros da fase adulta como fecundidade, longevidade, movimentação e capacidade de competição.

Canard e Principi (1984) já haviam observado que a quantidade de alimento fornecida às larvas de crisopídeos influencia consideravelmente o tempo de desenvolvimento preimaginal e o peso corpóreo, bem como a viabilidade de seus diferentes estágios biológicos.

2.2. Criação de crisopídeos

Segundo Pessoa et al. (2010), fatores relacionados às técnicas de manipulação nas fases de desenvolvimento, dietas e custos de produção influenciam diretamente a eficiência da criação massal de crisopídeos. Ter conhecimento sobre a dieta mais adequada para as diferentes fases da espécie que se pretende criar é de suma importância para manter os níveis populacionais que se deseja no laboratório (Panizzi e Parra, 1991).

Quem deu o início aos projetos de criação destes insetos foi Finney (1948), nos Estados Unidos da América, com a espécie *Chrysopa californica* (Coquillett, 1890), hoje indentificada como *Ch. carnea*. O material utilizado no projeto pioneiro para manter as larvas foram caixas de madeira de 101,60 cm x 152,40 cm x 3,05 cm, contendo células confeccionadas com compensado de *Pinus*, com a alimentação oferecida às larvas composta de ovos de *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae), a traça-da-batata. Os adultos eram mantidos em cilindros de papelão de 17,78 cm de altura x 15,15 cm de diâmetro, forrados internamente com papel e a parte superior com gaze. A alimentação foi a

base de mel e de “honeydew” da cochonilha *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae). Com este método eram obtidas viabilidades de cerca de 50% dos casulos em cada unidade de criação.

Após alguns anos de estudos, com o objetivo de aperfeiçoar essa técnica eatingir escalas comerciais, Araújo e Bichão (1990) desenvolveram técnica inovadora de criação para *Ch. carnea*, adaptando um sistema automatizado, com compartimentos individuais, interligados, para oviposição e emergência. As larvas foram criadas em bandejas de 33,0 cm x 22,0 cm x 7,0 cm com tiras de papelão para servir de refúgio. Os adultos recém-emergidos eram transferidos para o compartimento de oviposição, constituído de um retângulo de 25,0 cm x 21,0 cm x 15,0 cm, onde encontravam o espaço e ambiente destinado a oviposição. Apesar de ter sido considerado um grande avanço para a metodologia de criação massal de crisopídeos, não foi uma técnica que os laboratórios, tanto de pesquisa quanto de produção comercial, adotaram.

A alimentação oferecida às larvas em criação é representada por diversas espécies, e geralmente consta de ovos de lepidópteros, com destaque para *S. cerealella*, *A. kuehniella*, *C. cephalonica* e *P. operculella*, espécies que proporcionam desenvolvimento e viabilidade satisfatórios para as diferentes fases de desenvolvimento dos predadores (Carvalho e Souza, 2009).

Foi devido à adição de fontes proteicas e de carboidratos na dieta que se teve sucesso na reprodução de diferentes espécies de crisopídeos, em criações de laboratório (Carvalho e Souza, 2009). Por isso, o mel é componente de muita importância nas dietas oferecidas para adultos de crisopídeos, principalmente como fonte de carboidratos, fato reconhecido mundialmente (Aquad et al., 2001; Lira e Batista, 2006; Sarailoo e Lakzaei, 2014). Para deixar ainda mais próximo do ideal, o mel é misturado ao levedo de cerveja, mistura muito eficaz para a criação destes predadores (Freitas, 2001). A alimentação artificial também pode ser levada em consideração para criações de crisopídeos, porém muitas das dietas artificiais testadas não deram resultados aceitáveis (Vanderzant, 1973) fato que até os dias de hoje não mudou.

Todas as pesquisas feitas foram de suma importância para viabilizar o comércio desses insetos como agentes de controle biológico, elas demonstram a

efetividade, benefícios ecológicos e segurança do controle biológico (Tauber et al., 2000).

Com a união de várias áreas da pesquisa, o mercado consumidor destes predadores se concretizou em alguns países. Entre essas áreas estão: sistemática - para a identificação correta das espécies, comparações biológicas, bem como avaliações de campo; produção massal - com o desenvolvimento dos processos para viabilizar economicamente a criação; aplicação em campo - para auxiliar nos estudos ecológicos, para conservação e manipulação de populações naturais; avaliação - na quantificação de uma metodologia de liberação em campo dos crisopídeos que forneça eficácia (Tauber et al., 2000), contra pragas agrícolas.

2.3. *Ceraeochrysa* Adams, 1982

Este gênero é relativamente novo, sendo criado a partir de espécies que pertenciam ao gênero *Chrysopa* Leach, 1815 (Adams, 1982). *Ceraeochrysa*, com 61 espécies descritas (Oswald, 2018), é um dos gêneros de Chrysopidae de maior diversidade da subfamília Chrysopinae, com distribuição que vai desde o Canadá até a Argentina, majoritariamente na região Neotropical, e podem ser encontrados tanto em matas abertas, quanto em cultivos (pomares frutíferos, milho e hortaliças) (Tauber et al., 2000; Penny, 2002). Deste gênero, *Ce. cincta* é a espécie que apresenta maior distribuição, sendo encontrada desde a Flórida, USA, até a América do Sul, com destaque para a Argentina e Ilhas de Galápagos, no Equador (Brooks e Barnard, 1990; Gitirana et al., 2001; Tauber e de León, 2001). Essa espécie foi originalmente descrita a partir de exemplares coletados no Rio de Janeiro, Brasil, sua localidade tipo (Tauber et al., 2000).

Conhecimentos sobre a biologia estão restritos a um pequeno grupo de espécies do gênero, fato influenciado pelo estado incipiente de sua sistemática (Penny, 1997 e 2002; Tauber et al., 2000). Tauber e de León (2001), descreveram larvas de *Ce. cincta* e observaram que adultos e larvas coletadas no México, Flórida e em outras partes dos EUA, diferiam entre si, bem como dos indivíduos coletados na localidade tipo (Rio de Janeiro, Brasil). Adams (1982) propôs o gênero *Ceraeochrysa* baseado em características presentes na genitália masculina, com 24

espécies e 52 sinonímias reconhecidas. Mais tarde, Brooks e Barnard (1990) em revisão da família Chrysopidae, reconheceram 40 espécies para o gênero.

Após sucessivas revisões, com contribuições de diferentes autores, foram solucionadas diversas controvérsias de revisões anteriores, e o gênero passou a contar com 61 espécies válidas, com 33 destas encontradas no Brasil (Freitas et al., 2009; Sosa e Freitas, 2010; Tauber e Flint, 2010; Sosa e Freitas, 2012; Martins e Machado, 2019; Oswald, 2019).

Freitas e Penny (2001) e Tauber e de León (2001) incrementaram o número de estudos com espécies deste gênero, sendo que Almeida et al. (2009), De Bortoli et al. (2009) e De Bortoli e Murata (2011) observaram mudanças nos parâmetros biológicos de *Ceraeochrysa claveri* (Navás, 1911), *Ce. cincta* e *Ce. paraguayia* quando as larvas foram alimentadas com diferentes dietas.

3. Referências

- Abid MK, Tawfik MFS, AL-Rubeae JK (1978) The life history of *Chrysopa septempunctata* Wesm. (Neuroptera: Chrysopidae) in Iraq. **Bulletin Biology Research Center** 10:89-104.
- Adams PA (1987) *Ceraeochrysa*, a new genus of Chrysopinae (Neuroptera). (Studies in New World Chrysopidae, Part II). **Neuroptera International** 2:69-75.
- Adams PA, Penny ND (1987) Neuroptera of the Amazon basin. Part IIa. Introduction and Chrysopini. **Acta Amazonica** 15:413-479.
- Albuquerque GS, Tauber CA, Tauber MJ (1994) *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potential for biological control in Central and South America. **Biological Control** 4:8-13.
- Almeida MF, Barros R, Gondim Júnior MGC, Freitas S, Bezerra, AL (2009) Biologia de *Ceraeochrysa claveri* Navás (Neuroptera: Chrysopidae) predando *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Ciência Rural** 39(2):313-318.
- Araújo J, Bichão MH (1990) Biotecnologia de produção de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Boletim de Sanidad Vegetal Plagas** 16:113-118.
- Auad AM, Toscano LC, Boiça Júnior AL, Freitas S (2001) Aspectos biológicos dos estádios imaturos de *Chrysoperla externa* (Hagen) e *Ceraeochrysa cincta* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentados com ovos e ninfas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology** 30:429-432.
- Aun V (1986) **Aspectos da biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Barnes BN (1975) The life history of *Chrysopa zastrowi* Esb-Pet. (Neuroptera, Chrysopidae). **Journal of the Entomological Society of Southern Africa** 38:47-53.
- Brooks SJ, Barnard PC (1990) The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). **The Bulletin of the British Museum (Natural History)** 59:117-286.
- Canard MS, Principi M (1984) Life histories and behavior. In: Canard M, Sémeria Y, New TR (Eds.). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: W. Junk, 1984. p. 92-100.
- Canard M, Volkovich TA (2001) Outlines of lacewing development. In: McEwen P, New TR, Whittington AE (Eds.). **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University, p. 130-153.

Canard M, Duelli P (1984) Predatory behavior of larvae and cannibalism. In: Canard M, Sémeria Y, New TR (Eds.). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: W. Junk, 1984. p. 92-100.

Cardoso JT, Lazzari SMN (2003) Development and consumption capacity of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera, Chrysopidae) fed with *Cinara* spp. (Hemiptera, Aphididae) under three temperatures. **Revista Brasileira de Zoologia** 20:573-576.

Cardoso JT, Lazzari SMN, Freitas S, Iede ET (2003) Ocorrência e flutuação populacional de Chrysopidae (Neuroptera) em áreas de plantio de *Pinus taeda* (L.) (Pinaceae) no sul do Paraná. **Revista Brasileira de Entomologia** 47:473-475.

Carvalho CF, Souza B (2000) Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: Bueno VHP (Eds.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, p. 91-109.

Corrales N, Campos M (2004) Populations, longevity, mortality and fecundity of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) from olive orchards with different agricultural management systems. **Chemosphere** 57:1613-1619.

Costa RIF (2006) **Estudo da taxocenose de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) em ecossistemas naturais e agropastoris**. 124 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Costa RIF, Carvalho CF, Souza B, Loreti J (2003) Influência da densidade de indivíduos na criação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia** Ed. Esp.:1539- 1545.

Costa RIF, Souza B, Freitas S (2010) Dinâmica espaço-temporal de taxocenoses de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) em ecossistemas naturais. **Neotropical Entomology** 39:470- 475.

De Bortoli SA, Murata AT (2011) Aspectos morfométricos de *Ceraeochrysa paraguaria* (Navás, 1920) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com diferentes presas. **Comunicata Scientiae** 2:122-125.

De Bortoli SA, Murata AT, Brito CH, Narciso RS (2009) Aspectos biológicos de *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera, Chrysopidae) em condições de laboratório. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** 9:101-106.

Duelli P (1984) Flight, dispersal, migration. In: Canard M, Sémeria Y, New TR. (Eds.). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: Dr. Junk Publisher, p. 110-116.

Duelli P (2001) Lacewings in field crops. In: McEwen P, New TR, Whittington AE (Eds.). **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University, p. 158-171.

Duelli P, Johnson JB (1992) Adaptive significance of the egg pedicel in green

lacewings (Insecta: Neuroptera: Chrysopidae). In: Canard M, Aspöck H, Mansell MW (Eds.). In: CURRENT RESEARCH IN NEUROPTEROLOGY: PROCEEDINGS OF THE FOURTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NEUROPTEROLOGY. Toulouse. p. 125-134.

Eisner T, Attygalle AB, Conner WE, Eisner M, Macleod E, Meinwald J (1996) Chemical egg defense in a green lacewing (*Ceraeochrysa smithi*). **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** 93:3280-3283.

Figueira LK, Carvalho CF, Souza B (2002) Influência da temperatura sobre alguns aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia** 26:1439-1450.

Finney GL (1948) Culturing *Chrysopa californica* and obtaining eggs for field distribution. **Journal of Economic Entomology** 45:719-721.

Freitas S (2001) **Criação de crisopídeos (bicho lixeiro) em laboratório**. Jaboticabal: Funep, 20 p.

Freitas S (2002) O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas. In: Parra JRP, Botelho PSM, Corrêa-Ferreira BS, Bento JMS. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 209-224.

Freitas S, Penny ND (2001) The green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) of Brazilian agro-ecosystems. **Proceedings of the California Academy of Sciences** 52:245-395.

Freitas S, Morales AC, Rodrigues CA, Ferreira CS, Duque FJS, Baggio MV, Lavagnini TC (2008) Predadores - O sucesso dos Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). In: Araújo ES, Vacari AM, Carvalho JS, Goulart RM, Campos AP, Volpe HXL (Eds.). **Tópicos em entomologia agrícola**. Ribeirão Preto: Maxicolor Gráfica e Editora, p. 115-129.

Freitas S, Penny ND, Adams PA (2009) A revision of the new world genus *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae). **Proceedings of the California Academy of Sciences** 60:503-610.

Gepp J (1984) Morphology and anatomy of the preimaginal stages of Chrysopidae: a short survey. In: Canard M, Séméria Y, New TR (Eds.). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: W. Junk, p. 9-19.

Gitirana Neto J, Carvalho CF, Souza B, Santa-Cecília LVC (2001) Flutuação populacional de espécies de *Ceraeochrysa* Adams, 1982 (Neuroptera: Chrysopidae) em citros, na região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia** 25:550-559.

Trivellato GF (2010) Aspectos biológicos e suas implicações na quantidade da

produção massal de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera, Chrysopidae). 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

Godoy MS, Carvalho GA, Morais JC, Cosme LV, Goussain M, Carvalho CF, Morais AA (2004) Seletividade de seis inseticidas utilizados em citros a pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology** 33:359-364.

Grimaldi D, Engel MS (2005) **Evolution of the insects**. New York: Cambridge University, 755 p.

Lamunyon CW, Adams PA (1987) Use and effect of an anal defensive secretion in larval Chrysopidae (Neuroptera). **Annals of the Entomological Society of America** 80:804-808.

Lira RS, Batista JL (2006) Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com o pulgão da erva-doce. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** 6:25-35.

Marck TP, Smilowitz Z (1979) Diel activity of green peach aphid predators as indexed by stick traps. **Environmental Entomology** 8:759-801.

Martins, C.C.; Machado, R.J.P. 2018. Chrysopidae. In: Boeger, W.A.; Zager, H.; Rafael, J.A.; Valim, M.P. (Eds.). **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento/ Universidade Federal do Rio de Janeiro/ Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Rio de Janeiro, 644 p.

McEwen P, New TR, Whittington AE (Eds.). **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University, 2001. 546p.

New TR (1969) Notes on the debris-carrying habit in larvae of British Chrysopidae (Neuroptera). **Entomologist's Gazette** 20:119-124.

New TR (1984) Chrysopidae: Ecology on field crops. In: Canard M, Séméria Y, New TR (Eds.). **Biology of Chrysopidae**, The Hague: Dr. Junk Publisher, p. 160-167.

Oliveira AS, Auad AM, Souza B, Fonseca MG, Resende TT (2012) Population dynamics of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) in a silvopastoral system. **International Journal of Biodiversity and Conservation** 4:179-182.

Oswald, J.D.; Machado, R.J.P. 2018. Biodiversity of the Neuropterida (Insecta: Neuroptera: Megaloptera, and Raphidioptera). In: Footitt, R.G.; Adler, P.H. (Eds.). **Insect Biodiversity: Science and Society**. 1st ed. New York: John Wiley & Sons, p. 627-671.

Panizzi AR, Parra JRP (1991) Introdução à ecologia nutricional de insetos e suas aplicações no manejo de pragas. In: Panizzi AR, Parra JRP (Eds.). **Ecologia**

nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo: Manole, p. 1-7.

Parra JR (1991). Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: Panizzi AR, Parra JRP (Eds.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas.** São Paulo: Manole, p. 9-57.

Penny ND (1997) Four new species of Costa Rican *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae). **Pan-Pacific Entomology** 73:61-69.

Penny ND (2002) A guide to the lacewings (Neuroptera) of Costa Rica. **Proceedings of the California Academy of Sciences** 53:161-457.

Pessoa LGA, Freitas S, Loureiro ES (2010) Adequação de dietas para criação de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico** 77:723-725.

Pessoa LGA, Freitas S, Loureiro ES (2010) Post-embryonic development of *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) (Neuroptera: Chrysopidae) fed with eggs of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Semina: Ciências Agrárias** 31:1355-1360.

Principi MM, Canard M (1984) Feeding habits. In: Canard M, Séméria Y, New TR (Eds.). **Biology of Chrysopidae.** The Hague: W. Junk, p. 76-92.

Reddy GVP, Holopainen JK, Guerrero A (2002) Olfactory responses of *Plutella xylostella* natural enemies to host pheromone, larval frass, and green leaf cabbage volatiles. **Journal of Chemical Ecology** 28:131-143.

Resende ALS, Souza B, Menezes ELA, Oliveira RJ, Campos MES (2014) Influência de diferentes cultivos e fatores climáticos na ocorrência de crisopídeos em sistemas agroecológicos. **Arquivos do Instituto Biológico** 81:257-263.

Ribeiro ALP, Lúcio AD, Costa EC, Bolzan AR, Jovanowichs R, Riffel CT (2011) Desenvolvimento de *Chrysoperla externa* alimentada na fase larval com ovos de *Bonagota cranaodes*. **Ciência Rural** 41:1571-1577.

Ribeiro MJ, Carvalho CF (1991) Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), em diferentes condições de acasalamento. **Revista Brasileira de Entomologia** 35:423-427.

Ribeiro MJ, Matioli JC, Carvalho CF (1988) Efeito de avermectina- B1 (MK-936) sobre o desenvolvimento larval de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 23:1189-1196.

Sarailo MH, Lakzaei M (2014) Effect of different diets on some biological parameters of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Journal of Crop Protection**

3:479-486.

SAS Institute (2015) SAS/IML[®] User's Guide. SAS Institute, Cary, NC, USA

Scudeler EL, Nanya S, Conte H (2009) Ocorrência de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes plantas. In: ANAIS DO VI ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR, Maringá.

Silva RLX (1991) **Aspectos biológicos e determinação das exigências térmicas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório**. 160 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Smith RC (1926) The trash-carrying habit of certain lacewing larvae. **The Scientific Monthly** 23:265-267.

Sosa F, Freitas S (2010) New neotropical species of *Ceraeochrysa* Adams (Neuroptera: Chrysopidae). **Zootaxa** 2562:57-65.

Souza B (1999) **Estudos morfológicos do ovo e da larva de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) e influência de fatores climáticos sobre a flutuação populacional de adultos em citros**. 141 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Souza B, Carvalho CF (2002) Population dynamics and seasonal occurrence of adults of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) in a citrus orchard in southern Brazil. **Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae** 48:301-310.

Stelzl M, Devetak D (1999) Neuroptera in agricultural ecosystems. **Agriculture Ecosystems and Environment** 74:305-321.

Szentkirályi F (2001) Ecology and habitat relationships. In: McNew P, New TR, Whittington AE (Eds.). **Lacewings in the crop environment**. New York: Cambridge University Press, p. 82-115.

Tauber CA, de León T (2001). Systematics of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae): larvae of *Ceraeochrysa* from Mexico. **Annals the Entomological Society of America** 94:197-209.

Tauber CA, Flint Jr OS (2010) Resolution of some taxonomic and nomenclatural issues in a recente revision of *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae). **Zootaxa** 2565:55-67.

Tauber CA, de León T, Penny ND, Tauber MJ (2000) The genus *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae) of America North of Mexico: Larvae, adults and comparative biology. **Annals the Entomological Society of America** 93:1195-1221

Tauber MJ, Tauber CA, Daane KM, Hagen KS (2000) Commercialization of predators: recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: *Chrysoperla*). **American Entomologist** 46:26-39.

Tauber CA, Tauber MJ, Albuquerque GS (2003) Neuroptera (lacewings, antlions). In: Resh VH, Cardé R (Eds.). **Encyclopedia of insects**. San Diego: Academic Press, p. 785-798.

Vanderzant E (1973) Improvements in the rearing diet for *Chrysopa carnea* and the amino acid requirements for growth. **Journal of Economic Entomology**, 66:336-338.

CAPÍTULO 2 - Adaptação metodológica para obtenção e coleta de ovos de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório

RESUMO - Muitos trabalhos que visam adequação e melhoria nas técnicas de criação de crisopídeos, tanto para aumento de quantidade e da qualidade dos insetos da criação de manutenção, quanto para os destinados a programas de liberações em casas de vegetação e campo, vem sendo realizados. Nesse sentido, o desenvolvimento de técnicas de manipulação que possam causar menores danos às diferentes fases em que o inseto é manipulado, deve ser sempre objeto de pesquisas. É com base nesses fatores que o presente trabalho teve por objetivo saber qual das 3 possíveis técnicas é mais adequada para a obtenção de ovos de crisopídeos em criação massal. Os ovos de *Ce. cincta* foram coletados das gaiolas de adultos com o auxílio de três instrumentos de corte, sendo dois tipos de tesoura, uma de haste longa e outra convencional de ponta fina, e um aparelho feito a partir de uma lâmina de estilete adaptada a um aparelho de barbear. Foram realizadas 10 coletas para cada um dos três instrumentos, e então feitas avaliações de perdas por fratura nos ovos coletados, bem como para a praticidade que cada instrumento oferece para a realização da coleta. Com a lâmina foram obtidos em média de 228 a 706 ovos, tendo 24,5% de perda, enquanto que com as tesouras de ponta fina e de haste longa foram coletados 641 e 695 ovos, respectivamente, sem perda por corte do córion. O uso do estilete adaptado é mais adequado para as coletas de ovos destinadas a manutenção da criação quanto à praticidade, porém com certa porcentagem de perda. O uso de tesouras fornece uma coleta de ovos de crisopídeos mais segura e com menos perda, com a tesoura de haste longa mais adequada para coleta dos ovos, em relação àquela de ponta fina.

Palavras-chave: técnicas de manipulação, ovos, crisopíde

1. Introdução

As espécies da ordem Neuroptera são conhecidas pelos seus hábitos predadores, com destaque para as famílias Chrysopidae e Hemerobiidae, por terem muitos registros de alimentação de diversas pragas agrícolas (Agnew et al., 1981).

Cada geração de uma criação massal requer um tempo mínimo para seu desenvolvimento, e espera-se que possua elevada taxa de emergência e alta fecundidade e viabilidade dos ovos. Assim, muitos trabalhos que visam adequação e melhoria nas técnicas de criação de crisopídeos, tanto para aumento de quantidade, como da qualidade dos insetos da criação de manutenção, bem como para os destinados a programas de liberações em casas de vegetação e campo, vem sendo realizados (Carvalho e Souza, 2009). Nesse sentido, o desenvolvimento de técnicas de manipulação que possam causar menores danos às diferentes fases do ciclo de vida em que o inseto é manipulado, deve ser sempre objeto de pesquisas.

A fase de ovo, em especial, é uma das mais delicadas, uma vez que eles podem ser facilmente injuriados. Por isso, a coleta dos ovos é considerada uma das etapas mais difíceis da criação, particularmente quando se trata de crisopídeos que depositam seus ovos fixos ao substrato de oviposição, de forma aleatória, e sobre um pedúnculo. A coleta de ovos é uma atividade que por si só pode causar estresse aos indivíduos adultos, independentemente de danos físicos (Carvalho e Souza, 2009).

Para a criação massal há fatores extrínsecos que precisam ser levados em consideração: técnicas de multiplicação dos insetos em suas diferentes fases de desenvolvimento, os materiais empregados, a manipulação propriamente dita, o controle de qualidade e os custos de produção (Carvalho e Souza, 2009). É com base nesses fatores que o presente trabalho teve por objetivo saber qual de 3 técnicas avaliadas é a mais adequada para a obtenção de ovos de crisopídeos em criação massal

2. Material e métodos

2.1. Local

As atividades foram desenvolvidas no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) do Departamento de Fitossanidade (DEF), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP), Campus de Jaboticabal, SP.

2.2. Criação de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851)

Os casais, os ovos e as larvas de *Ce. cincta* foram mantidos em sala climatizada (temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotofase de 12 horas e umidade relativa de $70 \pm 10\%$). A criação estoque foi conduzida de acordo com a metodologia adaptada de Finney (1948), Krisshnamoorthy e Nagarkatti (1981) e Freitas (2001).

Os adultos, 20 casais em média, foram mantidos em gaiolas de criação constituídas por tubos cilíndricos de PVC, com 20 cm de diâmetro x 20 cm de comprimento. Este tamanho de gaiola apresenta as dimensões necessárias para a alocação interna de papel sulfite tamanho carta, que é utilizado como substrato de oviposição. A extremidade superior foi vedada com tecido tipo “voile” fixado com elástico e a inferior com prato-suporte para vasos de plantas de tamanho 4. Foi feito no tecido uma pequena abertura de dois centímetros de diâmetro para a introdução do alimento dos adultos, feito por meio de um pequeno frasco de vidro com capacidade para 30 mL, em cujo gargalo tinha acoplada uma tampa de copo plástico que funcionou como suporte para o mesmo, impedindo-o de cair para o interior da gaiola. O frasco foi preenchido com água e sua extremidade aberta vedada por um pedaço de espuma contendo a dieta de adultos. O esquema de como foi feita a montagem das gaiolas nas quais os adultos eram mantidos encontra-se na Figura 1.

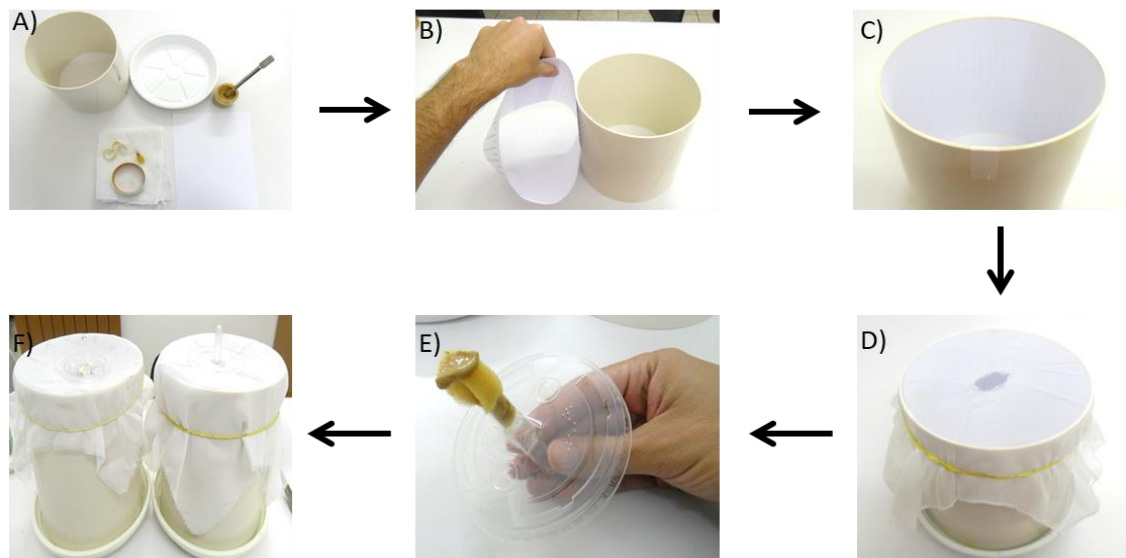


Figura 1 – Esquema da montagem das gaiolas para manutenção de adultos de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851). A-Materiais necessários. B-Moldagem do papel sulfite para cobrir o interior do tubo PVC. C-Fixação do papel sulfite com auxílio de fita crepe. D-Fechamento da extremidade inferior do tubo PVC com o prato suporte de vasos plantas e da superior com o tecido “voile”, com orifício para inserção do tubo com a dieta. E-Peça feita com o tubo para água e dieta junto com a tampa suporte. F-Gaiola finalizada.

Os adultos foram alimentados com uma mistura de mel e levedo de cerveja na proporção de 1:1, que era renovada diariamente. Quando foram feitas as coletas de ovos, os adultos eram transferidos temporariamente para tubos de vidro, sendo a retirada dos ovos feita com auxílio de uma lâmina de estilete adaptada a um aparelho de barbear.

Os ovos foram então alocados em placas de Petri de vidro com 14 cm de diâmetro x 3 cm de altura, com aproximadamente 30 ovos por placa, permanecendo nesses recipientes até a eclosão das larvas. Com a eclosão das larvas, tiras de papel toalha dobradas em sanfona foram introduzidas para servir de refúgio e minimizar canibalismo, e as placas fechadas com plástico filme de PVC.

As larvas foram alimentadas com ovos de *Corcyra Cephalonica* (Staiton, 1865), mantidos em geladeira e oferecidos três vezes por semana, na forma *ad libitum* para grupos de 30 larvas de média. Os casulos, construídos para a fase de pupa, que ocorre em um período de 12 dias, foram transferidos para tubos de ensaio de fundo chato (8,5 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro), onde permaneceram

por aproximadamente 12 dias da fase pupal, até a emergência dos adultos, que então foram sexados e agrupados em casais nas gaiolas de criação de adultos. A Figura 2 ilustra todo o procedimento.

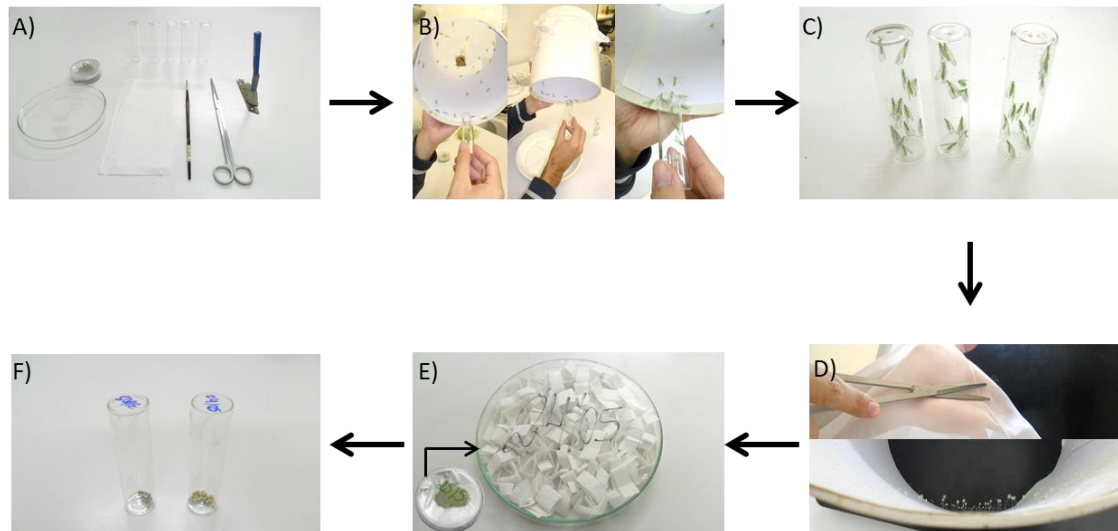


Figura 2 – Esquema da coleta de ovos e manipulação de imaturos de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851). A-Materiais utilizados. B-Retirada dos adultos com auxílio de tubos de ensaio de fundo chato, para facilitar a coleta dos ovos. C-Adultos confinados nos tubos enquanto a coleta é feita. D-Corte dos pedúnculos dos ovos. E- Armazenamento dos ovos em placa de Petri contendo papel dobrado e ovos de *Corcyra cephalonica* (Staiton, 1866) como dieta as larvas. F-Armazenamento das pupas em tubos de vidro.

2.3. Criação de *Corcyra cephalonica* (Staiton, 1866)

Os predadores foram criados com ovos de *C. cephalonica*, espécie citada como hospedeiro alternativo para 75 inimigos naturais, 60 são parasitoides e 15 predadores (Manjunath, 2013).

A dieta utilizada para alimentação das larvas de *C. cephalonica* foi composta por germe de trigo (94%) e levedo de cerveja (6%). Para o seu preparo, o germe de trigo foi esterilizado em estufa a 150°C por 2 horas. Após o resfriamento, em temperatura ambiente, foi acrescentado levedura. Para a criação da fase larval foram utilizados caixas plásticas transparentes com 47,0 cm de comprimento x 29,5

cm de largura x 10,5 cm de altura, com tampas, onde foi colocado um quilo de dieta homogênea e uniformemente distribuída (Parra, 1997). A infestação dos recipientes foi realizada fazendo-se quatro sulcos rasos na dieta, no sentido do comprimento da caixa, onde os ovos foram distribuídos de maneira uniforme. A quantidade de ovos de *C. cephalonica* utilizada foi de 0,15 g/kg de dieta. Após a distribuição uniforme dos ovos, o recipiente foi fechado com tampa que possuía uma abertura retangular de 24 cm x 14 cm, revestida por tecido tipo voile. A Figura 3 ilustra a criação de *C. cephalonica*.

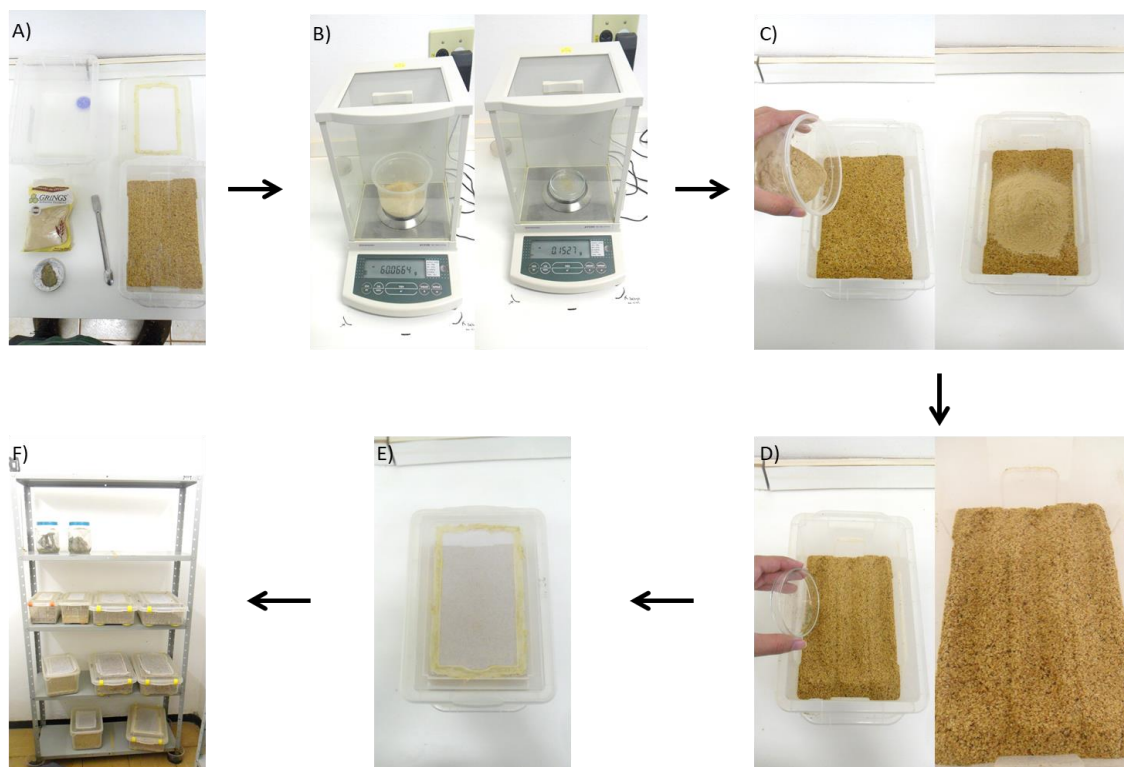


Figura 3 – Esquema da montagem da caixa de criação de *Corcyra cephalonica* (Staiton, 1866). A-Materiais necessários. B-Pesagem de levedo e ovos. C-Mistura do levedo de cerveja com o germe de trigo esterilizado. D-Distribuição dos ovos nos sulcos feitos no germe já homogeneizado com o levedo. E–Caixa pronta e fechada. F-Armazenamento das caixas em sala climatizada.

Os adultos foram coletados diariamente com um sugador adaptado em um aspirador de pó, o qual contém uma câmara de captura feita com garrafas pet e tubos de PVC. Os adultos foram liberados em gaiolas de vidro cilíndrico de 15 cm de

diâmetro x 25 cm de altura, na proporção de 60 fêmeas para 40 machos. No interior da gaiola foi colocado um pedaço de tela tipo sombrite[®], dobrada em forma de "Z", para servir de substrato de oviposição. A gaiola foi fechada com a tampa plástica que possui um orifício coberto com tela, com o objetivo de melhorar a aeração do recipiente. A Figura 4 ilustra todo o procedimento.

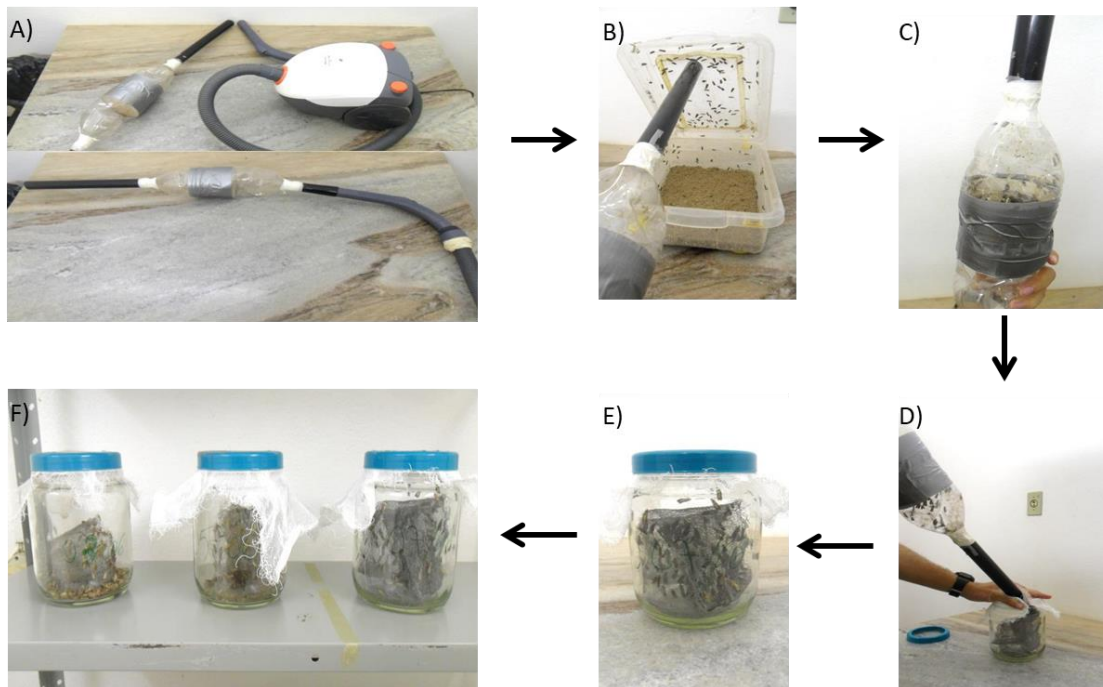


Figura 4 – Esquema da manipulação de adultos de *Corcyra cephalonica* (Staiton, 1866) para obtenção dos ovos. A-Sugador, confeccionado a partir de aspirador de pó, tubo PVC e garrafa pet. B-Sucção dos adultos. C-Adultos retidos no recipiente de garrafa pet. D-Liberação dos adultos coletados. E – Gaiola com os adultos. F – Armazenamento das gaiolas em sala climatizada.

A coleta de ovos foi realizada diariamente, sendo a gaiola invertida sobre uma bandeja plástica branca e batendo-se levemente com a palma da mão no fundo da mesma, de modo que os ovos aderidos ao substrato de postura se desprendiam e caíam na bandeja. Em seguida, os ovos eram peneirados, para eliminar as impurezas, então parte deles retornava para a manutenção da criação e parte se destinava à experimentação. Os ovos produzidos eram mantidos em geladeira por

15 dias até sua utilização, em temperatura de cerca de 10° C. A Figura 5 ilustra todo o procedimento.

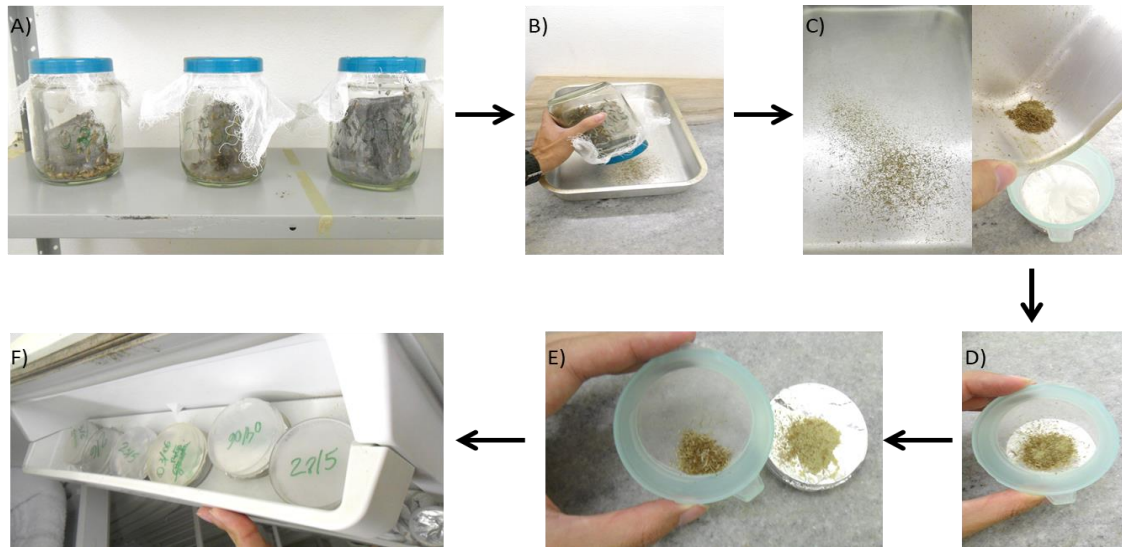


Figura 5 – Esquema da coleta de ovos de *Corcyra cephalonica* (Staiton, 1866). A- Gaiolas com adultos e os ovos. B-Retirada dos ovos da gaiola C - Ovos retirados e retidos sobre bandeja. D-Peneiramento dos ovos obtidos. E-Material coletado. F-Armacenamento dos ovos coletados em geladeira.

2.4. Bioensaios

Os ovos de *Ce. cincta* foram coletados das gaiolas de adultos com o auxílio de três instrumentos de corte, dois tipos de tesoura, uma de haste longa e outra convencional de ponta fina, e um aparelho feito a partir de uma lâmina de estilete adaptada a um aparelho de barbear (Figura 6).

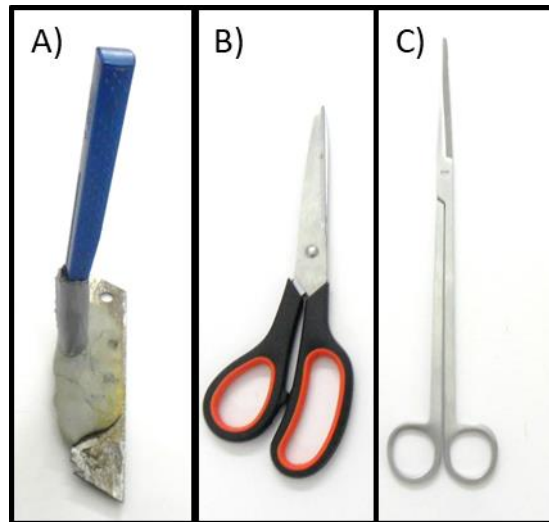


Figura 6 - A-Lâmina de estilete adaptada. B-Tesoura convencional de ponta fina. C-Tesoura de haste longa.

Foram realizadas 10 coletas utilizando cada um dos três instrumentos, sendo então feita avaliação de perdas por injúria aos ovos coletados, bem como da praticidade que cada instrumento oferece para a realização da coleta. As Figuras 7 e 8 ilustram o procedimento das coletas de ovos usando tesouras e lâmina.

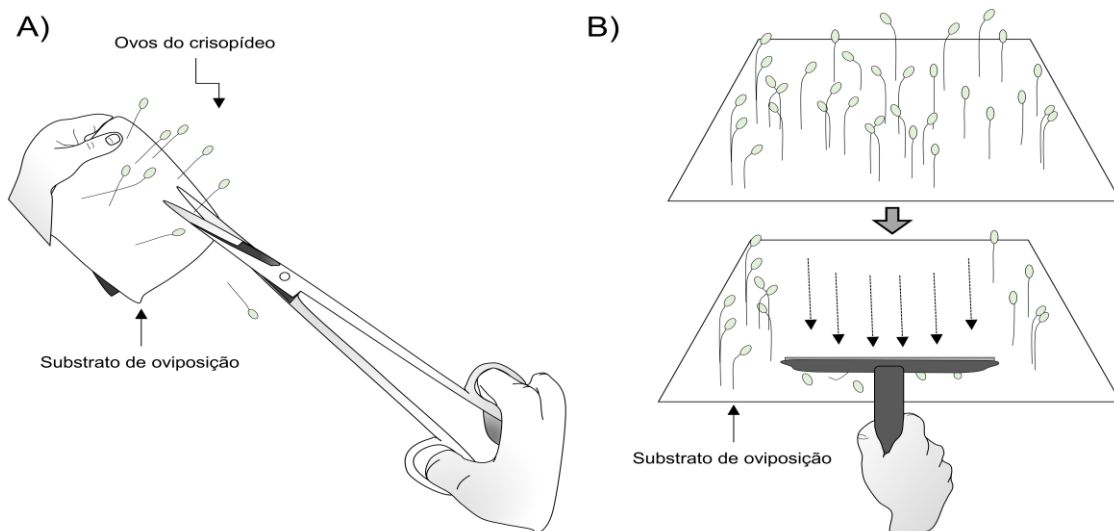


Figura 7 - A-Coleta de ovos de crisopídeo utilizando tesoura. B-Coleta de ovos de crisopídeo utilizando lâmina de estilete adaptada ao aparelho de barbear.

O número de ovos perdidos nas coletas foi contabilizado e calculada a porcentagem destes, em relação ao número de ovos que foram coletados sem sofrerem nenhum tipo de injúria.

3.3. Resultados e discussão

3.1. Coleta para manutenção da criação

Como pode ser observado no esquema da Figura 7, diferentemente do aparelho com a lâmina de estilete, que retira uma quantidade grande de ovos por movimento, com as tesouras, o número de ovos diminui muito por movimento de corte, aumentando o tempo da atividade, o que é desvantajoso para uma criação massal, e menos para uma criação de porte menor.

Por conta da variável tempo, foram analisadas as formas de coleta que fossem mais práticas e rápidas, isto porque os pedúnculos dificultam a separação dos ovos após as coletas, dificultando inclusive o próprio comércio e liberação em campo. Por isso, técnicas de coletas com base na destruição total dos pedúnculos com hipoclorito de sódio já foram experimentadas desde os trabalhos de Finney (1948, 1950) e Morrison e Ridgway (1976).

Ferreira (1997), que experimentou diferentes concentrações de hipoclorito de sódio para “despedicelamento” dos ovos, obteve o melhor resultado quando emergiu ovos durante 5 minutos em solução de 0,05%, o que resultou em uma viabilidade de 75% destes ovos. Carvalho et al. (1998), testaram também hipoclorito de sódio e observaram redução na viabilidade dos ovos, principalmente naqueles coletados no mesmo dia do teste. Dessa maneira, tais técnicas podem ser usadas, porém vários cuidados se fazem necessários, tais como com a concentração do produto, com o tempo de exposição do ovo à solução e ainda com a idade do embrião, devendo ser respeitada a idade mínima de três dias. Mesmo com esse cuidado, a viabilidade desta técnica gira em torno de 80% (Carvalho e Souza, 2009).

A lâmina de estilete acoplada ao barbeador, utilizada neste trabalho, mostra-se um instrumento muito prático para coletas de grandes números de ovos, porém, assim como as técnicas citadas, apresenta também algumas desvantagens, uma

vez que o processo de corte feito por este instrumento pode causar injúrias nos ovos, o que resulta em uma porcentagem de perda.

No presente estudo estas perdas foram em torno de 24,5% dos ovos coletados com este aparelho de corte. Tratando-se do uso desses ovos para a manutenção da criação, esta porcentagem pode não ser tão relevante. Com apenas duas unidades de criação com ± 30 casais, com a lâmina foram obtidos, em média, de 228 a 706 ovos/dia de coleta na criação estabelecida no laboratório, em 10 coletas. Estes números variam de acordo com a idade dos insetos das unidades de criação, sendo encontrados os maiores picos nas gaiolas com adultos mais novos. Perdendo 24,5% destas coletas (118 ovos), sobram 349 ovos por coleta, quantidade suficiente para manter uma criação com foco em pesquisa, que é o objetivo da criação mantida no LBCI.

As causas destas perdas estão vinculadas principalmente ao corte não só do pedúnculo, mas também do córion dos ovos, quando estes caem na superfície e são arrastados pela lâmina, o que pode ser observado na Figura 7. Estes ovos fraturados são facilmente identificados, uma vez que ficam presos na lâmina do estilete, e não soltos com os demais.

Os ovos recém-colocados são os que aparecem com mais frequência nessas condições, isso porque suas estruturas, tanto pedúnculo quanto córion, ainda não estão totalmente solidificados e, dessa maneira, não deslizam com facilidade quando são arrastados pelo movimento que é feito com a lâmina de estilete, ficando presos entre a lâmina e o papel sulfite e, conseqüentemente, sofrem alguma fratura em suas estruturas. Para minimizar este problema é necessário a troca da lâmina constantemente.

Por outro lado, a coleta feita com tesouras garante a integridade física dos ovos, visto que, só haverá contato das lâminas com o pedúnculo no momento da coleta, ou seja, tem-se com as tesouras um trabalho mais minucioso que demanda mais tempo, porém, com a certeza de menores percentuais de ovos injuriados.

O uso da tesoura torna-se indispensável para coletas de ovos que irão ser utilizados para montagem de experimentos e ainda para avaliações de seus parâmetros biológicos, especialmente nas avaliações de fertilidade, onde há a necessidade de coleta de ovos sem dano.

3.2. Coleta de ovos em experimentos

Ao avaliar parâmetros biológicos de insetos, deve-se ter o cuidado de proporcionar menor influência externa possível a esses parâmetros, com a fertilidade entre os mais importantes. Para crisopídeos isto é feito pela retirada dos ovos por meio do corte dos seus pedúnculos e pela observação de mudança de cor dos ovos, normalmente em 2 dias já é possível ser observado o número de ovos férteis, pela simples mudança de cor.

Por isso, o método de coleta a ser escolhido nesta fase deve ser o que ofereça menor risco aos ovos, ou seja, as tesouras. Verificou-se que com a tesoura de ponta fina e de haste longa foram coletados 641 e 695 ovos, respectivamente, sem perdas por injúrias aos seus córions.

Esses números tornam as tesouras mais indicadas para este tipo de trabalho, porém, entre as duas tesouras avaliadas, a de haste longa possui mais vantagens que a de ponta fina, pois a haste longa permite que os ovos que estão na parte mais alta da gaiola sejam alcançados e coletados. Quando utilizada a tesoura de ponta fina, que é mais curta, houve a necessidade de se retirar a cobertura de tecido da gaiola, bem como os adultos para a retirada completa dos ovos (Figura 8).

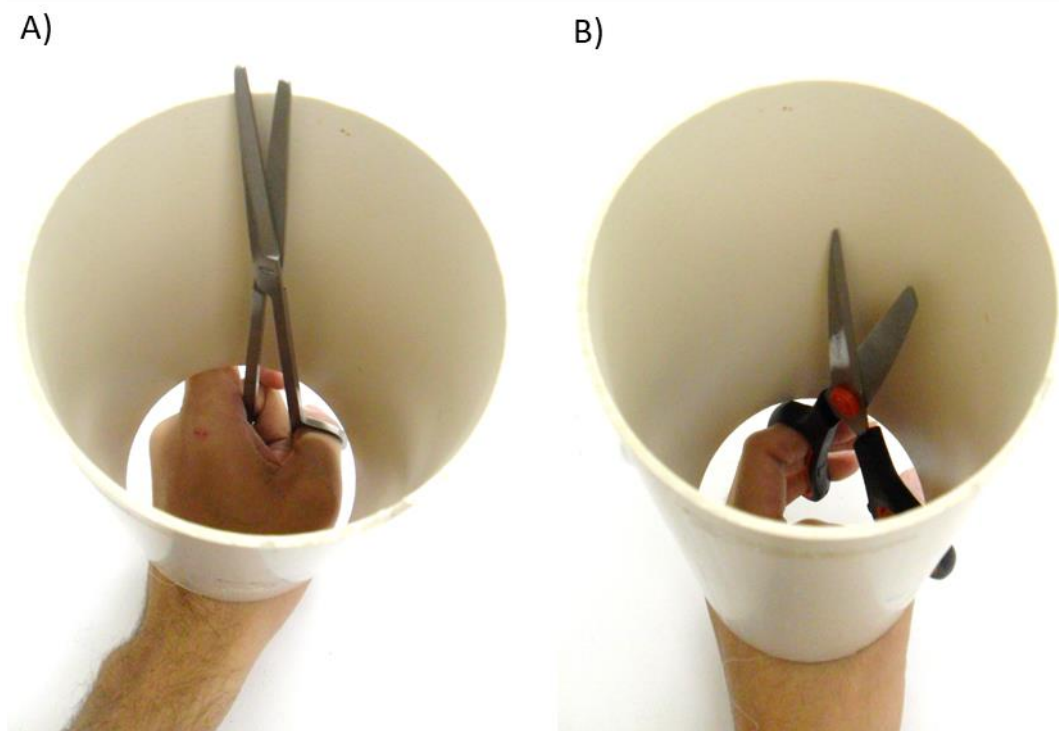


Figura 8 - Alcance das tesouras dentro do tubo. A-Tesoura de haste longa. B- Tesoura de ponta fina.

Com a tesoura de haste longa é possível realizar a coleta de ovos sem retirar o casal da gaiola (Figura 9), porém deve ser ressaltado que as gaiolas de experimento são menores que as de criação. A possibilidade de não remoção dos adultos promove uma coleta de ovos muito menos estressante para os insetos, o que é muito importante para experimentos que envolvem biologia, pois estresse é apontado como fator causador de mudanças bio-fisiológicas e pode alterar os resultados experimentais (Moura e Moura, 2009). A tesoura de haste longa então, para coleta de ovos em/ou para experimentos, ao contrário das tesouras de ponta fina que são as mais utilizadas (Carvalho e Souza, 2009).

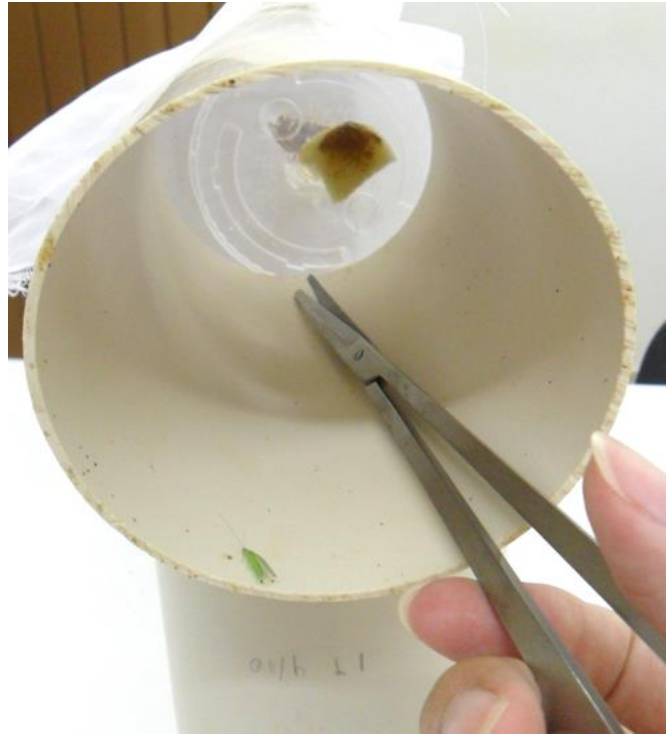


Figura 9 - Coleta de ovos de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) com a presença do adulto na gaiola.

3. Conclusão

O uso do estilete adaptado é mais adequado para as coletas de ovos destinadas a manutenção da criação, porém com certa porcentagem de perda.

O uso de tesouras fornece uma coleta de ovos de crisopídeos mais segura e com menos perda, sendo indicada para coletas de ovos em experimentos.

A tesoura de haste longa é mais adequada para coleta de ovos em relação àquela de ponta fina.

4. Referências

Agnew CW, Sterling WL, Dean DA (1981) Notes on the Chrysopidae and Hemerobiidae of Eastern Texas with for their identification. **Southwestern Entomologist** 4:1-20.

Carvalho CF, Canard M, Alauzet C (1998) Destruction off egg pedicels by sodium hypochlorite and its effects on the hatching of eggs of *Chrysoperla mediterranea* (Holzel) (Neuroptera: Chrysopidae). **Acta Zoologica Fennica** 209:75-77.

Carvalho CF, Souza B (2009) Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: Bueno VHP (Eds.) **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, p. 77-115.

Ferreira RJ (1997) **Técnicas para a produção massal de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae)**. 115 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Finney GL (1948) Culturing *Chrysopa californica* and obtaining eggs for field distribution. **Journal of Economic Entomology** 45:719-721.

Finney GL (1950) Mass-culturing *Chrysopa californica* to obtain eggs for field distribution. **Journal of Economic Entomology** 43:97-100.

Freitas S. **Criação de crisopídeos (Bicho-lixeiro) em laboratório**. Jaboticabal: Funep, 2001. 20 p.

Krisshnamoorthy A, Nagarkatti S (1981) A mass rearing technique for *Chrysopa scelestes* Banks (Neuroptera: Chrysopidae). **Journal of Entomological Research** 5:93-97.

Manjunath TM (2013) A semi-automatic device for mass production of the rice moth, *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Pyralidae), and evaluation of certain biological and economic parameters to validate a protocol for commercial production. In: WORKSHOP OF THE IOBC GLOBAL WORKING GROUP ON MRQA, 13^o, 2013, Bengaluru. **Proceedings...** Bengaluru: IOBC, p. 17-18.

Morrison RK, Stinner RE, Ridgway RL (1976) Mass production of *Trichogramma pretiosum* on eggs of the Angoumois grain moth. **Southwestern Entomologist** 1:74-80.

Moura AP, Moura DCM (2009) Canibalismo de ovos por fêmeas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera, Chrysopidae) em criações de laboratório. **Revista Agrogeoambiental** 1:122-125.

Parra JRP (1997) Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: Parra JRP, Zucchi RA (Eds.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, p. 21-150.

CAPÍTULO 3 - Quem veio primeiro, o ovo ou o pedúnculo? relato comportamental de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) (Neuroptera: Chrysopidae) em relação à oviposição

RESUMO

- Os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) são associados a diversos cultivos e pragas. Em relação ao ciclo biológico, uma das características desses insetos é apresentar ovos pedunculados. Porém, a ausência dessa estrutura também ocorre em algumas espécies. Assim, este trabalho teve por objetivo relatar a ocorrência e características de desenvolvimento dos ovos sem pedúnculo em criação de laboratório de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) (Neuroptera: Chrysopidae). O estudo foi realizado no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) do Departamento de Fitossanidade (DEF), da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/Unesp), Jaboticabal, SP. Foram avaliados, ao longo de três gerações, 15 casais de *Ce. cincta* por geração, nas condições controladas de temperatura ($25\pm 1^\circ\text{C}$), umidade relativa ($70\pm 10\%$) e fotoperíodo (12L:12E). As larvas foram obtidas a partir de 100 ovos individualizados em tubos de ensaio de fundo chato (8,0 cm x 2,5 cm), provenientes da criação estoque mantida no LBCI. A partir da emergência dos adultos foram tomados aleatoriamente 15 casais e colocados em gaiolas feitas com tubos PVC (20 cm altura x 10 cm diâmetro). Durante a longevidade dos adultos, as avaliações foram realizadas a cada 24 horas, observando-se que ocorre oviposição de ovos sem pedúnculo e que nos ovos sem pedúnculo não há formação de embrião. Com parte dos ovos colocados sem pedúnculo ocorre canibalismo filial. Este é o primeiro registro deste comportamento com a espécie *Ce. cincta*.

Palavras-chave: Oviposição, crisopídeo, gerações, pedúnculo, canibalismo filial.

1. Introdução

Os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) são insetos de ampla distribuição mundial e estão associados a diversos cultivos e pragas (Bueno e Freitas, 2001). Suas larvas atuam vorazmente como agentes de controle biológico de diversos artrópodes fitófagos como pulgões, ácaros, lepidópteros, cigarrinhas, tripses e moscas-brancas (New, 1975; Principi e Canard, 1984). Muitas espécies são criadas em laboratório, porém há alguns problemas, dentre os quais o canibalismo na fase larval e dietas inadequadas (Ribeiro et al., 2011).

No Brasil, o gênero *Ceraeochrysa* Adams, 1982 destaca-se por conter espécies que habitam diversos sistemas agrícolas, tem alta capacidade de busca e de reprodução, bem como grande habilidade em explorar diferentes habitats e alimentar-se de diferentes presas (Albuquerque, 2001).

Sua ocorrência natural (em baixas densidades no agroecossistema) não é capaz de promover redução na população das pragas a ponto de impedir que elas atinjam o Nível de Dano Econômico (NDE). Desse modo, a criação massal desses insetos, para posteriores liberações em campo ou em casas-de-vegetação, assume grande importância no contexto do controle de pragas (Fonseca et al., 2001).

Informações sobre o ciclo biológico e comportamento desses predadores, bem como de metodologias eficientes e econômicas para sua produção em massa em laboratório, fazendo com que seu uso em programas de MIP seja facilitado e incrementado (Nuñez, 1988). Segundo Pessoa et al. (2010), fatores relacionados às técnicas de manipulação nas fases de desenvolvimento, dietas e custos de produção influenciam diretamente a eficiência da criação massal de crisopídeos em laboratório.

Em relação ao ciclo biológico de Chrysopidae, uma das características é apresentar ovos pedunculados ou pedicelados, cuja função é de proteção contra a predação (Chen e Young, 1941; Ruzicka, 1997), bem como evitar o parasitismo e o canibalismo pelas larvas da própria espécie, como relata Duelli (1986).

Apesar de o pedúnculo ou pedicelo ser uma característica dos ovos de crisopídeos, a ausência dessa estrutura também ocorre. Por esse motivo, este trabalho quis realizar uma comparação da viabilidade e do número de ovos, bem como o período de pré-oviposição de *Ce. cincta* proveniente de ovos pedunculados

e não pedunculados, com o intuito de compreender a diferença de desenvolvimento de espécimes oriundos desses dois tipos de ovos.

2. Material e métodos

2.1. Criação de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851)

Descrito no capítulo 2 nas páginas 21 a 23.

2.2. Criação de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866)

Descrito no capítulo 2 nas páginas 23 a 26.

2.3. Bioensaios

O estudo foi realizado no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) do Departamento de Fitossanidade (DEF), da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/Unesp), Jaboticabal, SP.

Foram avaliados, ao longo de três gerações, 15 casais de *Ce. cincta* por geração, em condições controladas de temperatura ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$), umidade relativa ($70\pm 10\%$) e fotoperíodo (12L:12E). As larvas foram obtidas a partir de 100 ovos individualizados em tubos de ensaio de fundo chato (8,0 cm x 2,5 cm), provenientes da criação estoque mantida no LBCI, e alimentadas com ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866), mantida em dieta de germe de trigo e levedura. Assim foi estabelecida a primeira geração (F1) do estudo.

A partir da emergência dos adultos foram tomados aleatoriamente 15 casais e colocados em gaiolas feitas com tubos de PVC (20 cm altura x 10 cm diâmetro), sendo um casal por gaiola, cobertas com tecido tipo “voile”. Os adultos foram alimentados com dieta contendo mel e levedo de cerveja (1:1).

Durante toda a longevidade da fase adulta, as avaliações foram realizadas a cada 24 horas, quando foram determinados: período de pré-oviposição, além do número e da viabilidade de ovos ao longo da longevidade das fêmeas. Os ovos foram coletados das gaiolas com o auxílio de tesoura de haste longa, armazenados

em placas de Petri e vistoriados diariamente para a obtenção dos parâmetros de avaliação.

Ovos normais (com pedúnculo ou pedicelo) e ovos sem pedúnculo foram armazenados separadamente para facilitar as avaliações de viabilidade, que foram feitas após cinco dias (tempo médio de incubação para ovos de *Ce. cincta*), onde foram considerados ovos viáveis aqueles que deram origem uma nova larva, e não viáveis aqueles que não originaram novos indivíduos.

Os dados encontrados foram analisados em delineamento inteiramente casualizados e submetidos aos testes de normalidade (teste de Kolmogorov) e de homogeneidade da variância (teste de Bartlett) e, os resultados de pré-oviposição e médias de totais de ovos por fêmea, foram transformados em $\log(y+1)$ e $y=\text{SQRT}(y+0,5)$, para que atendessem aos requisitos da análise de variância (ANOVA). Após serem submetidas à ANOVA, as médias foram comparadas pelo teste T de Student-Newman-Keuls 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas empregando-se o software SAS (SAS Institute, 2015).

3. Resultados e discussão

Os números totais, bem como as viabilidades dos ovos de *Ce. cincta* coletados ao longo de três gerações, estão relacionados na Tabela 1.

Tabela 1. Viabilidade (%) e totais de ovos com e sem pedúnculo coletados ao longo de três gerações de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851), cujas larvas foram alimentadas com ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866).

Geração	Ovos com pedúnculo
F ₁	98,16±1,62 ¹ a (n=3395)
F ₂	92,77±2,71 a (n=2544)
F ₃	83,71±7,7 b (n=2103)
Total (n)	8042
Viabilidade (%)	93,3

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste T de Student-Newman-Keuls (P>0,05).

Médias de viabilidade de ovos pedunculados não diferiram estatisticamente entre a primeira e segunda geração, porém foi menor para os ovos da terceira geração.

Ao longo das três gerações foram coletados 8.042 ovos normais (pedunculados), dos quais 6,7% foram inviáveis, e 3.852 ovos sem pedúnculo, todos inviáveis. A porcentagem de inviabilidade em meio aos ovos com pedúnculo foi próxima daquelas encontradas por Fréchette e Coderre (2000), de 3 e 4%, e por Pessoa e Freitas (2008), de 1,4, 2,2, 1,7 e 1,1%, bem como a alta viabilidade, acima dos 85%, observada por Angelini e Freitas (2004). A discriminação entre ovos com pedúnculo viáveis e inviáveis baseou-se apenas pela sua coloração, pois ovos inviáveis não mudam sua cor, porém, nos viáveis, conforme se aproxima o dia de eclosão das larvas há modificação da coloração (Fréchette e Coderre 2000).

O período de pré-oviposição (Tabela 2) indica que há diferença no início da oviposição para os diferentes tipos de ovos, e é possível notar que a partir da primeira geração a oviposição com ovos sem pedúnculo inicia mais cedo que a de ovos normais, e que também há a tendência de iniciar mais cedo conforme o

avanço das gerações. Relação inversa é observada para ovos normais (pedunculados), onde a oviposição é mais tardia na segunda e terceira gerações.

Tabela 2. Período de pré-oviposição (em dias) de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) cujas larvas foram alimentadas com ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866), considerando-se posturas de ovos com e sem pedúnculo, ao longo de três gerações⁽¹⁾.

Geração	Ovos com pedúnculo ⁽²⁾	Ovos sem pedúnculo ⁽²⁾
F ₁	9,4±0,50 ¹ bA	19,9±0,89 aB
F ₂	16,6±1,35 aA	14,7±1,20 bB
F ₃	14,4±0,86 aA	11,0±0,36 cB

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste T de Student-Newman-Keuls (P>0,05).

²Dados transformados em log (y+1).

Estatisticamente as médias das oviposições de ovos normais e sem pedúnculo diferiram pelo teste T de Student-Newman-Keuls, com exceção da segunda geração, sendo F=11,64; P=0,0029; F=2,23; P=0,1638 e F=11,44; P=0,0054 para as gerações 1, 2 e 3, respectivamente (Tabela 3). Isto indica que ovos com pedúnculo fazem mesmo parte do ciclo de oviposição normal, o que caracteriza a postura de ovos sem pedúnculo como algo atípico, ovos inférteis aparecem com frequência bem menor em meio aos ovos férteis. Ao longo das gerações de *Ce. cincta* não houve diferença nas médias de ovos normais entre as gerações, bem como entre os ovos sem pedúnculo nas três gerações.

Tabela 3. Médias do número de ovos com e sem pedúnculo coletados ao longo de três gerações de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851), cujas larvas foram alimentadas com ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866).

Geração	Ovos com pedúnculo	Ovos sem pedúnculo
F ₁	235,16±100,66 ¹ aA	102,11±68,10 aB
F ₂	256,40±172,22 aA	157,37±65,91 aA
F ₃	268,80±135,00 aA	91,88±63,83 aB

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste T de Student-Newman-Keuls (P>0,05).

O período de pré-oviposição, bem como as diferenças nas quantidades de ovos colocados por 15 fêmeas de *Ce. cincta*, estão ilustrados na Figura 1. Essa figura demonstra os períodos de maiores picos de oviposição de ovos com pedúnculo, o que ocorre entre o décimo dia de vida adulta, estendendo-se até meados do quinquagésimo, e em todas as gerações. Particularmente na primeira geração é possível observar que as oviposições acabam juntamente com a longevidade das fêmeas, o que muda a partir da segunda geração, onde, apesar de as oviposições de ovos com pedúnculo terminar, as de ovos sem pedúnculo continuam até os últimos dias de vida das fêmeas. Na terceira geração, mesmo que sucintos, ainda aparecem alguns picos de oviposição de ovos normais, acompanhados por aqueles de ovos sem pedúnculo.

A Figura 1B demonstra o porquê de as taxas de oviposição de ovos com e sem pedúnculo não diferirem. Isso ocorreu porque, apesar dos picos de ovos sem pedúnculo serem menores, com no máximo 59 ovos em um dos dias de avaliação, e de ovos pedicelados passarem de 150 em um único dia, as oviposições daqueles ovos se estenderam por muito mais tempo, fazendo com que os totais dos dois tipos de ovos se equiparassem estatisticamente. O mesmo aconteceu na terceira geração, porém com picos muito menores, o que justifica a diferença estatística entre os tipos de ovos (Figura 1C).

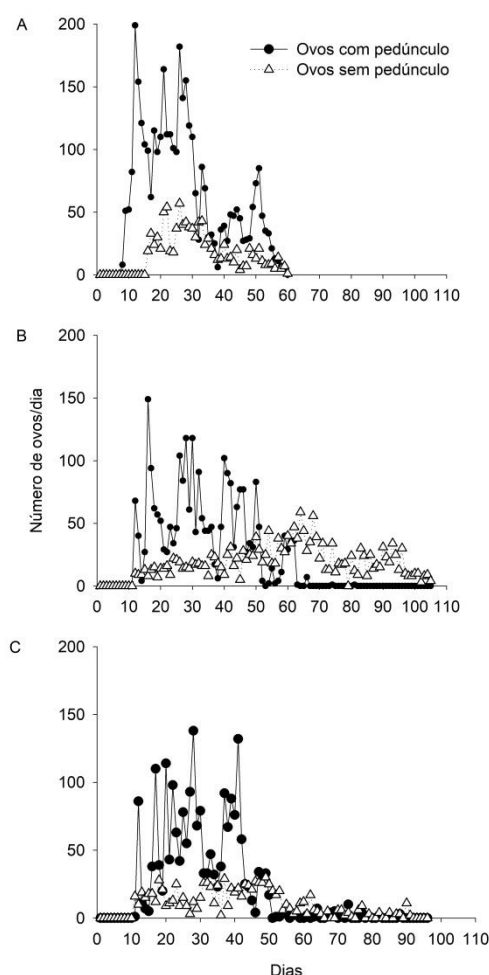


Figura 1 - Número de ovos colocados por 15 fêmeas de *Ceraeochrysa cincta*, nas três gerações avaliadas (1ª geração - A, 2ª geração - B e 3ª geração - C).

Na segunda geração foi onde se obteve a maior taxa de ovos sem pedúnculo (Tabela 3), o que indica que a oviposição destes pode estar associada com desempenhos não muito bons nos parâmetros biológicos da forma imatura, uma vez que fatores como condições abióticas e qualidade da dieta, são aqueles que mais podem contribuir para variações no desenvolvimento nas criações de insetos (Brettell, 1979; Parra, 1994; Maia et al., 2000; Fonseca et al., 2001). Também deve ser considerada a possibilidade de problemas na criação devido à consanguinidade, levando-se em conta que, tanto as condições, como a origem, tipo e quantidade da dieta ofertada às larvas foram mantidos constantes ao longo das três gerações,

minimizando a hipótese destes fatores terem influenciado nos resultados.

De Bortoli et al. (2012), em estudo realizado entre gerações com *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861), também observaram mudanças no número de ovos colocados e no período pré-imaginal do inseto, demonstrando no estudo a influência do número de casais fundadores da geração, evidenciando efeito positivo nos aspectos biológicos nas gerações iniciadas com um maior número de casais, com destaque para populações iniciadas com 10, 15 e 20 casais. Segundo Roush (1990), van Lenteren e Steinberg (1991) e van Lenteren (2000), a fecundidade tende a decrescer com o avanço das gerações, particularmente em criações de laboratório mantidas por longos períodos.

Como no presente estudo a primeira geração foi formada a partir da criação estoque mantida no laboratório, ou seja, a partir de uma gaiola que continha em média 20 a 30 casais, a primeira geração experimental pode ter demonstrado melhor desempenho, tanto em quantidade de ovos quanto viabilidade larval, devido a este fator. Já, a segunda e a terceira gerações, como foram originárias de gaiolas que continham apenas um casal, o que pode ter influenciado em parâmetros biológicos do inseto, como no caso da viabilidade larval, que neste estudo foi de 94,2% para a primeira geração e 67,1 e 87,1 para segunda e terceira gerações, respectivamente.

Em relação à influência do pedicelo na viabilidade dos ovos, até então não se tem registros sobre essa característica. A única função vinculada ao pedicelo é a de proteção dos ovos contra a predação (Chen e Young, 1941), bem como contra o parasitismo e o canibalismo pelas próprias larvas (Duelli, 1986). Essa proteção é mais eficaz contra o canibalismo, quando comparado com as outras ameaças, pois diferentes espécies de predador ou parasitoide podem ter acesso ao ovo mesmo com a presença do pedúnculo (Ruzicka, 1997).

A hipótese levantada a partir dos resultados obtidos neste trabalho e, com base nos dados de literatura, é que, por algum meio ainda desconhecido, a fêmea tem ciência de que alguns ovos estão ou não fecundados, ou ainda, colocariam ovos não fecundados com outro propósito que não a reprodução, como, por exemplo, alimentação em locais e períodos de escassez de alimento. O canibalismo aos próprios ovos também já foi relatado na família Chrysopidae, com a espécie *Chrysopa oculata* (Say) por Ruzicka (1997).

Mais recentemente, Moura e Moura (2009) relataram o mesmo comportamento em *Ch. externa*, observando canibalismo de ovos por fêmeas em todas as unidades criação (8 unidades) com 60 casais por unidade, o que corrobora com o observado nas 15 unidades(gaiolas) com um casal nesse estudo.

Ainda, segundo Moura e Moura (2009), as fêmeas podem predar os seus ovos quando recém-depositados no substrato, ou depositando-os diretamente no próprio aparelho bucal, o que é feito pela curvatura do abdômen, comportamento observado neste estudo e documentado pela Figura 2 (primeiro registro do referido comportamento em *Ce. cincta*).



Figura 2 - Deposição do ovo de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) diretamente em seu aparelho bucal.

O canibalismo dos próprios ovos pelas fêmeas é muito comum em outras espécies de insetos, como exemplo em tesourinhas, conforme relatado por Reis et al. (1988) para *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae); Patel e Habib (1978) para *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Forficulidae); Shepard et al. (1973) para *Labidura riparia* (Pallas) (Dermaptera: Labiduridae); e Miller e Zink (2012) para *Anisolabis marítima* (Bonelli 1832) (Dermaptera: Anisolabidae). Thomas e Manica (2003) também observaram este comportamento para o percevejo predador *Rhynocoris tristis* (Stål, 1855) (Hemiptera: Reduviidae).

Alguns dos motivos que levam a isso podem ser pelos ovos terem sofrido algum tipo de dano, o estresse da fêmea, o que pode fazê-la desistir daquele “ninho,” simplesmente abandonando-o ou se alimentando dos mesmos para obter energia gasta com a proteção de seus próprios ovos (Wingfield, 2003; Miller e Zink, 2012; Butnariu et al., 2013), ou mesmo o próprio reconhecimento de infertilidade desses ovos.

A fêmea de *Ce. cincta* pode saber que alguns de seus ovos não irão dar origem a novas larvas e então ela dispensaria o investimento energético para a criação dos pedúnculos e ainda utilizaria o conteúdo desses ovos não fecundados como fonte de alimento. Ovos são recursos muito ricos em nutrientes, principalmente em proteínas e lipídeos (Klowden, 2007), podendo-se então supor que tal comportamento, o de se alimentar dos mesmos, seja uma estratégia da fêmea de “reutilizar” os nutrientes empregados por ela na produção daqueles ovos, direcionando-os para a produção de ovos viáveis nos próximos períodos de oviposição. Somente foi observado este comportamento de predação de ovos por parte das fêmeas, possivelmente pelo fato de que, em relação aos machos, elas apresentam maiores necessidades nutricionais (Moura e Moura, 2009).

O consumo de ovos inférteis para benefício da futura progênie é conhecido em algumas espécies (Henry, 1972; Polis, 1981; Crespi, 1992), sendo possível que ocorra em muitas outras, visto que nem sempre é visível a diferença física entre ovos férteis e inférteis (Crespi, 1992).

Segundo Williams (1966), o custo de uma função reprodutiva normalmente representa decréscimo quantitativo na eficácia de outra função, ou decréscimo na probabilidade de sobreviver para executar outra função, ou até mesmo ambos os casos. Assim, a economia de recursos em não produzir pedúnculo em ovos não viáveis, pode significar melhor viabilidade nas oviposições futuras. Nesse sentido, Rohwer (1978) reforça a premissa de que o canibalismo de uma progênie pode estar diretamente relacionado com o sucesso reprodutivo de duas formas: fornecer condições para que os pais possam proteger o maior número possível da progênie (em casos que haja cuidado parental), e também aumentar a capacidade de produção de futuras progênies (Manica, 2002).

Ressalta-se que as outras espécies citadas neste estudo que realizam

canibalismo da progênie, apresentam em comum o fato de exercerem cuidado parental, exceto com *C. oculata* e *C. externa*. Em insetos, o modo mais comum de cuidado parental é por proteção mecânica contra predadores e parasitoides (Eickwort, 1981; Tallamy, 1984; Tallamy e Wood, 1986), ou seja, este tipo de canibalismo filial ocorre em espécies que irão ter um tempo maior com a progênie; irão gastar energia com a proteção desta progênie, e muitas vezes cessar a alimentação natural por determinado tempo, o que justificaria o instinto de obter uma alimentação mais fácil e ao mesmo tempo segura para a progênie (Rowher, 1978).

Como em condições de campo os crisopídeos realizam a oviposição e dificilmente irão manter contato com seus ovos após a postura, o canibalismo de ovos constatado com os espécimes de *Ce. cincta* neste trabalho pode ser um fato isolado e devido às condições de laboratório, uma vez que os insetos são mantidos em espaços reduzidos juntamente com os ovos, e com apenas uma opção de dieta. Ainda, situações de estresses diários que sofrem os indivíduos com as manutenções das gaiolas de criação, podem influenciar na quantidade de alimento ingerida, tanto por larvas quanto por adultos e, conseqüentemente, podem afetar suas características fisiológicas e/ou comportamentais (Moura e Moura, 2009).

O ato da ingestão dos ovos foi levantado pelo fato de que em meio aos ovos coletados sem pedúnculo, havia a presença de ovos morfologicamente normais, ou seja, arredondados e de coloração verde, e com a presença do pedúnculo que é formado no momento da oviposição (Geep, 1984) (Figura 3), e também ovos com sinais de ataque por inseto com aparelho bucal do tipo mastigador, como os de adultos de *Ce. cincta* (Barnard, 1984). Estes sinais de ataque caracterizam-se por ovos com o córion amassados e/ou consumidos parcialmente (Figura 4), e só foi observado nos ovos sem pedúnculo.

O pedúnculo é feito antes da saída do ovo pelo ovipositor, onde é construído a partir de uma pequena gota de uma substância gelatinosa, que ao entrar em contato com o substrato e levantando o abdômen, a fêmea estica essa gota até que se forme um fio que logo se solidifica e, em seguida, o ovo é depositado em sua extremidade (Duelli, 1984).

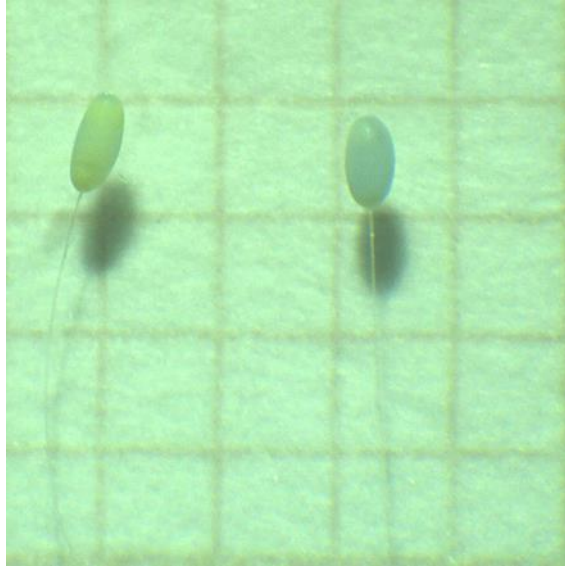


Figura 3 - Ovos normais (com pedúnculos) de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851).

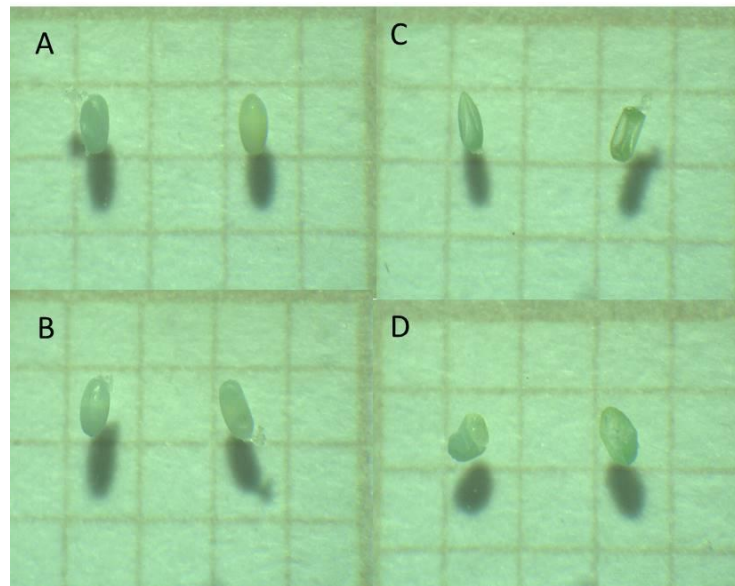


Figura 4 - A e B - Ovos de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) coletados sem pedúnculo e sem sinais de ataque. C e D - Ovos de *C. cincta* coletados sem pedúnculo e com sinais de ataque.

Medidas de segurança, tomadas no espaço onde os casais foram mantidos durante a experimentação, excluem o risco de ataques de outros insetos mastigadores (como formigas), que podem atacar a criação, fato observado por

Boregas et al. (2003). As prateleiras onde as gaiolas foram mantidas tinham seus “pés” mantidos dentro de potes com óleo vegetal, o que evitou o acesso de outros insetos. Gaiolas foram inspecionadas periodicamente para conferir sua segurança, no mínimo a cada dia durante as avaliações.

Todos os ovos eram coletados antes de haver qualquer eclosão, então não havia presença de larvas nas gaiolas, ou seja, os únicos insetos presentes nas gaiolas eram os próprios casais de *Ce. cincta*.

4. Conclusão

Ocorre oviposição de ovos sem pedúnculo na espécie *Ce. cincta*.

Nos ovos sem pedúnculo não há formação de embrião, ou seja, são inviáveis.

Ocorre canibalismo filial em *Ce. cincta* mantido em ambiente de laboratório.

Apesar das diferenças encontradas, o período de préoviposição de ovos pedunculados manteve-se contante estatisticamente ao longo das gerações.

O período de préoviposição de ovos não pedunculados diminui ao longo das gerações.

Média de de ovos pedunculados foi mantida ao longo das gerações.

5. Referências

- Albuquerque GS (2001) *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa* spp.: potential for biological control in the New World tropics and subtropics. In: McEwen PK, New TR, Whittington A (Eds.). **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 408-423.
- Angelini MR, Freitas S (2004) Desenvolvimento pós-embrionário e potencial reprodutivo de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), alimentada com diferentes quantidades de ovos de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Acta Scientiarum** 26:395-399.
- Barnard PC (1984) Morphology and anatomy of the preimaginal stages of Chrysopidae: a short survey. In: Canard M, Séméria Y, New TR. (Eds.). **Biology of Chrysopidae**. Dordrecht: Series Entomologica, p.19-29.
- Boregas KGB, Carvalho CF, Souza B (2003) Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em casa-de-vegetação. **Ciência e Agrotecnologia** 27:7-16.
- Brettell JH (1979) Green lacewing (Neuroptera: Chrysopidae) of cotton fields in central Rhodesia. 1. Biology of *Chrysopa boninensis* Okamoto and toxicity of certain insecticides to the larvae. **Rhodesia Journal Agricultural Research** 17:141-150.
- Bueno AF, Freitas S (2001) Efeito do hexythiazox e imidacloprid sobre ovos e larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Revista Ecosistema** 26:74-76.
- Butnariu AR, Pasini A, Reis FS, Bessa E (2013) Maternal care by the earwig *Doru lineare* Eschs. (Dermaptera: Forficulidae). **Journal of Insect Behavior** 26:667-678.
- Chen SH, Young B (1941) On the protective value of the egg-pedicel of Chrysopidae. **Sinensia** 12:211-215.
- Crespi BJ (1992) Cannibalism and trophic eggs in subsocial and eusocial insects. In: Elgar MA, Crespi BJ (Eds.). **Cannibalism: ecology and evolution among diverse taxa**. Oxford: Oxford University Press, p. 176-213.
- De Bortoli SA, Ferreira RJ, Vacari AM, De Bortoli CP, Magalhães GO, Dibelli W (2012) Duração do período pré-imaginal e fecundidade de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes populações e gerações. **Revista Caatinga** 25:79-84.
- Duelli P (1984) Oviposition. In: Canard M, Seméria Y, New TR (Eds.). **Biology of Chrysopidae**. Dordrecht: Series Entomologica, p. 129-133.
- Duelli P (1986) Flight activity patterns in lacewings (Planipennia. Chrysopidae). In: Gepp J, Aspöck H, Hölzel H (Eds.). **Recent Research in Neuropterology**. Graz, Austria p. 165–170

Eickwort GC (1981) Presocial insects. In: Hermann HD (Eds.). **Social insects**. New York: Academic Press, p. 199-280.

Fonseca LK, Carvalho CF, Souza B (2001) Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia** 25:251-263.

Fréchette B, Coderre D (2000) Oviposition strategy of the lacewing *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae) in response to extraguild prey availability. **European Journal of Entomology** 97: 507-510.

Geep J (1984) Morphology and anatomy of the preimaginal stages of Chrysopidae: a short survey. In: Canard M, Séméria Y, New TR (Eds.). **Biology of Chrysopidae**. Dordrecht: Series Entomologica, p. 9-19.

Henry CS (1972) Eggs and rapagula of *Ululodes* and *Ascaloptynx* (Neuroptera: Ascalaphidae): a comparative study. **Psyche** 79:1-22.

Klowden MJ (2007) Developmental systems. In: Klowden MJ (Eds.) **Physiological systems in insects**. Amsterdam: Elsevier Inc, p. 143.

Maia WJMS, Carvalho CF, Souza B (2000) Exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em condições de laboratório. **Ciência e Agrotecnologia** 24:81-86.

Manica A (2002) Filial cannibalism in teleost fish. **Biological Reviews** 77:261-277.

Miller JS, Zink AG (2012) Parental care trade-offs and the role of filial cannibalism in the maritime earwig, *Anisolabis maritima*. **Animal behaviour** 83:1387-1394.

Moura AP, Moura DCM (2009) Canibalismo de ovos por fêmeas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera, Chrysopidae) em criações de laboratório. **Revista Agrogeoambiental** 1:122-125.

Mrowka W (1987) Filial cannibalism and reproductive success in the maternal mouthbrooding cichlid fish *Pseudocrenilabrus multicolor*. **Behavioral Ecology and Sociobiology** 21:257-265.

New TR (1975) The biology of Chrysopidae and Hemerobiidae (Neuroptera), with reference to their usage as biocontrol agentes: a review. **Transactions of the Royal Entomological Society of London** 127:115-40.

Núñez E (1988) Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera, Chrysopidae). **Revista Peruana de Entomologia** 31:76-82.

Parra JRP (1994) **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. Piracicaba: FEALQ, 196p.

Patel PN, Habib MEN (1978) Biological and behavioral studies of an oviparous earwing, *Marava arachidis* Yersin 1860 (Dermaptera: Forficulidae). **Revista de Biologia Tropical** 26:385-389.

Pessoa LGA, Freitas S (2008) Potencial reprodutivo de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera, Chrysopidae) em função do número de indivíduos por unidade de criação. **Revista Brasileira de Entomologia** 52:463-466.

Pessoa LGA, Freitas S, Loureiro ES (2010) Adequação de dietas para criação de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico** 77:723-725.

Polis GA (1981) The evolution and dynamics of intraspecific predation. **Annual Review of Ecology Systematics** 12:225-251.

Principi MM, Canard M (1984) Feeding habits. In: Canard M, Séméria Y, New TR (Eds.). **Biology of Chrysopidae**. Dordrecht: Series Entomologica, p. 76-92.

Reis LL, Oliveira LJ, Cruz I (1988) Biologia e potencial de *Doru luteipes* no controle de *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 23:333-342.

Ribeiro ALP, Lúcio AD, Costa EC, Bolzan AR, Jovanowichs R, Riffel CT (2011) Desenvolvimento de *Chrysoperla externa* alimentada na fase larval com ovos de *Bonagota cranaodes*. **Ciência Rural** 41:1571-1577.

Rohwer S (1978) Parent cannibalism of offspring and egg raiding as a courtship strategy. **The American Naturalist** 112:429-440.

Roush RT (1990) Genetics considerations in the propagations of entomophagous species. In: LISS, A. R. (Eds). **New directions in biological control: alternatives or suppressing agricultural pests and diseases**. New York: Chapman and Hall, p. 373-387.

Růžička Z (1997) Protective role of the egg stalk in Chrysopidae (Neuroptera). **European Journal of Entomology** 93:161-166.

SAS Institute (2015) SAS/IML[®] User's Guide. SAS Institute, Cary, NC, USA

Shepard M, Waddil VH, Kloft W (1973) Biology of the predaceous earwing *Labidura riparia* (Dermaptera: Labiduridae). **Annals of the Entomological Society of America** 66: 837-841.

Tallamy DW (1984) Insect parental care. **Bioscience** 34:20-24.

Tallamy DW, Wood TK (1986) Convergence patterns in subsocial insects. **Annual Review of Entomology** 31:869-890.

Thomas LK, Manica A (2003) Filial cannibalism in an assassin bug. **Animal Behaviour** 66:205-210.

Van Lenteren JC (2000) Controle de qualidade de agentes de controle biológico produzidos massalmente: conhecimento, desenvolvimento e diretrizes. In: Bueno VHP (Eds.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, p. 21-43.

Van Lenteren JC, Steingerg SA (1991) Preliminary list of criteria for quality control of beneficial arthropods used commercially in greenhouse crops. In: Bigler F (Eds.). **Workshop of the IOBC global working group "Quality control of mass reared arthropods"**. OILB/ IOBC, Wageningen, p. 195-199.

Williams GC (1966) Natural selection, the costs of reproduction, and a refinement of Lack's principle. **The American Naturalist** 100:687-690.

Wingfield JC (2003) Control of behavioural strategies for capricious environments. **Animal Behavior** 66:807-816.

CAPÍTULO 4 - Aspectos biológicos de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1865) (Lepidoptera: Pyralidae), ao longo de três gerações

RESUMO - Os insetos conhecidos no Brasil como “bichos-lixeiros” ou crisopídeos são Neuroptera pertencentes à família Chrysopidae. Estes insetos são importantes, pois são inimigos naturais de diversas espécies-praga, incluindo insetos e ácaros que atacam várias culturas de interesse econômico. Esses fatores tornam os crisopídeos importantes para o controle biológico natural, bem como para o aplicado. O objetivo deste trabalho foi investigar se é possível observar sinais de declínio no desenvolvimento em uma população de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1865) (Lepidoptera: Pyralidae), em três gerações sucessivas. Os tratamentos foram formados com 100 ovos do mesmo dia de oviposição e individualizados. As larvas foram alimentadas com ovos de *C. cephalonica* e o desenvolvimento delas acompanhado até a fase adulta, com essas avaliações realizadas ao longo de três gerações. Os períodos larvais completos das três gerações tiveram médias entre 13 e 14 dias. Ocorreram períodos semelhantes de incubação, de aproximadamente 5 dias, nas três gerações. As durações dos ínstaes foram de 5,0, 4,58 e 5,12; 4,0, 4,56 e 4,55; e 5,09, 4,26 e 4,85 para o primeiro, segundo e terceiro ínstaes da primeira, segunda e terceira gerações, respectivamente. Os períodos pupais das três gerações foram de 12,78, 14,36 e 13,26 dias, respectivamente. Peso de pupas e longevidade de machos e fêmeas não diferiram nas gerações, ocorrendo, no entanto, diferenças nos parâmetros da tabela de vida de fertilidade da primeira geração quando comparados com os da segunda e terceira gerações, sendo positivos para a primeira geração, ou seja, conforme ocorre o avanço das gerações o desenvolvimento da população é prejudicado.

Palavras-chave: declínio, população, gerações sucessivas, tabela de vida, crisopídeo.

1. Introdução

Os insetos conhecidos no Brasil como “bichos-lixeiros” ou crisopídeos pertencem à família Chrysopidae (Neuroptera) (Albuquerque, 2009). Dentro desta família, os gêneros mais importantes, pelo menos para a região Neotropical, são *Chrysoperla* (*Ch.*) e *Ceraeochrysa* (*Ce.*), este último encontrado desde a Argentina até o Canadá (Pappas et al., 2011). Estes insetos tem seu destaque maior por serem inimigos naturais de diversas espécies pragas, incluindo insetos e ácaros que atacam várias culturas de interesse econômico, onde realizam importante controle natural de pragas. Essa característica se deve a alguns atributos biológicos, como a grande capacidade de busca, voracidade larval, capacidade das larvas de se alimentarem de uma grande quantidade de presas e alto potencial reprodutivo dos adultos, tornando-os ideais para uso em programas de Manejo Integrado de Pragas - MIP (Carvalho e Souza, 2000; Fonseca et al., 2001). Além disso, podem ser facilmente criados em condições de laboratório, com baixo custo de produção (Freitas, 2001).

Foi a partir do final do século XX que as atenções por parte dos pesquisadores se intensificaram com relação aos estudos sobre biologia de crisopídeos, por conta dos fatores citados, bem como por sua ocorrência em diversos agroecossistemas, nichos ecológicos e ainda serem tolerantes a alguns inseticidas, destacando-os como promissores agentes de controle biológico (Senior et al., 2001).

Sua capacidade de predação foi comprovada por diversos autores, em estudos com espécies de lepidópteros, pulgões, cochonilhas, tripes e ácaros (Carvalho e Souza, 2000). Todos esses fatores tornam os crisopídeos importantes para o controle biológico natural, como também para o aplicado (Ridway e Murphy, 1984), sendo que esses organismos são usados predominantemente em liberações em casas de vegetação e campo nas formas larvais e de ovo (Senior et al., 2001), com seu comércio ainda muito restrito ao mercado Europeu, Americano e Asiático, e não comum na América Latina (van Lenteren et al., 2018).

É comum ocorrer problemas nas criações de insetos em laboratório, estando entre eles a longevidade das populações que pode decrescer conforme a sucessão de gerações, o que pode levar ao declínio quando mantidas por períodos prolongados nas condições laboratoriais (Bartlet, 1984; Roush, 1990). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi investigar se há sinais de declínio no desenvolvimento de uma população de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1865) (Lepidoptera: Pyralidae), por três gerações sucessivas.

2. Material e métodos

2.1. Criação de *Ceraeochrysa cincta*

Descrito no capítulo 2 nas páginas 21 a 23.

2.2. Criação de *Corcyra cephalonica*

Descrito no capítulo 2 nas páginas 23 a 26.

2.3. Bioensaios

Os bioensaios foram realizados com larvas de *Ce. cincta* de 2º instar. Os tratamentos foram formados com 100 ovos do mesmo dia de oviposição, que foram individualizados e após a eclosão as larvas foram alimentadas com ovos de *C. cephalonica* e o seu desenvolvimento acompanhado até a fase adulta, onde foram formados 15 casais, alimentados com mistura de mel e levedo de cerveja na proporção de 1:1, e realizadas avaliações ao longo de três gerações sucessivas.

As larvas de *Ce. cincta*, individualizadas, foram mantidas em tubos de ensaio de fundo chato (8,5 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro) até a formação das pupas, e avaliando-se período e viabilidade dos diferentes ínstares larvais.

Obtidas as pupas, elas foram pesadas e mantidas nos respectivos tubos até a emergência dos adultos, que foram sexados e agrupados em casais. Na fase

pupal foram avaliados: peso pupas (machos e fêmeas), período pupal e viabilidade pupal.

Com os adultos obtidos foram montadas quinze gaiolas por tratamento, com um casal por gaiola. Durante toda a fase adulta as avaliações foram realizadas a cada 24 h, sendo determinadas as longevidades de machos e de fêmeas e o número de ovos por fêmea. Período de incubação e a viabilidade de ovos também foram determinados.

Além dessas análises, foram construídas tabelas de vida de fertilidade, de acordo com Birch (1948), Silveira Neto et al. (1976), Southwood (1978), Price (1978) e Maia et al. (2000), com os seguintes parâmetros avaliados: x = ponto médio de cada idade das fêmeas parentais, idade essa considerada desde a fase de ovo; l_x = expectativa de vida até a idade x (fração de uma fêmea); m_x = fertilidade específica ou número de descendentes por fêmea produzidos na idade x e que originarão fêmeas; $l_x \cdot m_x$ = número total de fêmeas nascidas na idade x . Com os parâmetros de crescimento populacional resultantes da tabela de vida, foram calculados os valores de R_0 = taxa líquida, ou seja, a taxa de aumento populacional, considerando fêmeas de uma geração para outra, ou ainda, o número de fêmeas geradas por fêmea parental por geração; T = tempo médio de geração ou duração média de uma geração; r_m = capacidade inata de aumentar em número ou taxa intrínseca de aumento; λ = razão finita de aumento (número de vezes que a população multiplica em uma unidade de tempo). Determinou-se também TD (tempo necessário para a população duplicar em número), segundo Krebs (1994).

As características biológicas de *Ce. cincta* foram determinadas ao longo de três gerações e analisadas em delineamentos inteiramente casualizados (DIC). Os dados encontrados foram submetidos aos testes de normalidade (teste de Kolmogorov) e de homogeneidade da variância (teste de Bartlett) e, quando necessário, foram transformados para atender aos requisitos da análise de variância (ANOVA). Quando os dados atenderam aos requisitos foram submetidos à ANOVA e, quando as interações foram significativas, as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quando não atenderam aos requisitos foi empregado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Todas as análises foram realizadas empregando-se o software SAS (SAS Institute, 2015).

3. Resultados e discussão

Os períodos larvais completos das três gerações tiveram médias entre 13 e 14 dias, não havendo diferença significativa entre a 1ª e a 2ª gerações, porém, a 3ª geração apresentou um leve aumento, de cerca de um dia, na média do período larval (Tabela 1). Períodos larvais menores foram encontrados por Blagioni e Freitas (2001) para *Ch. defreitasi* Brooks, 1994, 9,6 dias quando alimentadas com ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) e 9,1 dias com ovos de *Sitotroga cerealella* (Oliver, 1789) (Lepidoptera: Gelechiidae), com a mesma tendência citada por Costa et al. (2002) quando alimentou *Ch. externa* (Hagen, 1861) com *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae), encontrando média de 10,62 dias para período larval. Auad et al. (2001) obtiveram *Ce. cincta* com período larval bem próximo ao verificado neste trabalho, de 16,9 e 16,5 dias, quando alimentaram com ovos e ninfas de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae), biótipo B. De Bortoli et al. (2009) também avaliaram o período larval de *Ce. cincta* obtendo 13,25, 12,92 e 14,79 dias quando as larvas receberam ovos de *D. saccharalis*, *S. cerealella* e *Anagasta kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae), respectivamente, valores estes bem próximos aos encontrados no presente estudo.

Tabela 1 - Período larval (em dias) de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) alimentada com ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866) por três gerações.

Gerações	Período larval
F1	13,1 ± 0,31 b
F2	13,3 ± 0,95 b
F3	14,3 ± 0,68 a

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste Kruskal-Wallis (P>0,05).

Ocorreram períodos semelhantes de incubação, de aproximadamente 5 dias, para as três gerações, corroborando com o encontrado por De Bortoli et al. (2009), onde o período embrionário variou de 4 a 6 dias também com *Ce. cincta*, com o mesmo ocorrendo com *Ch. externa* alimentada com *Planococcus citri* Risso, 1813 (Hemiptera: Pseudococcidae) (Bezerra et al., 2012). Ainda com *Ch. externa*, Silva et al. (2004) encontraram períodos de incubação de 3,95, 4,61 e 4,25 dias com as larvas alimentadas com *B. tabaci* biótipo B criadas em pepino, *Cucumis sativus* (L.), leiteiro, *Euphorbia heterophylla* (L.), e couve *Brassica oleracea* L., respectivamente.

No primeiro ínstar larval, apenas a segunda geração teve seu período levemente encurtado comparado a primeira e terceira geração. No segundo ínstar a diferença foi observada apenas para a primeira geração, ao contrário do 3º ínstar, que só foi encontrada diferença na terceira geração. Embora houvesse diferenças no período larval, elas foram bem discretas. Em relação ao período pupal, somente foi observada diferença significativa para a segunda geração, que teve seu valor mais longo que o observado para a primeira e a terceira gerações (Tabela 2).

Valores próximos foram encontrados por Auad et al. (2001) com *Ce. cincta* alimentada com ovos e ninfas de *B. tabaci* biótipo B, sendo que quando as larvas foram alimentadas com ovos de *C. cephalonica* neste trabalho obteve-se 5,6, 4,7, e 6,5 dias para o primeiro, segundo e terceiro ínstars, respectivamente. Com a dieta a base de ninfas, as larvas concluíram o primeiro, segundo e terceiro ínstars em 5,4, 4,8 e 6,3 dias, respectivamente. Delgado et al. (2007), estudando aspectos biológicos de *Ce. cincta* alimentada com ovos de *S. cerealella*, encontraram períodos médios de 4,2, 4,3, 3,7, 5,0 e 11,7 para o período de incubação, período larval (1º, 2º e 3º ínstars) e período pupal, respectivamente. De Bortoli et al. (2009) relataram período de incubação de 4,89 dias e de 4,93, 3,82 e 6,04 dias para o primeiro, segundo e terceiro ínstars, respectivamente, com o período pupal se completando em 14,79 dias.

Com este mesmo gênero, porém com a espécie *Ce. cornuta* (Navás, 1925), Castro et al. (2009) obtiveram 4,40, 3,80 e 5,29 dias para os três ínstars, quando larvas foram alimentadas com o pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae). Em estudos com *Ce. dislepis* Freitas & Penny, 2001 alimentada com ovos de *A. kuehniela*, Morato et al. (2012) relataram período médio

de incubação e períodos médios para o primeiro, segundo e terceiro instares de 6,0, 5,06, 5,0, e 5,08 dias, respectivamente.

Jose-Pablo et al. (2017) encontraram 5,5, para a fase de ovo 6,5, 5,0, 7,0 para primeiro, segundo e terceiro instares larvais, e 14,5 dias para a fase de pupa de *Ce. vallida* (Banks, 1855) alimentada com ninfas de *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae).

As durações dos instares de *Ce. cincta* obtidas neste trabalho foram maiores que as encontradas por Blagioni e Freitas (2001) com *Ce. defreitasi* alimentada com ovos de *D. saccharalis* e de *S. cerealella*, e por Costa et al. (2002) com *Ch. externa* alimentada com *A. gossypii*. Além da duração dos diferentes instares, o período pupal também foi mais longo que os citados por Blagioni e Freitas (2001).

Nas três gerações foram encontrados períodos pré-imaginais (ovo a adulto) médios variando de 30 a 32 dias, bem próximos do obtido por Morato et al. (2012), de 35,16 dias com *Ce. dislepis*. Jose-Pablo et al. (2017) observaram 38,5 dias para este parâmetro para *Ce. vallida*. De Bortoli et al. (2012), ao realizarem estudos com diferentes populações e gerações de *Ch. externa* de diferentes municípios de São Paulo, encontraram períodos de vida menores (24,0 e 24,6 dias) para a oitava e vigésima primeira geração na população de Jaboticabal, e de 24,7 e 23,2 dias para a sétima e décima sexta gerações da população de Piracicaba. Tais diferenças se justificam pelo fato de serem espécies e gerações diferentes daquelas trabalhadas no presente estudo, bem como pelas dietas utilizadas.

Tabela 2 - Período pré-imaginal (em dias) de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) alimentada com ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866) por três gerações.

Gerações	Duração (dias)				
	Embrionário	Instares			Período pupal
		1 ^o	2 ^o	3 ^o	
F1	4,82 ± 0,45 a	5,0 ± 0,0 a	4,0 ± 0,0 b	4,09 ± 0,29 b	12,78 ± 0,65 b
F2	4,95 ± 0,22 a	4,58 ± 0,49 b	4,56 ± 0,5 a	4,26 ± 0,44 b	14,36 ± 0,61 a
F3	5,17 ± 0,37 a	5,12 ± 0,34 a	4,55 ± 0,5 a	4,85 ± 0,36 a	13,26 ± 0,77 b

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste Kruskal-Wallis (P>0,05).

O avanço de gerações pode ser um fator que influencia significativamente no aumento do ciclo de vida dos crisopídeos, como comprovado por De Bortoli et al. (2012) com *Ch. externa*, e pode ter influenciado *Ce. cincta*, uma vez que a espécie já era criada a cerca de 2 anos em laboratório.

Em relação ao peso de pupas de machos observa-se diferença apenas entre a segunda e terceira gerações. Nos pesos das pupas de fêmeas nas três gerações não foi observada diferença significativa, bem como entre os pesos de machos e fêmeas (Tabela 3).

Tabela 3 - Peso de pupas (g) de machos e fêmeas de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) alimentada com ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866) por três gerações.

Gerações	Peso de pupas	
	Macho	Fêmea
F1	0,0080 ± 0,00011 abA	0,0077 ± 0,00023 aA
F2	0,0084 ± 0,00016 aA	0,0083 ± 0,00023 aA
F3	0,0077 ± 0,00018 bA	0,0081 ± 0,00021 aA

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste Kruskal-Wallis ($P > 0,05$).

Para a longevidade dos indivíduos nas três gerações não houve diferença significativa tanto para machos quanto para fêmeas, bem como para o número de ovos produzidos e suas viabilidades, como exposto na Tabela 4.

Neste estudo, tanto fêmeas quanto machos foram mais longevos que os de *Ch. externa* alimentados com ninfas de 2º instar de *P. citri* no estudo de Bezerra et al. (2006), onde encontraram valores de 38,4 e 49 dias de vida para machos e fêmeas, respectivamente, fato este que se inverte quando *Ch. externa* é alimentada com *P. citri*, observando-se 67,3 e 101,0 dias de longevidade para machos e fêmeas, respectivamente. Também em estudo com *Ch. externa*, realizado por Silva

et al. (2004), foram obtidas longevidades de 50,04, 34,96 e 69,75 dias, quando as larvas foram alimentadas com *B. tabaci* biótipo B, criada em pepino, leiteiro e couve, respectivamente, o que indica que a qualidade nutricional da dieta pode influenciar na duração das fases de desenvolvimento do inseto, como bem salientado por Brettell (1979) e Parra (1994).

Tabela 4 - Longevidade de machos e fêmeas, total de ovos por fêmea e viabilidade dos ovos de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) alimentada com ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866) por três gerações.

Gerações	Longevidade		Ovos/fêmea	Viabilidade de ovos (%)
	Macho	Fêmea		
F1	65,60 ± 6,63 a	62,46 ± 4,26 a	243,32 ± 32,17 a	98,1 ± 3,25 a
F2	66,86 ± 10,35 a	65,60 ± 6,47 a	169,66 ± 67,43 a	92,7 ± 5,42 a
F3	74,46 ± 6,57 a	52,46 ± 6,47 a	142,86 ± 42,32 a	83,7 ± 7,41 a

¹Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste Kruskal-Wallis (P>0,05).

A tabela de vida de fertilidade, construída a partir dos dados biológicos obtidos para *Ce. cincta* alimentada com ovos de *C. cephalonica* demonstra, nas três gerações, diferenças significativas entre os seus parâmetros (Tabela 5), sobretudo entre a primeira geração e as duas outras.

Tabela 5. Parâmetros de tabela de vida de fertilidade de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) alimentada com ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866) por três gerações.

	Gerações		
	F1	F2	F3
R_0	123,65a (88,62-158,68)	44,33b (6,54-82,12)	67,12b (24,46-109,76)
r_m	0,1160a (0,104-0,127)	0,0736b (0,054-0,092)	0,0923b (0,07-0,09)
λ	1,123a (1,11-1,13)	1,076b (1,05-1,09)	1,086b (1,07-1,09)
T	41,519b (36,976-46,061)	52,785a (50,109-55,461)	51,345 ^a (48,937-53,753)
TD	5,962b (5,399-6,526)	9,256a (6,55-11,96)	8,329 ^a (7,194-9,46)

¹ Letras minúsculas indicam diferença entre os tratamentos na linha. As médias foram comparadas aos pares pelo teste t de Student ($P < 0,05$).

R_0 = taxa de aumento populacional; r_m = capacidade inata de aumentar em número; λ = razão finita de aumento; T = tempo médio de geração; TD = tempo necessário para a população duplicar em número.

Todos os parâmetros da tabela de vida referentes à primeira geração (F1) foram mais positivos do que aqueles observados para a segunda e terceira, com a taxa de aumento populacional (R_0) diferindo consideravelmente daquelas observadas na segunda (64,2 % a mais) e terceira (45,7 % a mais) gerações, não havendo diferença entre essas últimas, o mesmo ocorrendo para a taxa intrínseca de aumento (r_m) e a razão finita de aumento (λ).

Com relação ao tempo médio de geração (T) e ao tempo para a população dobrar em número (TD), eles foram menores para primeira geração e semelhantes na segunda e terceira gerações.

Segundo Silveira Neto et al. (1976) e Horn (1988), a tabela de vida é uma ferramenta de muita importância para compreensão da dinâmica populacional de uma espécie, isto porque com ela pode-se determinar se uma população está em crescimento, estável ou diminuindo. Portanto, com os dados obtidos no presente estudo, é possível ver um potencial biótico melhor para *Ce. cincta* na primeira geração, com tendência a decrescer com a sucessão das gerações. Este fato é caracterizado quando os valores de (R_0) tendem a se aproximar de 1 a partir da

primeira geração. Segundo Rabinovich (1978), uma população está em crescimento quando este parâmetro se mantém acima de 1, indica decréscimo quando passa a ser menor que 1, tendência observada nas três gerações deste trabalho.

Para (r_m), é interessante que se mantenha positivo, pois desta forma a população mostra que a taxa de natalidade está acima da de mortalidade e, se r_m assumir valor negativo, a população tenderá ao desaparecimento, pois a mortalidade estará maior, com o valor do parâmetro igual a zero indicando população estável (Birch, 1948). Pode ser observado que a partir da primeira geração o valor de r_m mostrou tendência a se aproximar de zero. O mesmo comentário pode ser feito para λ , que é representado pelo número de fêmeas produzidas por fêmeas por dia.

Os parâmetros relacionados a tempo (T e TD) mostram que a primeira geração é concluída em menor tempo, e ainda que nesta geração a população dobra em tamanho em um período mais curto que na segunda e terceira gerações.

A Figura 1 mostra que a taxa de fecundidade específica, expressa pelo número de fêmeas produzidas no tempo (m_x), inicia e termina em um menor tempo na primeira geração, bem como em quantidades maiores do que é observado na segunda e terceira gerações. A referida figura também mostra que na primeira geração a mortalidade da maioria da população (cerca de 90%) acontece até próximo aos 100 dias. Na segunda e terceira geração este processo não ocorre de forma tão abrupta, verificando-se que na segunda geração a mortalidade de 90% da população ocorre entre 130 e 140 dias, enquanto na terceira se dá entre 120 e 130 dias.

Isto reflete os valores expressos na tabela de vida, onde aqueles com taxas mais altas de fecundidade na primeira geração influenciariam o aumento dos valores referentes aos parâmetros de crescimento populacional (R_0 , r_m e λ). Por outro lado, a mortalidade antecipada da primeira geração, implicaria no término da geração mais rapidamente, o que influenciaria os valores de T e TD, que na primeira geração seriam menores que aqueles da segunda e terceira, demonstrando que uma população pode ter degeneração conforme se multiplicam as gerações em laboratório.

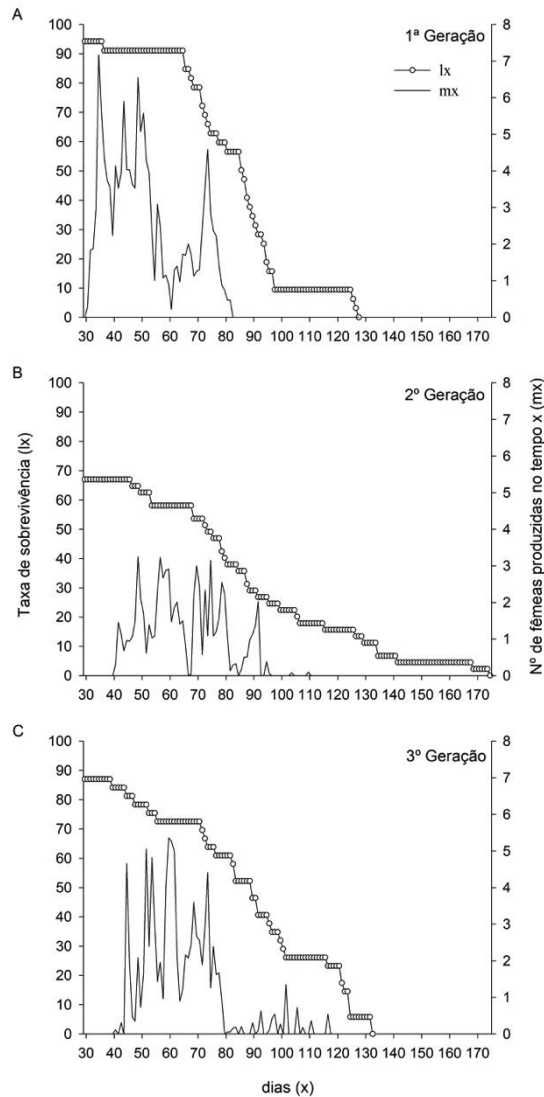


Figura 1 - Taxa de sobrevivência (lx) e número de fêmeas produzidas no tempo (mx) de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) alimentada com ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866) em três gerações.

4. Conclusão

Conforme ocorre o avanço do número de gerações o desenvolvimento da população de *Ce. cincta* é prejudicado.

Período larval de *Ce. cincta* alimentada com ovos de *C. cephalonica* aumenta com a sucessão das gerações.

Não há diferença na longevidade de machos e fêmeas, no número de ovos por fêmea e da viabilidade de ovos de *Ce. cincta* quando alimentada com ovos de *C. cephalonica* na sucessão das gerações.

5. Referências

- Albuquerque GS (2009) Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). In: Parra JRP, Panizzi AR, Haddad ML, Panizzi A, Parra J (Eds.) **Bioecologia e nutrição de insetos**: base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 969-1022.
- Auad AM, Toscano LC, Boiça Junior AL, Freitas SD (2001) Aspectos biológicos dos estádios imaturos de *Chrysoperla externa* (Hagen) e *Ceraeochrysa cincta* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentados com ovos e ninfas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology** 30:429-432.
- Bartlett AC (1984) Establishment and maintenance of insect colonies through genetic control. In: King EC, Leppla NC (Eds.). **Advances and challenges in insect rearing**. New Orleans: USDA/ ARS, p. 1.
- Bezerra GCD, Santa-Cecília LVC, Carvalho CF, Souza B (2012) Aspectos biológicos da fase adulta de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) oriunda de larvas alimentadas com *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae). **Ciência e Agrotecnologia** 30:603-610.
- Birch L (1948) The intrinsic rate of natural increase of an insect population. **Journal of Animal Ecology** 17:15-26.
- Blagioni A, Freitas S (2001) Efeito de diferentes dietas sobre o desenvolvimento pós-embrionário de *Chrysoperla defreitasi* Brooks (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology** 30:333-336.
- Brettell JH (1979) Green lacewing (Neuroptera: Chrysopidae) of cotton fields in central Rhodesia. 1. Biology of *Chrysopa boninensis* Okamoto and toxicity of certain insecticides to the larvae. **Rhodesia Journal Agricultural Research** 17:141-150.
- Carvalho CF, Souza B (2000) Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: Bueno VHP (Eds.). **Controle biológico de pragas**: produção massal e controle de qualidade. Lavras: UFLA, p. 91-109.
- Castro ALG, Cruz I, Silva IF, Paula CS, Leão ML, Ferreira TE, Menezes APJ (2009) Biologia de *Ceraeochrysa caligata* (Banks, 1945) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphidae). **Revista Brasileira de Agroecologia** 4:2537-2540.
- Costa RIF, Ecole CC, Soares JJ, Macedo PM (2002) Duração e viabilidade das fases pré-imagiais de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentadas com *Aphis gossypii* Glover e *Sitotroga cerealella* (Oliver). **Acta Scientiarum** 24:353-357.
- De Bortoli SA, Murata AT, Brito CH, Narciso RS (2009) Aspectos biológicos de *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae), em condições de laboratório. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** 9:101-106.

De Bortoli SA, Ferreira RJ, Vacari AM, De Bortoli CP, Magalhães GO, Dibelli W (2012) Duração do período pré-imaginal e fecundidade de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes populações e gerações. **Revista Caatinga** 25:79-84.

Delgado MR, Arroyo JIL, Hernández AG, Zabeih MHB (2007) Rasgos biológicos y poblaciones del depredador *Ceraeochrysa* sp. nr. *cincta* (México) (Neuroptera: Chrysopidae). **Acta Zoológica México** 23:79-95.

Fonseca AR, Carvalho CF, Souza B (2001) Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia** 25:251-263

Freitas S (2001) **Criação de crisopídeos (Bicho-lixeiro) em laboratório**. Jaboticabal: Funep, 20 p.

Horn DJ (1988) **Ecological approach to pest management**. New York: Guilford Press, 285 p.

Jose-Pablo R, Villanueva-Jiménez JA, Vargas-Mendoza MC, Huerta de La Peña A (2017) Life cycle and larval predation by *Ceraeochrysa vallida* (Banks) 1 on nymphs of *Diaphorina citri* Kuwayama2. **Southwestern Entomologist** 42:61-73.

Krebs CJ (1994) **Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance**. New York: HarperCollins College Publishers, 801 p.

Maia AH, Luiz AJB, Campanhola C (2000) Statistical inference on associated fertility life parameters using Jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology** 93:511-518.

Morato JB, Cruz I, Figueiredo M, Silva RB, Souza LPSP, Figueiredo RDJ (2012) Aspectos biológicos de *Ceraeochrysa displepis* (Freitas & Penny) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. Diversidade e inovações na era dos transgênicos: resumos expandidos. Campinas: Instituto Agrônomo; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo.

Pappas MLB, Koveos DS (2011) Chrysopid predators and their role in biological control. **Journal of Entomology** 8:301-326.

Parra JRP (1994) **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. Piracicaba: FEALQ, 196 p.

Price PW (1978) **Insect ecology**. New York: John Wiley, 1984. 607 p.

Rabinovich JE (1978) **Ecología de poblaciones animales**. Washington: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, 114 p.

Ridgway RL, Murphy WL (1984) Biological control in the field. In: Canard M, Séméria Y, New TR (Eds.). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: W. Junk Publishers, p. 220-228.

Roush RT (1990) Genetics considerations in the propagations of entomophagous species. In: LISS AR (Ed.). **New directions in biological control: alternatives or suppressing agricultural pests and diseases**. New York: Chapman and Hall, p. 373-387.

SAS Institute (2015) SAS/IML[®] User's Guide. SAS Institute, Cary, NC, USA

Senior LJ, McEwen PK (2001) The use of lacewings in biological control. In: McEwen P, New TR, Whittington AE (Eds.) **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Academic, p. 296-302.

Silva CG, Auad AM, Souza B, Carvalho CF, Bonani JP (2004) Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) criada em três hospedeiros. **Ciência e Agrotecnologia** 28:243-250.

Silveira Neto S, Nakano O, Barbin D, Villanova NA (1976) **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 419 p.

Southwood TER (1978) **Ecological methods**. London: Chapman and Hall, 524 p.

van Lenteren JC, Bolckmans K, Köhl J, Ravensberg WJ, Urbaneja A (2018) Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, 63:39-59.