Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Aspectos biológicos e suas implicações na qualidade da produção massal de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera, Chrysopidae)

Guilherme Frateschi Trivellato

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba
2010

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Guilherme Frateschi Trivellato
Engenheiro Agrônomo

Aspectos biológicos e suas implicações na qualidade da produção massal de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera, Chrysopidae)

Orientador:
Prof. Dr. **EVONEO BERTI FILHO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba
2010

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho
ao meu avô José
Trivellato e aos meus
pais pelo apoio e
paciência

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar àqueles que já se empenharam no estudo voltado ao controle biológico de pragas, em busca de um mundo mais limpo gerações futuras.

Ao Prof. Dr. Evoneo Berti Filho, por acreditar no meu trabalho e me apoiar em todos esses anos.

À empresa “PROMIP: Comércio, Pesquisa e Desenvolvimento de Agentes Biológicos LTDA.” especialmente a Marcelo Poletti, Marcos Bellini e Roberto Konno, pela oportunidade e espaço oferecidos durante o desenvolvimento dos experimentos.

A ajuda recebida de André Machi (Macarrão) e de Ralf durante minha passagem pela PROMIP.

Ao Departamento de Entomologia e Acarologia pela excelência em ensino e pesquisa com insetos no Brasil, em especial aos professores pelos conhecimentos transmitidos durante o curso de mestrado.

Ao CNPq, pela bolsa de estudos concedida durante o mestrado.

Ao Prof. Dr. Wesley Augusto Conde Godoy, pela ajuda nas análises de dados.

Ao técnico de laboratório João Ângelo Cerignoni pela assistência durante a graduação e pós-graduação e nos projetos desenvolvidos em laboratório.

Às bibliotecárias Eliana Maria Garcia e Silvia Maria Zinsly, pelo auxílio com as referências e a formatação da dissertação.

À Elena Pozza pela leitura e revisão do texto.

Ao meu pai, José Trivellato Jr., pela firmeza em me ensinar o caminho. Agradeço também à minha mãe Silvia Luzia Frateschi Trivellato, pelos ensinamentos e carinho nessa etapa de minha vida.

Ao companheirismo do Fernando (Bera-Mar) e à alegria de sua filha, Maria Fernanda, que me estimularam a realizar este trabalho com mais tranquilidade.

À Juvanice Oliveira, por ser como uma segunda mãe para mim em Piracicaba.

Especialmente à gloriosa república HK, que desde o início da minha graduação me acolheu, me acolheu nos momentos difíceis, me ensinou o sentido da amizade e companheirismo e me transformou do jovem que eu era, quando saí de casa, no homem que sou hoje.

Agradeço também a todos os moradores da república que fazem da HK muito mais do que paredes e um teto. Rogério, K-B-ção, Menozum, Tatuia, Bera-mar, Virgem, Sanfona, Ratuera, Fusário, Prepúcio e o “bixo” Fiu-dental.

SUMÁRIO

RESUMO 9
ABSTRACT 11
1 INTRODUÇÃO 13
2 REVISÃO BIBLIGRÁFICA 15
2.1. Chrysopidae no Controle Biológico de Pragas 16
2.2. Produção Massal de Crisopídeos 17
2.3. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* 18
2.3.1. Fase de ovo 18
2.3.2. Fase de larva 19
2.3.3. Fase de pré-pupa e pupa 19
2.3.4. Fase Adulta 20
2.4. Fatores que afetam a qualidade da produção e comercialização de *C. externa* 21
2.5. Uso de Anticontaminante na dieta de *Chrysoperla externa* em produção massal 22
3. MATERIAL E MÉTODOS 25
3.1. Criação de *Chrysoperla externa* 25
3.2. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* 26
3.2.1. Fase de ovo 26
3.2.2. Fase de larva 26
3.2.3. Potencial de consumo 27
3.2.4. Fase de pupa 27
3.2.5. Fase adulta 28
3.2.6. Razão sexual 28
3.3. Fatores que afetam a qualidade e a produção de *Chrysoperla externa* 29
3.3.1. Desenvolvimento de embalagens para comercialização de *Chrysoperla externa*. 29
3.3.2. Desenvolvimento de equipamentos para mecanização da produção de *Chrysoperla externa* 30
3.3.4. Armazenamento de ovos de *Chrysoperla externa*. 31
3.4. Avaliação do uso do anticontaminante nipagin na dieta de *Chrysoperla externa* em produção massal 32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 35
4.1. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* 35
4.1.1 Fase de ovo 35
4.1.2 Fase de larva 35
4.1.2.1 Duração e viabilidade 35
4.1.2.2 Potencial de consumo 36

4.1.3 Fase de pupa 36
4.1.4 Fase adulta 37
4.1.4.1 Razão sexual.....37
4.1.4.2 Longevidade de machos e de fêmeas 37
4.1.4.3 Fecundidade.....38
4.2 Desenvolvimento de técnicas de produção de *C. externa* 38
4.2.1 Desenvolvimento de embalagens para comercialização de *C. externa* 38
4.2.2 Desenvolvimento de equipamentos para mecanização da produção de *C. externa* 40
4.2.3 Armazenamento de ovos de *Chrysoperla externa*. 41
4.2.4 Efeito do ambiente na qualidade dos ovos de *Chrysoperla externa* colhidos em sistema de produção em laboratório 42
4.2.5 Análise de custo na implantação de um laboratório de produção massal de *Chrysoperla externa*.....42
4.2.6 Logística de produção de *C. externa* em laboratório 45
4.3 Uso do anticontaminante Nipagin na dieta de *Chrysoperla externa*.....46
4.3.1 Capacidade de oviposição 46
4.3.2 Longevidade de adultos 50
4.3.3 Contaminação do alimento oferecido 54
4.3.4 Potência de oviposição.....56
4.3.5 Peso dos ovos.....59
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 61
REFERÊNCIAS 63

RESUMO

Aspectos biológicos e suas implicações na qualidade da produção massal de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (NEUROPTERA, CHRYSOPIDAE)

Com o objetivo de incentivar novos pesquisadores e empreendedores da área de controle biológico de pragas, foi realizada uma série de experimentos voltados à qualidade da produção massal do agente biológico *Chrysoperla externa* (NEUROPTERA; CHRYSOPIDAE). Estudaram-se aspectos biológicos desta espécie, com o interesse de se delinear um sistema de produção eficiente, baseado em 7 módulos de gaiolas de adultos, em que se coletam ovos por 49 dias. Para se manter uma produtividade constante, esses módulos são montados com uma diferença de tempo de 7 dias entre eles. Outras técnicas e análises de custos de produção também estão descritas. Realizou-se ainda um estudo do efeito de diferentes doses do anticontaminante nipagin, sobre a produtividade dos adultos, evidenciou que sua utilização em biofábricas de *C. externa* não traz benefícios significativos. Com esse trabalho é possível produzir ovos de *C. externa* com maior eficiência.

Palavras-chave: *Chrysoperla externa*; Produção Massal; Biologia; Neuroptera; Anticontaminante;

ABSTRACT

Aspectos biológicos e suas implicações na qualidade da produção massal de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (NEUROPTERA, CHRYSOPIDAE)

This research deals with biological aspects and their influence on the quality of *Chrysoperla externa* produced in laboratory. The system of production was based on seven modules of adult cages from which one collected eggs during 49 days. Such modules must be prepared at each seven days to provide a constant flowing production. Other techniques and analysis of costs of production are described as well. A study of different concentrations (dosis) of the anticontaminant nipagin on *C. externa* adults indicated that its use showed no significant benefits for the production of this predator.

Keywords: *Chrysoperla externa*; Mass Production; Biology; Neuroptera; Anticontaminant;

1 INTRODUÇÃO

Entre as técnicas que visam ao controle de insetos-praga nas lavouras, destaca-se o Manejo Integrado de Pragas (MIP), baseado em um conjunto de táticas que visam à prevenção, ao monitoramento e ao tratamento contra insetos-praga, em culturas perenes e anuais. O MIP não oferece receita específica, sendo necessário que se avalie cada caso isoladamente. Dentre os métodos de controle que compõem o MIP, destaca-se o Controle Biológico (CB), definido por Debach (1974) como “a ação de parasitos, predadores ou patógenos que mantém a densidade populacional de outros organismos numa média mais baixa do que ocorreria na sua ausência”. Nos diferentes agroecossistemas o CB é um processo natural e dinâmico, resultante da ação de insetos entomófagos (parasitos e predadores) e de agentes entomopatogênicos.

Dentre os insetos predadores, a ordem Neuroptera destaca-se, principalmente, pela família Chrysopidae que tem papel importante no controle de insetos-praga. No Brasil destaca-se a espécie *Chrysoperla externa*, por causa da sua ampla distribuição e volume de pesquisas já realizadas. Estes insetos, importantes agentes do controle biológico natural, podem ser utilizados no controle biológico aplicado, por meio de liberações massais. Ribeiro (1998), porém, ressalta que muitos aspectos da bioecologia destes insetos ainda são desconhecidos; daí a importância de estudos que resultem na sua plena utilização em benefício da agricultura moderna.

O presente trabalho teve por meta não só o estudo de fatores biológicos, técnicas de produção e custos envolvidos, mas ainda o fornecendo informações que garantam uma produção eficaz e viável de *Chrysoperla externa* e aprimorem técnicas de produção. Pretendeu-se estudar, também, o efeito da alimentação com anticontaminantes na biologia do inseto em estudo.

2 REVISÃO BIBLIGRÁFICA

Os crisopídeos são importantes predadores encontrados em muitas culturas de interesse econômico como algodoeiro, citros, milho, soja, alfafa, fumo, videira, macieira, seringueira e outras. Podem alimentar-se de ovos, lagartas neonatas, pulgões, cochonilhas, ácaros e vários outros artrópodes de pequeno tamanho e de tegumento facilmente perfurável (CARVALHO; SOUZA, 2000). Nos sistemas agrícolas, são encontrados alimentando-se de *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Heliothis virescens* (Fabricius), *Helicoverpa zea* (Boddie), *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae), *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) e *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). No Brasil, *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa cubana* destacam-se em estudos de biologia voltados a programas de controle integrado de pragas (FREITAS; FERNANDES, 1996).

Os Chrysopidae constituem um grupo que, junto com outras 16 famílias, formam a ordem Neuroptera. São considerados os holometábolos mais primitivos (ASPÖCK, 2001). A família conta com aproximadamente 1.200 espécies distribuídas em 86 gêneros e subgêneros (BROOKS; BARNARD, 1990).

O gênero *Chrysoperla* Steinmann, 1964, é provavelmente o mais estudado da família Chrysopidae. No Brasil, são encontradas quatro espécies deste gênero: *C. externa* Hagen, 1861, *C. defreitasi* Brooks, 1994, *C. raimundoi* Freitas & Penny, 2001 e, mais recentemente, uma nova espécie, *C. genanigra* Freitas, 2003. Contudo, *C. externa* é possivelmente a mais comum da região Neotropical (Freitas e Penny, 2001), e tem sido amplamente estudada nos últimos anos, por predar diversas pragas presentes em agroecossistemas (Freitas, 2001).

2.1. Chrysopidae no Controle Biológico de Pragas

Os crisopídeos são predadores vorazes de grande variedade de presas e estão presentes em diversas culturas de importância agrícola. No Brasil, *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa cubana* destacam-se em estudos de biologia, direcionados a futuros programas de controle integrado de pragas (FREITAS 2001).

O sucesso da produção comercial de agentes biológicos e do controle biológico depende basicamente de três fatores: A seleção de um organismo benéfico, seu uso eficiente e sua qualidade superior. Caso um desses fatores não atinja um potencial mínimo necessário, o controle biológico de pragas será ineficiente e ineficaz, e o resultado será a perda em credibilidade, mercado e confiabilidade para outras formas de controle de pragas. Quem pretende, portanto, investir em controle biológico de pragas deve considerar os três fatores do sucesso para se manter ativo nos mercados agrícola e florestal. A escolha desse organismo depende do conhecimento dos inimigos naturais da praga alvo, aliada às avaliações científicas que proponham um possível sucesso com base em potencial biótico e em capacidade de predação/parasitismo (VAN LENTEREN, 2000).

O uso eficiente do inimigo natural está relacionado à demanda exigida por uma praga e/ou uma cultura. Isso depende da orientação de um especialista capaz de recomendar o melhor método e a quantidade necessária de agentes que supram esta demanda. Para se definir a quantidade de agentes biológicos é preciso saber sua capacidade de ação, para recomendar a sua introdução e conseqüentemente a venda de produtos biológicos. O controle de qualidade do agente é fator fundamental para aplicação do controle biológico. Caso uma população oriunda da produção massal em laboratório não tenha uma boa capacidade de busca ou tenha baixa taxa de reprodução, a introdução do agente terá de ser em maior quantidade por área, aumentando diretamente o custo do controle. O fator custo é de extrema importância, quando se pretende implantar o controle biológico no lugar de outras formas de combate a pragas, enfatizando a importância do controle de qualidade durante a produção de agentes biológicos. A qualidade dos organismos produzidos diz respeito ao desempenho dos agentes biológicos após a sua liberação no campo. A maior

intenção do controle é de manter ao máximo as características dos organismos encontrados no campo (BUENO et al., 2000).

Lopez-Arroyo et al. (2000) estudaram a influência da temperatura no tempo de armazenamento de ovos de crisopídeos e sua influência na qualidade dos insetos produzidos, com a finalidade de se fornecer subsídios ao planejamento e logística da produção massal destes inimigos naturais

Com o mesmo propósito Tauber (1997) estudou a possibilidade de armazenamento de crisopídeos adultos, técnica muito importante durante o planejamento da produção de acordo com a demanda variável que uma biofábrica pode enfrentar. Como um dos maiores problemas encontrados na produção massal é a perda de caracteres genéticos que dizem respeito ao desempenho dos indivíduos no campo, a introdução de material genético selvagem na população de criação é uma das melhores formas de renovar o material.

2.2. Produção Massal de Crisopídeos

Programas de criação massal de inimigos naturais têm passado, ao longo dos anos, por marcantes e consideráveis mudanças. Para se minimizarem alguns desequilíbrios, recomendam-se constantes adequações no tipo e qualidade da presa utilizada como fonte de alimento para o inimigo natural, na busca de obter indivíduos com características desejáveis (Oliveira et al., 2002).

Os crisopídeos vêm despertando interesse como agentes biológicos há bastante tempo. Os estudos voltados à multiplicação massal destes insetos iniciaram-se com Finney (1948, 1950). Nestes trabalhos ele propôs a criação massal de *Chrysopa californica* e a obtenção dos ovos, por meio de uma gaiola para adultos, constituída por um tubo cilíndrico, revestido com papel encerado. As larvas criadas em células, alimentavam-se de ovos e lagartas de *Gnorimoschema opercullela*. A criação era mantida continuamente sob luz fraca, pois se acreditava que variações na luminosidade poderiam ocasionar distúrbios na criação.

Desde então muitos avanços foram obtidos por pesquisadores de diversos países, um dos melhores apanhados das técnicas de produção foi feito por Freitas

(2001) que publicou um manual de criação de crisopídeos em laboratório, com destaque em todos os processos produtivos, desde a criação do alimento, passando pelas técnicas de criação das fases imaturas, até as ferramentas utilizadas na coleta de ovos. Este manual serve até hoje de referência para todos aqueles que pretendem iniciar uma produção massal destes insetos. Infelizmente seu trabalho não aponta alguns detalhes importantes como rendimento operacional das etapas envolvidas.

2.3. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa*

Dada a sua facilidade de criação em laboratório e de larvas com alta capacidade predatória, a utilização de *C. externa* em programas de controle biológico é promissora, uma vez que esse crisopídeo apresenta alto potencial reprodutivo e eficiência como predador de insetos-praga de várias culturas. (BEZERRA et al., 2006) (CARVALHO et al., 1996). Bezerra et al. (2009) ressalvam, entretanto, que estudos sobre os dados obtidos em condições de laboratório ainda são escassos. O estudo de seus aspectos biológicos em condições de laboratório serve de base para se adaptar ao sistema de produção em escala massal.

2.3.1. Fase de ovo

Os ovos são pedicelados, com comprimento variando de 4 a 8 mm, possuem forma elipsoidal, com a cor variando de verde-clara até amarelo-esverdeada, tornando-se mais escuros, próximos a eclosão (LIRA et al, 2003). A micrópila localiza-se na região apical dos ovos, sendo o córion normalmente esculturado. A postura pode ser realizada de maneira isolada ou em grupo (GEPP, 1984). O pedicelo é composto de substância gelatinosa, exsudada na ocasião da postura, que endurece em contato com o ar. Em geral, as fêmeas ovipositam nas plantas infestadas com presas, embora alguns ovos sejam encontrados em locais sem a presença destas.

Em se tratando de incubação dos ovos, ao estudar o ciclo de vida de *Chrysoperla zastrowi* alimentada com várias espécies de presas à temperatura de 25ºC

e umidade relativa de 55%, Barnes (1975) observou que o período de incubação foi, em média, de 4 dias, enquanto com ovos de *C. carnea* a duração média foi de 4,2 dias. Ribeiro (1991) verificou que ovos de *Chrysoperla externa,* em condições similares, apresentaram período de incubação médio de 4 a 5 dias, à 25 ± 2ºC, com viabilidade média de 87,6%. Com a mesma faixa de temperatura, Lira (2006) relatou que ovos de *C. cubana* apresentam um período de incubação médio de 5,08 dias, com viabilidade de 79%.

2.3.2. Fase de larva

As larvas dos crisopídeos são do tipo campodeiforme, com cabeça triangular, prognata, aparelho bucal sugador mandibular, pernas ambulatórias, corpo com várias cerdas (SILVA, 1981). As larvas têm o mesêntero cego, liberando o mecônio no momento da formação da pupa. Fleschner (1950) relatou que o período mais crítico na vida de um predador é aquele da eclosão à primeira alimentação. Esta fase exige uma grande atenção para quem pretende utilizar *C. externa* em programas de controle biológico e MIP. Ribeiro (1991) relatou que a primeira muda ocorre de 3 a 6 dias após a eclosão ou até 11 dias em tempo frio; a segunda ecdise se verifica num intervalo de 2 a 7 dias, sendo que a maioria muda em 3 a 4 dias, após a primeira. A duração do terceiro ínstar pode variar muito, especialmente se o alimento for escasso, evidenciando que a qualidade do alimento e a temperatura são fatores determinantes no sucesso ou no fracasso do predador.

2.3.3. Fase de pré-pupa e pupa

Segundo Ribeiro (1988), as fases de pré-pupa e de pupa, que ocorrem após o completo desenvolvimento larval, quando a larva para de se alimentar e procura abrigo para desenvolver seu casulo de forma esférica, constituído de fios de seda branca, onde passa à fase de pré-pupa.

A seda usada na confecção do casulo é resultante do endurecimento de uma secreção produzida pelos tubos de Malpighi e liberada pela abertura anal do décimo segmento abdominal. De acordo com Barnes (1975) a larva necessita de 24 a 48 horas para a formação do casulo.

Diversos autores (AUN, 1986; RIBEIRO, 1988; ALBUQUERQUE et al., 1994) verificaram que é na fase de pré-pupa que algumas espécies de crisopídeos entram em diapausa. Segundo Abid et al. (1978), a diapausa pode durar cerca de 4 a 8 meses, nas formas hibernantes. Segundo Ribeiro (1991), a fase de pré-pupa dos crisopídeos nas formas não hibernantes dura em torno de 5 a 15 dias. O mesmo autor, estudando a biologia de *C.externa*, verificou que a duração da fase de pré-pupa não é influenciada pelo tipo de alimento consumido pelas larvas. Adultos de crisopídeos normalmente emergem de 12-20 dias depois da fase de pré-pupa. A fase de pupa caracteriza-se pela presença de um disco preto na extremidade do casulo e, dado que sua formação não corresponde ao momento correto da formação da pupa, esse disco preto indica a liberação do mecônio, correspondente à última ecdise da larva.

2.3.4. Fase Adulta

Depois de completado o desenvolvimento, as pupas se libertam dos casulos por uma abertura circular, feita com as mandíbulas (ADAMS; PENNY, 1985). Canard e Principi (1984) verificaram que, fora do casulo, a pupa inicia a fase farata, equivalente à pupa móvel que, após se fixar a um substrato, realiza a última ecdise com a consequente emergência do crisopídeo adulto, insetos de coloração esverdeada, asas membranosas reticuladas e asas anteriores com nervuras transversais costais simples (BORROR; DELONG, 1988). De acordo com Adams (1983), as espécies do gênero *Ceraeochrysa* distinguem-se do gênero *Chrysoperla* pela presença de saliências em forma de chifre no gonarco, localizadas na extremidade do abdômen dos machos e pela espermateca alongada nas fêmeas.

Agnew et al. (1981), Hagen e Tassan (1970) e Sheldon e McLeod (1971) citaram que os hábitos alimentares dos crisopídeos adultos são variáveis. Algumas espécies se alimentam de pólen, “honeydew”, e néctar; outras são predadoras e se nutrem

essencialmente das mesmas presas consumidas na fase de larva. Hagen e Tassan (1970) mencionaram que, de 27 espécies de *Chrysopa*, cujos hábitos alimentares são bem conhecidos, aproximadamente a metade é predadora. Sheldon e McLeod (1971) relataram que as espécies pertencentes ao gênero *Chrysoperla* não apresentam hábitos predatórios na fase adulta.

Segundo Agnew et al. (1981), os crisopídeos são abundantes em muitos hábitats, especialmente em agroecossistemas. Apresentam hábitos matutino e noturno e, durante o dia, são encontrados em repouso, sob as folhas de árvores e arbustos. Jones et al. (1977) relataram que as atividades de alimentação, acasalamento e oviposição de *Chrysopa carnea* ocorrem pela manhã ou à noite. Segundo Philippe (1971) a oviposição de *Chrysoperla* se inicia antes do crepúsculo e coincide com sua hora de vôo.

2.4. Fatores que afetam a qualidade da produção e comercialização de *C. externa*

O sucesso de um programa de controle biológico depende da disponibilidade de agentes para liberação em larga escala. Numa criação massal, devem ser considerados fatores intrínsecos e extrínsecos (CARVALHO; SOUZA 2000; FREITAS 2001). Fatores intrínsecos são aqueles relacionados à fisiologia do inseto como adaptabilidade a dietas, potencial reprodutivo, fecundidade, fertilidade e ainda efeitos nutricionais. Quanto aos fatores extrínsecos podem se considerar as técnicas utilizadas para manipulação dos insetos, materiais empregados, manipulação das fases de desenvolvimento, controle de qualidade e custos de produção. É imprescindível que, em um sistema de produção, os fatores extrínsecos estejam adequados aos fatores intrínsecos, de forma a se aperfeiçoar a produção do inseto.

2.5. Uso de Anticontaminante na dieta de *Chrysoperla externa* em produção massal

Nipagin é um éster produzido por diversas empresas, e pertence a uma linha de conservantes antimicrobianos derivados do ácido p-hidroxibenzóico, frequentemente conhecidos como “parabenos”. Eles são largamente utilizados nas indústrias cosméticas, farmacêuticas e alimentícias e constituem os preservantes de maior aceitação em todo o mundo. O anticontaminante nipagin é recomendado para o controle de fungos e bactérias em meios de cultura, dietas e outros tipos de alimentos; seu uso é muito comum nos mais diversos laboratórios, empresas e seu fabricante o recomenda seu uso em doses que variam de 0,05 % a 2,0 %. As concentrações mais altas seriam suficientes para conter as mais diferentes contaminações.

Muitos insetos, assim como os crisopídeos, valem-se de microorganismos simbiontes no auxilio à digestão de alimentos e assimilação de nutrientes. *Chrysoperla externa* apresenta em seu trato digestivo leveduras do gênero *Torulopsis,* imprescindíveis na manutenção das suas funções vitais, principalmente no que diz respeito à oviposição, cuja quantidade de ovos é diretamente afetada pela presença do simbionte (HAGEN et al., 1970).

O uso de anticontaminantes em dietas artificiais para insetos pode afetar os organismos simbiontes e interferem desde a razão sexual até a longevidade dos insetos (PARRA, 2007). Na produção de *Chrysoperla* sp., a eliminação do simbionte pode afetar a capacidade de oviposição das fêmeas, o que implicaria uma queda na produtividade em laboratório.

O alimento fornecido aos insetos adultos, durante a fase mais significativa da produção, é uma mistura de mel, levedo de cerveja e água, fornecida por meio de uma esponja presa a um pequeno frasco com água (FREITAS, 2001). O alimento na esponja é comumente contaminado por fungos e bactérias, circunstância em que o alimentador se torna impróprio para os insetos, por não conseguirem alcançar o alimento coberto por hifas e corpos de frutificações e, além disso, podem ocorrer contaminações bacterianas letais para os insetos adultos.

Para se evitarem as contaminações por fungos e bactérias, na dieta dos adultos, faz-se necessário o uso de anticontaminante, que, para ser eficiente, sem afetar as leveduras simbiônticas de *C. externa* ou a capacidade produtiva do predador em condições de laboratório, é preciso avaliar se diferentes doses de nipagin na dieta de *C. externa* afetam sua biologia.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Criação de *Chrysoperla externa*

A metodologia a seguir, sobre a produção massal de crisopídeos no Brasil, foi desenvolvida por Freitas (2001). A obtenção dos insetos matrizes deve ser realizada na área onde se pretende liberar os predadores, para se minimizarem os problemas de adaptação a diferentes ambientes. Quanto maior o número de matrizes da mesma espécie obtidas, antes de se iniciar a produção, melhor será o desempenho e a durabilidade da população em condições de laboratório. Os insetos adultos são mantidos na razão de 1:1 (machos : fêmeas) em gaiolas de PVC forradas com papel sulfite internamente e fechadas com tela de *voile* ou tule nas duas extremidades. A tela da parte superior da gaiola tem uma abertura onde se apoia o alimentador composto por um pequeno frasco cheio de água. Uma espuma na sua ponta recebe uma dieta composta por mel, levedo de cerveja e água e, com o auxílio de uma borracha, o frasco se sustenta com a boca voltada para baixo, alimentando os insetos adultos. As posturas de crisopídeos, muito características, são compostas por um pedúnculo de cerca de 10 mm, fixo a um substrato, onde o ovo fica suspenso. Nas gaiolas, os ovos são colocados sobre a folha de sulfite que as reveste internamente. Com o auxílio de uma lâmina, os ovos são raspados e separados para posterior comercialização ou multiplicação da população de laboratório. No caso da multiplicação, os ovos são colocados em potes com no mínimo 300 ml de volume, cheios de papel dobrado, para aumentar a área disponível de caminhamento das larvas e, consequentemente, diminuir o canibalismo. Para a alimentação das larvas são utilizados ovos de traças como *Anagasta kuehniella* e *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera, Pyralidae), porém os melhores resultados têm sido observados com a utilização de ovos de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera. Gelechiidae).

3.2. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa*

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba/SP, no período de março a junho de 2008.

As larvas de *C. externa* foram obtidas por meio de ovos da criação comercial da empresa PROMIP Comércio, Pesquisa e Desenvolvimento de Agentes Biológicos Ltda. e os experimentos foram realizados em salas climatizadas a 25 ± 2ºC, 60 ± 10% UR e fotofase de 14 horas.

3.2.1. Fase de ovo

A fase de ovo foi estudada com 210 ovos, não tratados assepticamente, da segunda postura de 25 fêmeas. Os ovos foram individualizados em placas de microtitulação, utilizadas em teste de “Enzime Linked Immunosorbent Assay” (ELISA) para se evitar canibalismo das larvas.

Os parâmetros biológicos avaliados nesta fase foram: período de incubação e viabilidade. A viabilidade foi calculada com base no total de larvas eclodidas em relação ao número total de ovos. O período de incubação foi determinado a partir do dia da postura até a eclosão das larvas.

3.2.2. Fase de larva

Larvas recém-eclodidas foram colocadas em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de altura) com ovos de traça e, em seguida, os vidros foram vedados com filme de PVC.

Foram utilizados 150 tubos com uma larva cada, mantidos em suporte de metal em *fitotron* à temperatura de 25ºC, umidade relativa de 70% e fotofase de 14 horas.

Foram selecionadas e observadas, diariamente, as 150 larvas para determinação da duração e viabilidade larval, número e duração de cada ínstar.

A duração da fase larval foi determinada com base no período entre a eclosão das larvas e a transformação em pupa. A viabilidade desta fase foi obtida por meio da avaliação da quantidade de indivíduos que atingiram a fase de pupa.

Para a determinação do número de ínstares, foram observadas as exúvias das trocas de ínstares. Os dados obtidos foram analisados com médias entre a duração das fases de cada larva.

3.2.3. Potencial de consumo

Para determinação da quantidade consumida pelo predador foram isoladas, em placas, 25 larvas de cada um dos 3 ínstares e foram oferecidos de ovos de *A. kuehniella* para cada tratamento, garantindo uma quantidade maior do que o inseto é capaz de consumir. Após um período de 24 horas, os insetos foram retirados das placas e foi contado o número de ovos furados e vazios, caracterizando o consumo por *C. externa.* Esta metodologia foi adaptada de Murata et al. (2006).

Os dados obtidos foram analisados com médias entre cada um dos tratamentos. Os valores médios diários foram multiplicados pelo período médio de duração de cada instar; o resultado dessa operação estimou o consumo por período de desenvolvimento.

3.2.4. Fase de pupa

Os parâmetros biológicos avaliados na fase de pupa foram: duração e viabilidade. A duração foi determinada com base no período compreendido entre a formação do casulo e a emergência dos adultos. A viabilidade foi obtida por meio da relação dos adultos que emergiram e da quantidade inicial de pupas.

3.2.5. Fase adulta

Os parâmetros biológicos avaliados na fase adulta foram: longevidade de machos e fêmeas, período de pré-oviposição, fecundidade de fêmeas e duração da fase.

Os adultos recém-emergidos foram sexados e, posteriormente, separados em 25 casais, colocados em gaiolas de PVC (10 cm de diâmetro x 22 cm de altura) forradas internamente com papel sulfite e vedadas nas extremidades superiores e inferiores com telas de nylon.

Os insetos foram alimentados com solução de mel e levedo de cerveja (1:1) oferecida sobre uma tira de papel colada na lateral do tubo e trocada a cada dois dias; a água foi fornecida por meio de um pedaço de papel absorvente, dobrado e saturado diariamente, e mantido sobre a tela da face superior da gaiola. Foram realizadas, dia a dia, observações da mortalidade de machos e fêmeas para determinação da longevidade dos insetos. Realizou-se a contagem diária dos ovos colocados por cada fêmea, determinando-se sua média diária e sua fecundidade. A viabilidade das fases de desenvolvimento e a fecundidade foram calculadas pela média dos dados registrados. Os dados do número de ínstares, da duração das fases e do período de oviposição foram calculados pelas médias ponderadas.

3.2.6. Razão sexual

Foram observados os aspectos morfológicos dos insetos, em microscópio estereoscópico, para a separação dos adultos por sexo. Posteriormente, montaram-se casais, acondicionados em gaiolas de PVC com 100 mm de diâmetro, revestidas internamente com papel sulfite e vedadas nas extremidades com tecido do tipo *voile*.

Após a individualização e separação de machos e fêmeas, a proporção sexual foi determinada por meio da seguinte fórmula (HADDAD et al., 1995):

$$RS = \frac{F}{M + F}$$

Sendo: *RS*: Razão Sexual; *F*: número de fêmeas; *M*: número de machos

3.3. Fatores que afetam a qualidade e a produção de *Chrysoperla externa*

O experimento foi desenvolvido em parceria com a empresa PROMIP, Comércio, Pesquisa e Desenvolvimento de Agentes Biológicos Ltda., com de insetos coletados no campus da ESALQ/USP, em áreas dominadas por capim do gênero *Brachiaria*. Os insetos coletados foram mantidos em laboratório e reproduzidos, visando à produção massal de larvas deste predador, para posterior comercialização.

3.3.1. Desenvolvimento de embalagens para comercialização de *Chrysoperla externa*.

Para a comercialização dos insetos foram testadas embalagens de diversos materiais:

- Embalagem plástica flexível;
- Embalagem de papel plastificada internamente;
- Embalagem de TNT (Tecido Não Tecido) costurado;
- Embalagem de TNT selado por calor;
- Embalagem plástica rígida de 300 ml;
- Embalagem plástica rígida 1000 ml.

Para selecionar a melhor embalagem foram considerados fatores como fuga de insetos, integridade dos ovos e viabilidade de larvas.

As embalagens receberam um preenchimento que aumentasse seu volume interno e que permitisse a manutenção dos insetos vivos e distantes uns dos outros. Foram testados os seguintes volumosos:

- Maravalhas de madeira;
- Vermiculita;
- Papel picado;
- Palha de arroz (tratada previamente com inseticida à base de fosfina).

O período de incubação é próximo de 4 dias. A avaliação foi feita da seguinte maneira: controlou-se a quantidade de ovos colocados por embalagem e fez-se correlação com a quantidade de larvas vivas, 5 dias depois de embalados os ovos, momento ideal de abertura da embalagem.

Com o volumoso, as embalagens receberam alimento alternativo (presas) para as larvas de crisopídeos após a eclosão, diminuindo consequentemente o canibalismo.

Foram testadas as seguintes presas:
- *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Astigmata) vivos;
- *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Astigmata) mortos por congelamento;
- Ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) inviabilizados;
- Ovos de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) inviabilizados.

A qualidade das presas como alimento alternativo, foi avaliada com a contagem do número de larvas de crisopídeos vivos remanescentes.

3.3.2. Desenvolvimento de equipamentos para mecanização da produção de *Chrysoperla externa*

Seguindo as tendências internacionais de produção de agentes biológicos, a mecanização dos sistemas de produção é prioridade. Desta forma, foram desenvolvidos equipamentos que agilizassem os processos mais demorados da atividade produtiva.

3.3.3. Efeito do ambiente na qualidade dos ovos de *Chrysoperla externa* colhidos em sistema de produção de laboratório

Para se avaliar o efeito do ambiente na eficiência dos processos da produção, foram registrados com termohidrometro os valores de temperatura e umidade do ar durante todos os dias. Comparando-se esses dados com a eficiência de coleta dos ovos e, principalmente, com a quantidade de ovos que se rompem após a raspagem com lâmina, foi feita uma relação desses fatores.

3.3.4. Armazenamento de ovos de *Chrysoperla externa*.

Dentro do sistema de produção, é necessária a armazenagem dos ovos colhidos, por um certo período de tempo, até a venda de um lote. Foi observado o tempo de duração de cada lote, quando mantido em ambiente refrigerado. Os ovos coletados foram de 2 grupos diferentes: os de 0 a 48 horas, e os de 0 a 72 horas, após oviposição. O período de armazenamento máximo foi determinado de acordo com a presença das primeiras larvas eclodidas dentro do lote colhido. Como todos os ovos são colocados juntos em BOD, em um mesmo frasco, a presença de uma larva, mesmo que em baixa temperatura, comprometeria a integridade dos demais ovos, em virtude do canibalismo dos insetos.

3.3.5. Análise do custo de implantação de um laboratório de produção de *C. externa*

Em acordo com a empresa PROMIP, Comércio, Pesquisa e Desenvolvimento de Agentes Biológicos Ltda., situada na incubadora de empresas ESALQTec na fazenda Areão (ESALQ/USP), foi orçada e adquirida a estrutura necessária para produção de *Chrysoperla externa*.

Foi realizado o processo de investigação dos materiais necessários, levantamento dos pontos de venda, orçamento, contato com fornecedores e consequente aquisição do equipamento indispensável.

3.4. Avaliação do uso do anticontaminante nipagin na dieta de *Chrysoperla externa* em produção massal

O experimento foi montado no inicio do mês de janeiro de 2009, com insetos criados em laboratório da empresa PROMIP, Comércio, Pesquisa e Desenvolvimento de Agentes Biológicos Ltda. Ovos coletados no mesmo dia foram separados em potes plásticos (300 ml), com papel toalha amassado, para aumentar a área de caminhamento das larvas, alimentadas com ovos de *Sitotroga cerealella*. As pupas desta geração foram colocadas em gaiola de emergência, os adultos, mantidos juntos por 5 dias e alimentados com uma mistura de mel, levedo de cerveja e água. Em seguida foram separados em casais para o experimento.

Seguindo o modelo de produção de ovos de crisopídeos proposto por Freitas (2001), em gaiolas de PVC com 100 mm de diâmetro, revestidas internamente com papel sulfite, fechadas por cima e por baixo com tela, o alimento foi oferecido num pequeno pote com água, fechado com uma espuma onde foi colocada a mistura de mel e levedo.

Para avaliar a dose de nipagin que melhor auxiliasse a produção de *Chrysoperla externa*, foram definidos 10 tratamentos diferentes com as seguintes doses: 0,05%; 0,1%; 0,2%; 0,4%; 0,8%; 1,6%; 2,4%; 3,2% de nipagin em mel e levedo de cerveja. Além dessas 8 doses e o tratamento testemunha (0% de nipagin), foi feito mais um tratamento sem o uso do anticontaminante, com uma mistura de ingredientes proposta por Hagen (1983) composta por: mel, levedo de cerveja, frutose, leite condensado, clara, gema de ovo, germe de trigo e água. Essa mistura, Hagen a denominou de FORMULA 57. Para se diferenciar dos demais, este tratamento foi identificado como supermistura (SM).

Cada um dos 10 tratamentos formados era composto por 4 repetições, cada uma consistindo de 1 gaiola com 5 casais (inteiros e bem formados), com um total de 20 casais por tratamento. A avaliação foi feita 3 vezes por semana, observando-se a mortalidade dos insetos, a presença de contaminação no alimentador e a quantidade de

ovos colocados por gaiola. As repetições foram avaliadas até que todos os insetos estivessem mortos naturalmente.

O experimento visou avaliar a capacidade de oviposição dos insetos, longevidade de adultos, contaminação do alimento oferecido e potência de oviposição.

Como o experimento era composto por um número muito grande de tratamentos e repetições, decidiu-se, em lugar de contar os ovos, pesar o total coletado por repetição. A operação de contagem de ovos demora muito tempo, além de ser passível de erros.

Ao pesar os ovos, mesmo sem saber exatamente quantos os insetos depositaram, é possível quantificar os dados de forma comparativa entre os tratamentos. Não importa, nesse momento, quantos ovos os insetos estão pondo, mas sim qual dos tratamentos permite obter maior oviposição. Para cada repetição, a operação de coleta consistiu em passar os insetos a uma gaiola de criação limpa, com um papel novo dentro. A gaiola deixada sem insetos teve o papel raspado com uma lâmina e separando os ovos pedunculados. As telas superior e inferior e o alimentador foram conferidos, e os ovos neles presentes, separados com o auxílio de uma tesoura pequena.

Para se aferir a longevidade dos insetos, a cada avaliação do experimento foi recontado o número de indivíduos de cada sexo presente na gaiola, calculando-se a longevidade média em cada tratamento.

Também, em cada avaliação do experimento, foi trocado o alimentador e, consequentemente, recolocado o alimento de cada tratamento com as diferentes doses de nipagin em mel e levedo de cerveja.

A avaliação consistiu na presença ou ausência de massa fúngica que tivesse contaminado o alimento restante na esponja do alimentador no momento da troca de gaiolas, lembrando que o alimento ficava exposto por 2 ou 3 dias, com 3 avaliações semanais.

Deve-se, pois, avaliar se os custos de tempo e espaço implicam favorável ou desfavoravelmente na produção. O parâmetro, que correlaciona a longevidade e a capacidade de oviposição, leva em consideração o número de fêmeas férteis ainda

existentes no módulo de produção, o peso de ovos colhidos e o número de dias entre as avaliações.

Para esse cálculo foi desenvolvida a seguinte fórmula:

$$Potência = \frac{Peso\ de\ Ovos}{Fêmeas\ Dia / dias\ em\ oviposição}$$

Sendo:

$$Fêmeas\ Dia = \frac{fêmeas\ no\ dia\ da\ Avaliação + fêmeas\ na\ avaliação\ anterior}{2}$$

As potências diárias em cada repetição foram somadas e divididas pelo número de avaliações realizadas, enquanto ainda existiam fêmeas ovipositando.

Para embasar o experimento, foi realizada uma série de observações quanto ao peso dos ovos. Desta forma, grupos de 100 ovos foram pesados, para se determinar um peso médio, e transformar os dados coletados em gramas para dados em unidades, e, consequentemente, projetar uma correlação com o potencial produtivo do inseto.

Para isto, 5 amostras de 100 ovos foram pesadas e o peso médio, determinado. Esta operação foi realizada em 3 ocasiões diferentes, utilizando ovos com 2 dias de oviposição e com 3 dias de oviposição. O córion dos ovos pode perder água ao longo do tempo, fazendo com que ovos mais antigos possam ser mais leves que os mais recentes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa*

4.1.1 Fase de ovo

O período médio de incubação dos ovos da segunda postura foi de 3,7 ± 0,11 dias, com viabilidade de 96,88 ± 1,38% (Tabela 1). Os dados obtidos se aproximam aos encontrados por Figueira et al. (2000) e Lira e Batista (2006).

4.1.2 Fase de larva

4.1.2.1 Duração e viabilidade

Os dados observados para a duração do período larval de *C. externa* foram semelhantes àqueles apresentados na literatura (Tabela 1). Figueira et al. (2000) observaram a duração do período larval de 10,4 dias a 24ºC, enquanto Lira e Batista (2006) verificaram um período de 10,4 dias a 25ºC quando as larvas foram alimentadas com pulgões de 3º e 4º ínstares.

No presente trabalho, a viabilidade da fase larval foi satisfatória, considerando-se que a mínima exigida para populações criadas em dieta artificial é de 75% (PARRA, 2007). A temperatura em que os insetos foram mantidos nessa fase foi adequada, embora Figueira et al. (2000) tenham observado a viabilidade ótima (100,0 %) em populações criadas a 21, 24 e 30ºC.

Tabela 1 - Duração e viabilidade das diferentes fases de desenvolvimento de *Chrysoperla externa* em condições de laboratório. Temperatura=25±10C; UR=60±10% e fotofase=14 h

Fase	Duração (dias)	Viabilidade (% ± EPM)
Ovo	3,7 ± 0,11	96,88 ± 1,38
Larva de 1º ínstar	3,29 ± 0,08	83,23 ± 3,01
Larva de 2º ínstar	3,14 ± 0,08	95,35 ± 1,86
Larva de 3º ínstar	3,62 ± 0,09	99,19 ± 0,81
Total larval	10,09 ± 0,17	78,71 + 3,30
Pupa	10,23 ± 0,34	92,62 + 2,38
Total (ovo – adulto)	23,91 ± 0,61	70,63 + 3,61

4.1.2.2 Potencial de consumo

Para cada ínstar de *C. externa* o consumo médio de ovos de *Anagasta kuehniella* foi de 85,6 ovos no primeiro ínstar, 203,39 ovos no segundo e 1179,9 ovos da traça no terceiro (Tabela 2).

Tabela 2 - Consumo médio de ovos de *Anagasta kuehniella* por *C. externa*, mantido à temperatura de 25 ± 2ºC e UR de 70 ± 10% e fotofase de 14h

	Consumo diário (ovos)	Duração do período (dias)	Consumo no período (ovos / instar)
1º ínstar	26,8 ± 10,54	3,29	85,8
2º ínstar	64,77 ± 26,33	3,14	203,39
3º ínstar	325,94 ± 128,61	3,62	1179,9

4.1.3 Fase de pupa

A duração média da fase de pupa de *C. externa* foi de 10,23 ± 0,34 dias (Tabela 1), próxima dos valores observados por Auad et al. (2003) e Figueira et al. (2000) que fui de 10,1 e 10,4 dias, respectivamente. Foi observada uma viabilidade de 92,62 ± 2,38 % na fase de pupa (Tabela 1). Os resultados foram inferiores aos observados por

Figueira *et al.* (2000), que obtiveram uma viabilidade pupal de 100% em condição similar de temperatura, a 24º C; e de 93,3 % de viabilidade a 27º C.

A duração da fase de pupa e o período total de desenvolvimento, tanto de machos como de fêmeas, não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3).

Tabela 3 - Duração média, em dias, da fase pupal e do período de ovo a adulto de machos e fêmeas de *Chrysoperla externa* em condições de laboratório. Temperatura=25±1ºC; UR=60±10% e fotofase=14 h

Sexo	Pupa	Ovo – adulto
Macho	10,22 a	23,82 a
Fêmea	10,19 a	23,93 a

Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p≤5%).

4.1.4 Fase adulta

4.1.4.1 Razão sexual

A razão sexual observada para a população estudada foi de 0,532, corroborando os dados obtidos por Figueira et al. (2000) e Lira e Batista (2006).

4.1.4.2 Longevidade de machos e de fêmeas

As fêmeas de *C. externa* apresentaram maior duração da fase adulta, quando comparadas aos machos (Tabela 4). A longevidade dos machos variou de 16 a 81 dias, enquanto a das fêmeas variou de 22 a 85 dias.

Tabela 4 - Duração média do período de pré-oviposição e longevidade de adultos de *Chrysoperla externa* criadas em laboratório. Temperatura=25±10C; UR=60±10% e fotofase=14 h

Parâmetro	Duração (dias ±EPM)
Pré-oviposição	5,86 ± 0,25
Macho	47,42 ± 3,37 a
Fêmea	55,25 ± 4,00 b
Média (macho e fêmea)	51,8 ± 2,65

Valores seguidos de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p≤5%).

4.1.4.3 Fecundidade

O período de oviposição observado foi de 30 dias, enquanto o número médio diário de ovos colocados, por fêmea, foi de 11,28, variando de 1 a 27 por dia.

Para cada fêmea, a oviposição diária observada variou com a idade dos indivíduos e os insetos alcançaram a oviposição média a partir do sexto dia de oviposição (Figura 1), ou 9 dias após a emergência dos adultos.

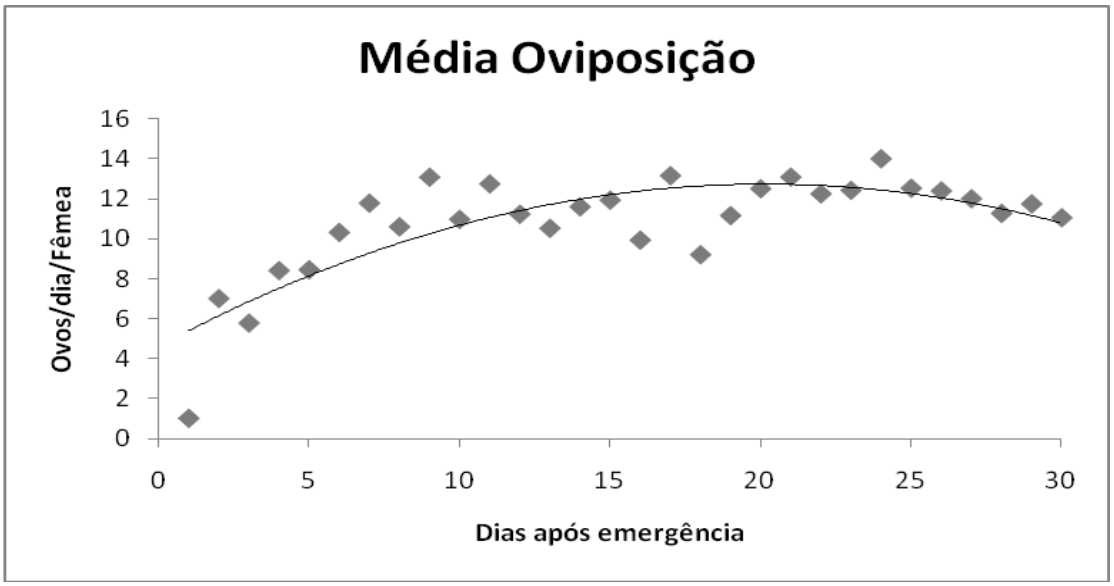

Figura 1 - Curva da capacidade de ovoposição média de *Chrysoperla externa* em condições de laboratório. Temperatura=25±10C; UR=60±10% e fotofase=14 h

4.2 Desenvolvimento de técnicas de produção de *C. externa*

4.2.1 Desenvolvimento de embalagens para comercialização de *C. externa*

Entre as embalagens testadas, as que apresentaram os melhores resultados, quanto à sobrevivência das larvas, foram as de TNT selado e as embalagens plásticas rígidas, além de serem as de menor custo por unidade. As outras embalagens testadas permitiam a fuga dos insetos.

Para os volumosos testados, a palha de arroz tratada com fosfina foi a que permitiu a maior viabilidade das larvas (Figura 2), além de apresentar baixo custo, estabilidade, permitir boa capacidade de sobreposição de embalagens para transporte e armazenamento e apresentar um formato de pequenas “conchas” que possibilitam ovos e larvas ficarem abrigados.

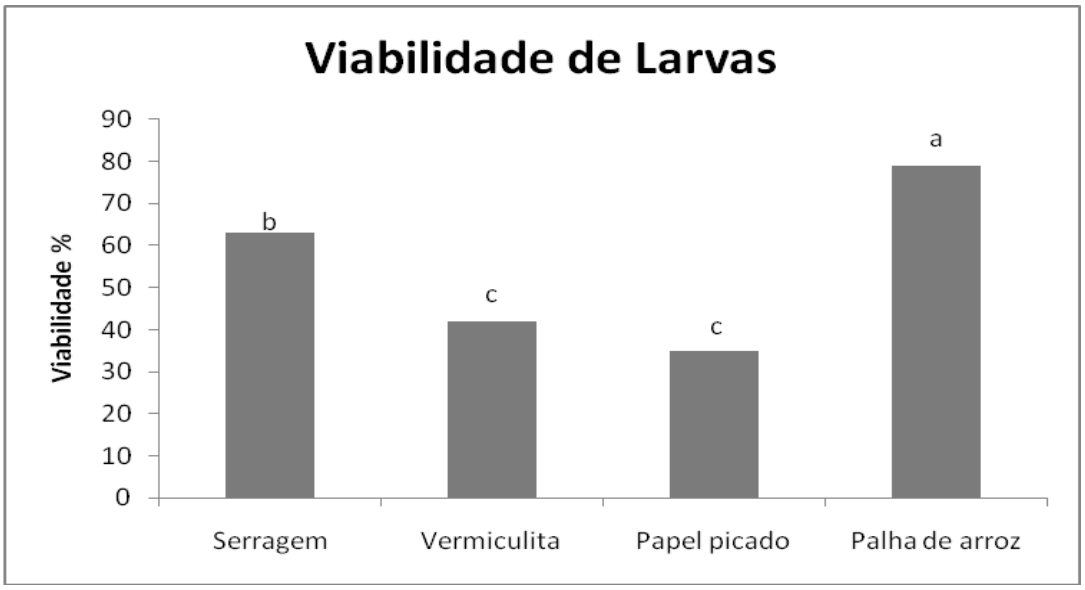

Figura 2 - Viabilidade de larvas de *Chrysoperla externa* após 5 dias em embalagens com diferentes volumosos. Tratamentos seguidos de letras distintas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p≤5%)

Como alimento alternativo oferecido dentro das embalagens, apenas os ovos de traça foram eficientes como alimento dos crisopídeos imaturos. *Tyrophagus putrescentiae* quando mortos, apesar de custaram muito menos, não foram suficiente para alimentarem as larvas; quando vivos danificaram e mataram as larvas dos insetos no momento em que estas eclodiam dos ovos ou trocavam de ínstar.

Os ovos das traças se mostraram semelhantes para alimentarem as larvas jovens. Foi selecionada a espécie *Sitotroga cerealella* para servir como alimento alternativo em razão do menor preço no mercado (R$2,00 o grama contra R$3,00 o grama de ovos de *Anagasta kuehniella*)

Com os resultados obtidos foi desenvolvida uma embalagem em forma de sachê, para a liberação gradual dos insetos, com o menor custo possível e que lhes

possibilitasse um bom tempo de armazenamento. O sachê foi montado selando a calor uma tira de TNT dobrada e cortada em pequenos saquinhos, que foram preenchidos com palha de arroz tratada, ovos de *Sitotroga cereallella* e ovos de *C. externa*; depois de cheios, os sachês foram selados na abertura e grampeados com um pequeno gancho de papel, para que fossem distribuídos na cultura. (Figura 3)

Figura 3 - Sachê desenvolvido para comercialização de *Chrysoperla externa*

4.2.2 Desenvolvimento de equipamentos para mecanização da produção de *C. externa*

Para agilizar o processo de passagem dos insetos de uma gaiola para outra, um aparelho de ventilador do tipo “cooler”, para computadores, foi acoplado a um tubo de PVC em forma de funil, com 100 mm de diâmetro na parte mais estreita. Este equipamento não foi incorporado ao sistema por falta de eficiência. Mesmo com uma corrente de ar potente, a passagem dos insetos não era facilitada, atrasando ainda mais o processo.

Com o auxílio de uma lâmina de estilete presa a um aparelho de barbear (ou estrutura similar) era feita a retirada dos ovos do papel interno da gaiola de produção,

com isso havia alto índice de perda de ovos, pois se requeriam várias passadas do instrumento pela folha de papel. Esta ferramenta foi substituída por uma lâmina única, com cerca de 30 cm de comprimento, desenhada exclusivamente para caber em uma bandeja plástica. O papel interno é passado uma única vez e os ovos ficam retidos na bandeja. Com este equipamento, o processo de retirada dos ovos, que levava cerca de 1 hora com alto índice de perdas, passou a demorar apenas de 15 a 20 minutos com um índice mínimo de perdas por rompimento do córion.

Para alimentar as larvas corretamente, como descrito por alguns pesquisadores (FREITAS, 2001), era utilizado o sistema de colagem de ovos de traças em cartolina; dimensões previamente estabelecidas destes cartões eram oferecidas a cada estádio da larva, 1, 2 e 3 pol^2 para grupos de 20 larvas de 1°. 2º e 3º ínstares respectivamente (sendo 1 pol^2 equivalente a 2,5 cm x 2,5 cm). Como a confecção destes cartões era um processo muito oneroso, foi desenvolvido um jogo de peneiras que, quando acoplado ao gargalo de um pequeno frasco com ovos de traças, cada estádio larval foi alimentado com golpes neste frasco; o uso de diferentes malhas destas peneiras, para cada ínstar, acelerou a etapa de alimentação da fase imatura.

A mesa onde foram realizados os trabalhos também recebeu um equipamento auxiliar. Uma lâmpada fluorescente potente foi instalada em local estratégico e recebeu a cobertura de um plástico apropriado que permitiu a passagem de luz sem que os insetos, atraídos por ela, entrassem em contato com a lâmpada quente e morressem.

Para embalar os ovos de maneira eficiente e mais rápida, sem a necessidade de contá-los para cada embalagem, foi desenvolvido um gabarito de cartolina onde cabem de 100 a 140 ovos por vez. Com esta técnica, o processo de embalagem que demorava cerca de 4 minutos por sachê passou a 30 segundos.

4.2.3 Armazenamento de ovos de *Chrysoperla externa*.

No cronograma de produção existem coletas de dois tipos diferentes, com ovos de 0 a 48 horas e de 0 a 72 horas. O período de armazenamento desses ovos difere bastante. Em BOD, com temperatura de 12°C $\pm$ 1°C, os ovos de 0 a 48 h são

armazenados por até 14 dias sem o comprometimento da viabilidade. Enquanto, os ovos de 0 a 72 h são armazenados por no máximo 10 dias, sem perda da viabilidade.

O maior problema da armazenagem não diz respeito à perda de viabilidade, mas sim à eclosão das larvas. Ovos em estágio mais avançado de embriogênese não suportam muito tempo de armazenamento e acabam dando origem às larvas que predarão os ovos mais novos, afetando a qualidade do lote.

4.2.4 Efeito do ambiente na qualidade dos ovos de *Chrysoperla externa* colhidos em sistema de produção em laboratório

O ambiente de produção é monitorado quanto às variações de umidade e temperatura. Foi possível observar que, em dias mais úmidos, ocorria um rompimento acentuado dos ovos durante o processo de coleta. Quando os ovos se rompem, deixam um pequeno rastro verde no papel. Observou-se que, após um período chuvoso, em que a umidade relativa do ar variou de 55 a 87%, houve um número maior de ovos rompidos.

Este fenômeno se deve ao processo lento de troca de gases do ovo com o ambiente, em razão da uma fina película de resina que reveste o córion e que, durante a postura, formará o pedúnculo característico destes insetos. Em dias mais úmidos, a resina demora mais tempo para secar e o córion do ovo permanece mole, ao contrário do que ocorre em dias mais secos, quando o enrijecimento dos ovos ocorre rapidamente, facilitando a raspagem com lâmina.

4.2.5 Análise de custo na implantação de um laboratório de produção massal de *Chrysoperla externa*.

Os custos fixos e mensais com materiais estão descritos nas tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Valores orçados na cidade de Piracicaba, no período de março a maio de 2008, com os equipamentos e materiais necessários para a produção massal de *Chrysoperla externa*

Descrição	**Quantidade**	**Valor unitário**	**Total**
Estantes metálicas	5	R$ 85,00	R$ 425,00
Divisórias estantes	30	R$ 11,00	R$ 330,00
Cano PVC 100 mm	40 m	R$ 2,95	R$ 118,00
Cano PVC maior 150 mm	1 m	R$ 8,40	R$ 8,40
Tunil	15 m^2	R$ 2,29	R$ 34,29
Potes para larvas 395 ml liso	300 uni	R$ 0,27	R$ 80,64
Lamina estilete Pct c/ 10	2 pct	R$ 1,70	R$ 3,40
Caixa de clipes de papel	2 cx	R$ 6,75	R$ 13,50
Vidros de penicilina	240 uni	R$ 0,50	R$ 120,00
Luminária de mesa	1 uni	R$ 20,00	R$ 20,00
Lâmpada fluorescente	2 uni	R$ 18,50	R$ 37,00
Elásticos	2 cx	R$ 1,58	R$ 3,16
Papel carta	3 pct	R$ 19,76	R$ 59,28
Fita crepe grande	3 rolo	R$ 4,31	R$ 12,93
Serra de arco	1 uni	R$ 9,00	R$ 9,00
		Total	**R$ 1.274,60**

Tabela 6 - Gastos mensais na produção de *Chrysoperla externa* no período de março a maio de 2008

Descrição	**Quantidade**	**Valor unitário**	**Total**
Ovos de *Sitotroga cerealella*	200 g	R$ 2,00	R$ 400,00
Água	1 m^3	R$ 30,00	R$ 30,00
Luz	266,7 Kw/h	R$ 0,29	R$ 77,33
Funcionário	1 uni	R$ 548,26	R$ 548,26
Aluguel	1 uni	R$ 350,00	R$ 350,00
Papel carta	2 pct	R$ 19,76	R$ 39,52
		Total	**R$ 1.645,11**

Os dados descritos não consideram valores de menor significância sobre o montante final, como embalagens e canetas, entre outros. Também não estão descritos

custos indiretos à produção, como divulgação/marketing e assistência técnica aos produtores.

Avaliando estes custos com o potencial produtivo do sistema, obtém-se o seguinte potenciai de produção: com 120 gaiolas em produção temos uma coleta de cerca de 300 ovos a cada 2 dias por gaiola. Desta forma é possível obter 18000 ovos por dia; trabalhando 6 dias por semana, produzem-se 432.000 ovos por mês.

Esta é uma estimativa potencial, pois as perdas durante a produção chegam a ser muito altas, tanto pela perda de ovos por manuseio, como por perda de vigor de produção nas gaiolas ao longo do tempo.

Em estudo prévio realizado com 15 gaiolas com apenas 1 casal cada, por um período de 40 dias, de 6 de julho a 13 de agosto de 2008, foram avaliadas a cada 2 ou 3 dias (segundas, quartas e sextas-feiras); os ovos foram contados em cada coleta e os dados transformados para ovos/fêmea/dia. Os resultados mostram uma queda na produtividade por gaiola com um pico próximo a um mês após a emergência do adulto.

Os resultados observados (Figura 4) mostram uma curva na produtividade do sistema; esses dados devem ser analisados com certa cautela, pois trata-se de gaiolas com apenas 1 casal isolado, que, por receber maiores atenções, não sofre do mesmo estresse de gaiolas com até 10 casais em produção. Índices como fuga e morte por manuseio não entraram nesta avaliação. Acredita-se que, quando um módulo de produção for avaliado com o mesmo rigor, a variação da linha de tendência da média dos ovos coletados será mais intensa, sinal provável de uma perda de produtividade mais acentuada ao longo do tempo.

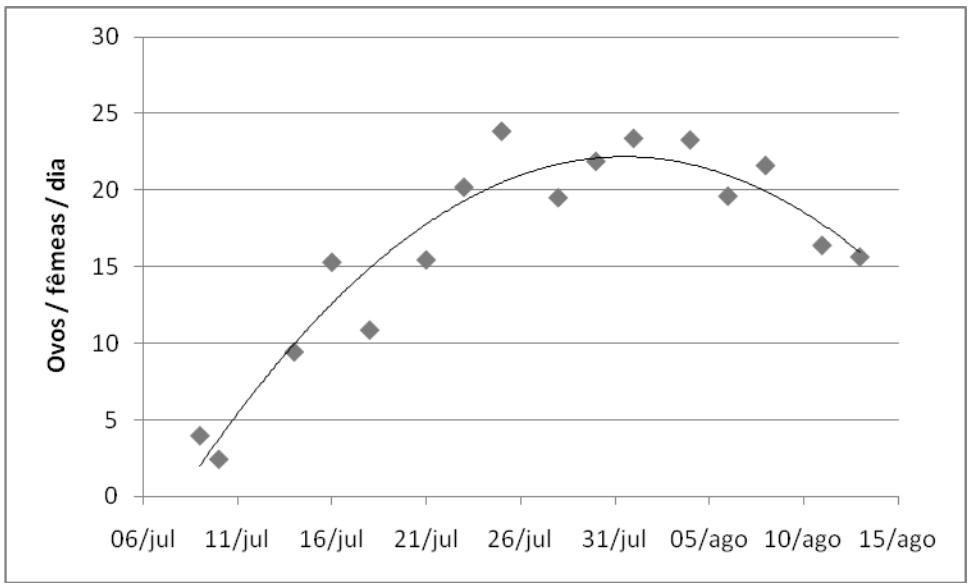

Figura 4 – Número médio ovipositado por cada fêmea de *Chrysoperla externa,* diariamente

4.2.6 Logística de produção de *C. externa* em laboratório

Para se estabelecer uma produção constante, é preciso escalonar algumas operações que atendam uma demanda constante. Com a estrutura montada e conhecendo o período ideal de oviposição da espécie, foi desenvolvido um sistema baseado em módulos e no fato de que *C. externa* tem um período de pré-oviposição de pouco menos de 1 semana e oviposita bem durante até 60 dias. São utilizados 7 módulos de produção, com 6 deles em colheita e um em descanso (pré-oviposição).

A cada semana um novo módulo com 20 gaiolas é montado, e outro de 7 semanas antes, é descartado. O sistema desde a sua implantação está delineado no esquema a seguir com os diferentes módulos indicados pelas letras de A a G. (Figura 5)

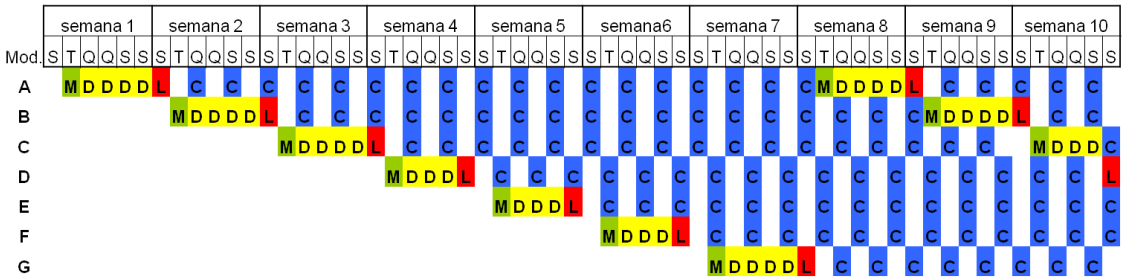

Figura 5 - Esquema de escalonamento de produção de *Chrysoperla externa* em laboratório; (M) montagem; (D) descanso; (L) limpeza e descarte dos ovos; (C) coleta de ovos

As larvas são produzidas em potes plásticos de 300 ml, onde se colocam pedaços de papel absorvente, de maneira a aumentar a área disponível para os insetos se esconderem uns dos outros, com conseqüente diminuição do canibalismo. Em cada pote são colocados 20 ovos de 0 a 48 h; após 2 dias, os potes recebem ovos de *Sitotroga cerealella,* alimento fornecido a cada 3 ou 4 dias até o início da fase de pré-pupa. Na fase larval o alimento é controlado, de maneira a se obter um sucesso de apenas 25%. Para, intencionalmente, incentivar o canibalismo entre as larvas e estimular a capacidade de busca dos predadores. Além de otimizar o uso dos ovos de traça fornecidos como alimento, está tática reduz os custos de produção. Após a pupação todos os casulos são coletados e separados em uma câmara de emergência, que contribui para a troca de material genético dentro da população de laboratório.

4.3 Uso do anticontaminante Nipagin na dieta de *Chrysoperla externa*

4.3.1 Capacidade de oviposição

Em uma produção comercial de agente biológico, a capacidade de oviposição é o fator mais importante para a produtividade; neste caso, mais vale saber como potencializá-lo. A intensidade e a qualidade da oviposição dos insetos são mais fundamentais quanto maior forem, mesmo que estas características não sejam iguais às encontradas naturalmente na espécie.

As matrizes, insetos coletados para se formar a população, devem expressar ao máximo a capacidade reprodutiva. A fim de estimular positivamente os insetos, todos os fatores envolvidos devem ser considerados: temperatura, luz, umidade, processos, materiais, além da nutrição. Em diversos grupos de insetos, além do alimento fornecido, deve-se estar atento à conservação de organismos simbiontes presentes.

Em muitos insetos a interação com outros organismos não é completamente conhecida. Desta forma, a ingestão de anticontaminantes, como o nipagin, pode interferir na sua biologia.

Durante a coleta é importante ressaltar os problemas desta operação. Da mesma forma que, em uma produção comercial, ao separar os ovos, eles devem estar com o córion enrijecido o suficiente para não se romperem ao serem raspados do papel. Ovos recém-colocados se rompem facilmente e espalham sobre o papel restos de vitelo, que possivelmente poderiam servir de alimento aos adultos, mascarando os resultados.

Ao se relacionar tendência do total ovipositado em cada repetição com a porcentagem de nipagin na dieta (Figura 6), é possível observar que não existe efeito direto sobre a capacidade de oviposição total dos insetos nas dosagens testadas.

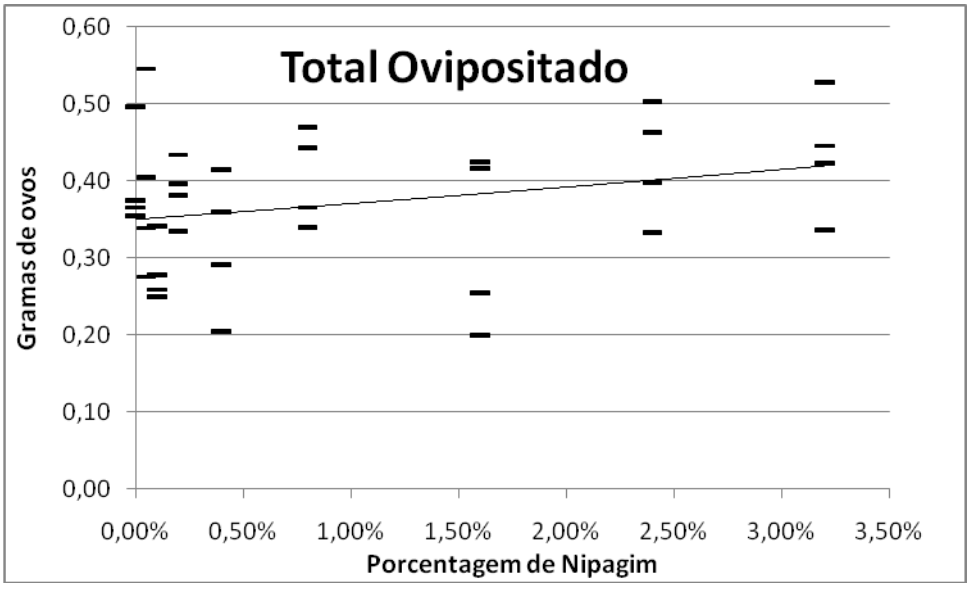

Figura 6 - Soma total de todos os ovos de *Chrysoperla externa* pesados no tocante à porcentagem de nipagin contida na dieta

Ao se calcular a média de todos os tratamentos, (inclusive SM) têm-se os dados sobre oviposição total (Figura 7).

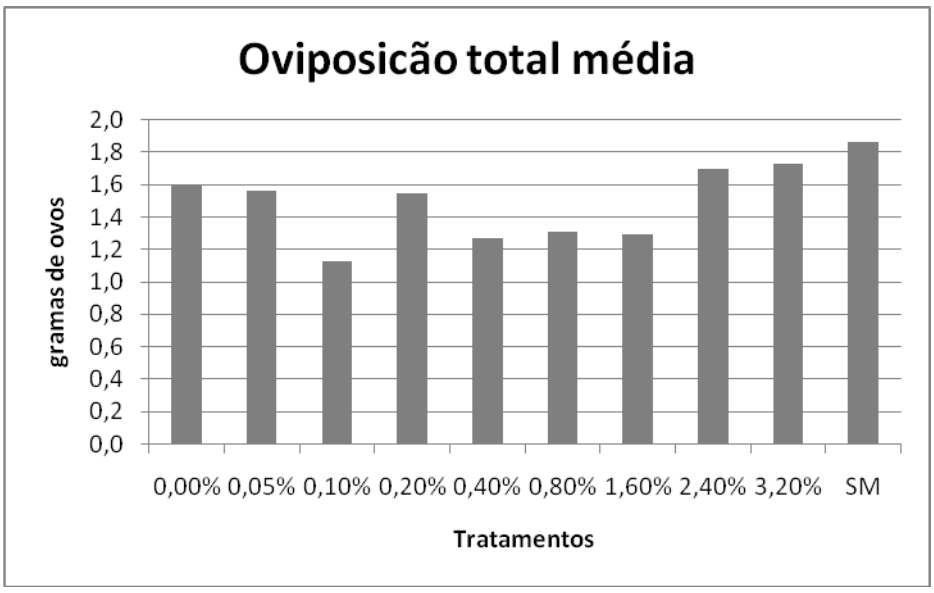

Figura 7 - Médias das oviposições totais de *Chrysoperla externa* nos diferentes tratamentos. (SM = Supermistura)

Com estes dados é possível observar maior oviposição no tratamento com a mistura complexa de ingredientes (SM) e, também, nas maiores doses de nipagim.

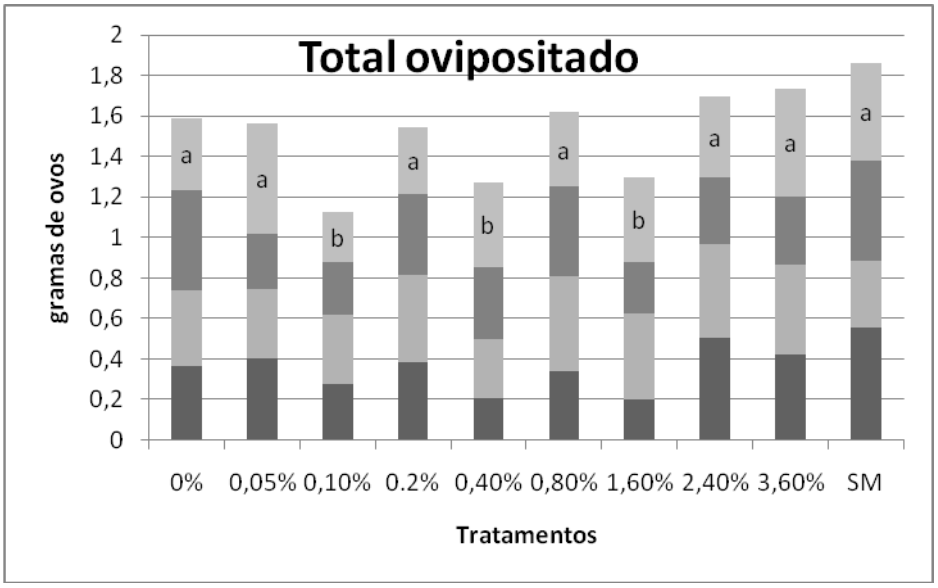

Figura 8 - Total ovipositado por *Chrysoperla externa* em gramas, identificando em cada coluna a participação de cada repetição, com tratamentos de diferentes concentrações de nipagin de 0%; 0,05%; 0,1%; 0,2%; 0,4% ; 0,8%; 1,6%; 2,4%; 3,2% e a supermistura (SM) Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p≤5%)

A análise estatística dos dados mostra que existe diferença entre a menor oviposição total (0,1% de nipagin) de 1,1266 g, e a maior, com o tratamento (SM), 60,45% maior, com 1,8635 g totais. Mesmo apresentando tratamento com diferenças estatísticas entre si, não é possível determinar uma relação da dose de nipagin com esta diferença.

Ao longo do tempo os tratamentos mostraram uma produção diária com muitas variações. Para definir este fator foram somados os pesos de ovos avaliados em cada repetição, dividindo pelos dias entre uma avaliação e outra; e assim, obteve-se o potencial produtivo de cada tratamento ao longo do tempo. Este fator é importante, pois diferente do conceito de potência de oviposição, discutido a seguir, não considera o número de fêmeas nas gaiolas, pois sabe-se que fêmeas nestas circunstâncias e em gaiolas com lotações maiores reduzem a oviposição diária.

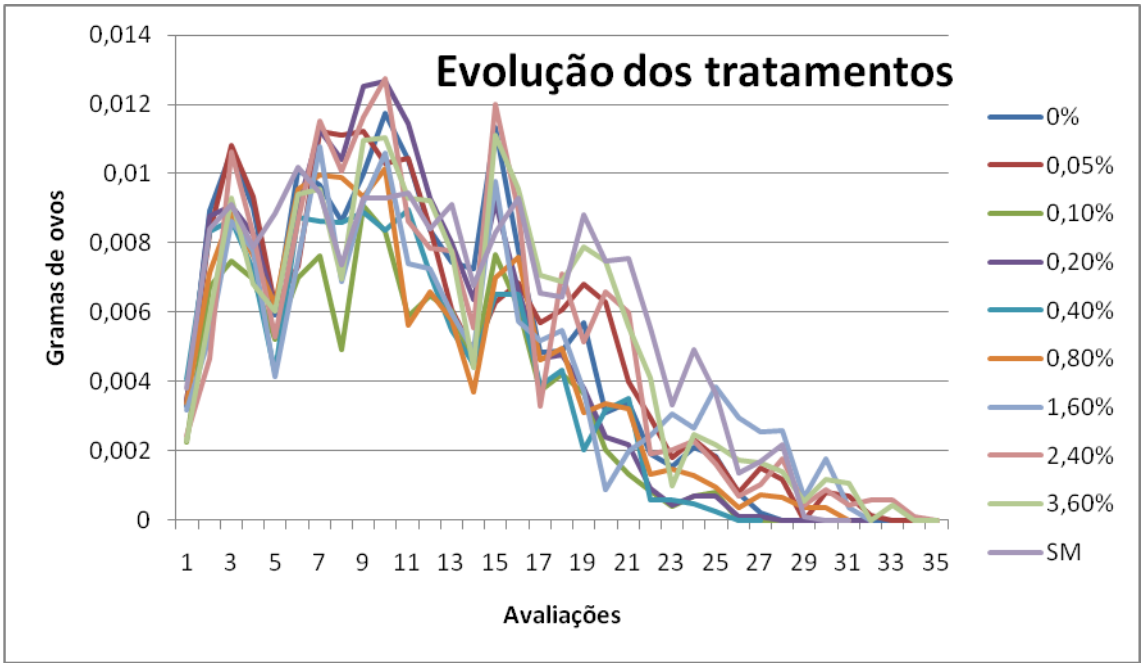

Figura 9 - Variação da oviposição diária de *Chrysoperla externa* nos diferentes tratamentos ao longo do tempo. (SM = Supermistura)

As oviposições totais também não são um parâmetro totalmente demonstrativo, pois ocultam fatores como a “potência” da capacidade de oviposição, porque, em uma produção comercial, não basta que o sistema tenha um grande montante final, pois um

longo tempo de oviposição requer maior espaço para criação, maior tempo de manipulação e, consequentemente, maiores custos.

4.3.2 Longevidade de adultos

Os crisopídeos apresentam leveduras como microorganismo simbiótico. No caso de *Chrysoperla externa*, a espécie de levedura presente no mesêntero do inseto é do gênero *Torulopsis*. A levedura presente no trato digestivo do inseto auxilia na transformação do alimento ingerido e, por consequência, participa diretamente da nutrição do indivíduo. A carência de elementos essenciais afeta, além de outros fatores da biologia do inseto, sua longevidade. As fêmeas, responsáveis pela constante oviposição, devem ser mais afetadas pela desnutrição; demonstram, portanto, mais facilmente se o anticontaminante utilizado tem efeito negativo sobre a levedura simbiótica (Tabela 7).

Tabela 7 - Longevidade média das fêmeas de *Chrysoperla externa* nos diferentes tratamentos com anticontaminate (SM = Supermistura)

Tratamento	**Longevidade das fêmeas (dias)**
0% (Testemunha)	48,30 ± 0,37 a
0,05% (Nipagin)	41,75 ± 0,39 b
0,1% (Nipagin)	36,55 ± 0,47 b
0,2% (Nipagin)	43,40 ± 0,39 b
0,4% (Nipagin)	40,35 ± 0,41 b
0,8% (Nipagin)	36,93 ± 0,37 b
1,6% (Nipagin)	39,30 ± 0,39 b
2,4% (Nipagin)	54,15 ± 0,44 a
3,2% (Nipagin)	52,75 ± 0,37 a
S.M. (sem Nipagin)	56,00 ± 0,41 a

Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 5\%$)

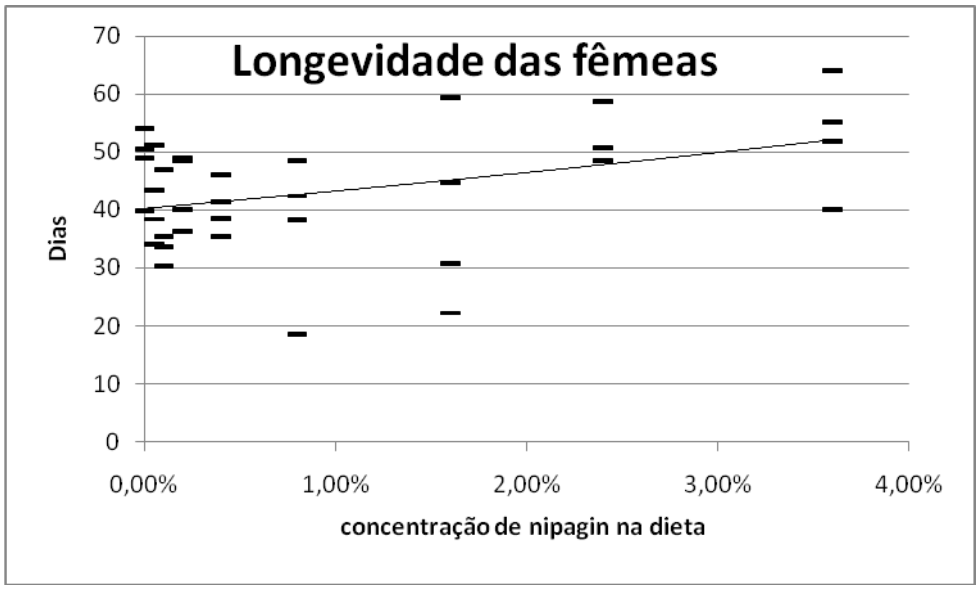

Figura 10 – Flutuação da longevidade das fêmeas de *Chrysoperla externa* com diferentes doses de nipagin

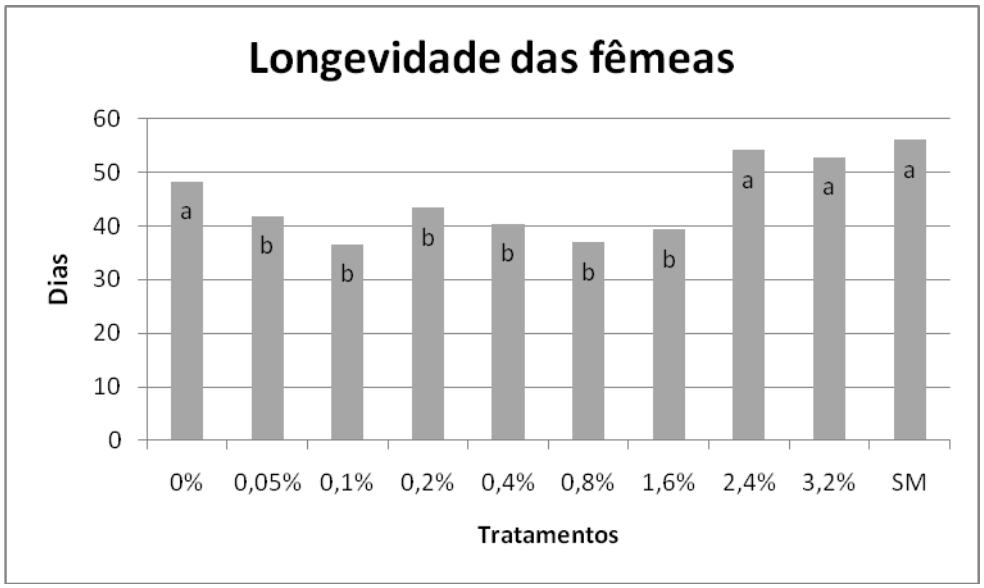

Figura 11 - Longevidade média das fêmeas de *Chrysoperla externa* para cada tratamento com diferentes concentrações de nipagin de 0%; 0,05%; 0,1%; 0,2%; 0,4% ; 0,8%; 1,6%; 2,4%; 3,2% e a supermistura (SM). Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 5\%$)

Não é possível observar diferença que indique a relação do anticontaminante nipagin com a longevidade das fêmeas (Figura 10), apesar de os tratamentos com

maior dose apresentarem duração maior do que 50 dias, valor próximo ao resultado da supermistura (Figura 11).

É possível afirmar que o tratamento com a dieta complexa (SM), não foi a que apresentou a maior contaminação por fungos, como era de se esperar, por não conter anticontaminantes e conter uma grande variedade de ingredientes de origens distintas. Ainda assim este tratamento desenvolveu a maior longevidade nas fêmeas, mostrando que, provavelmente, supre melhor as necessidades dos insetos.

Os machos também foram avaliados quanto ao efeito do nipagin na sua longevidade (Figura 12), já que a produção econômica e eficiente destes predadores em laboratório depende da frequência de acasalamento, como afirmam Sheldon e MacLeod (1974). Ribeiro e Carvalho (1991) verificaram que fêmeas de *Chrysoperla externa*, quando mantidas permanentemente com os machos, produziram 1139 ovos. Todavia, quando as fêmeas acasalaram uma única vez, a produção foi de 531,6 ovos. Para as fêmeas virgens, a produção caiu para 67,34 ovos. Foram confrontados os dados do experimento com nipagin e o tratamento com a Supermistura (SM) (Figura 13).

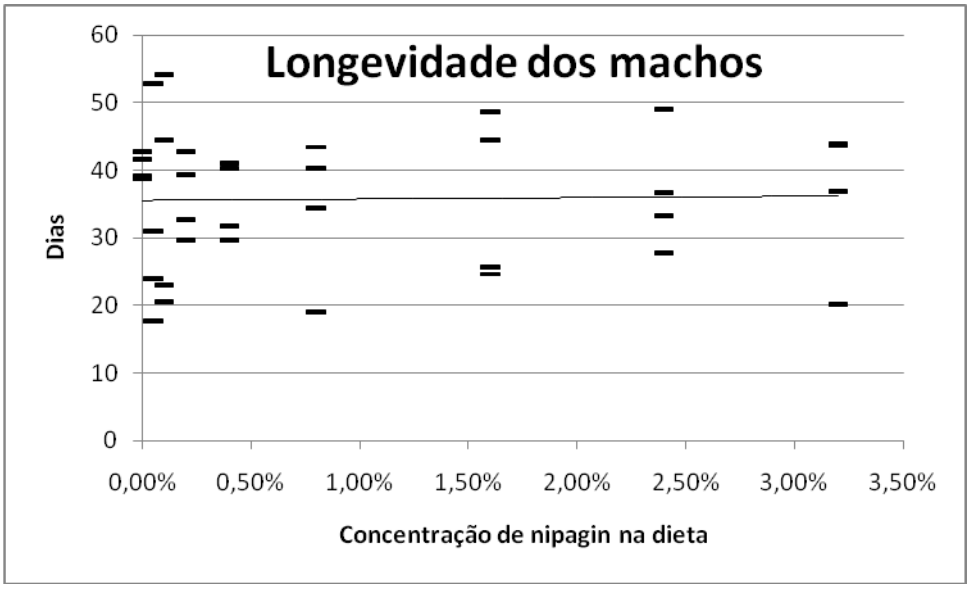

Figura 12 - Longevidade média dos machos de *Chrysoperla externa* para cada dose de nipagin

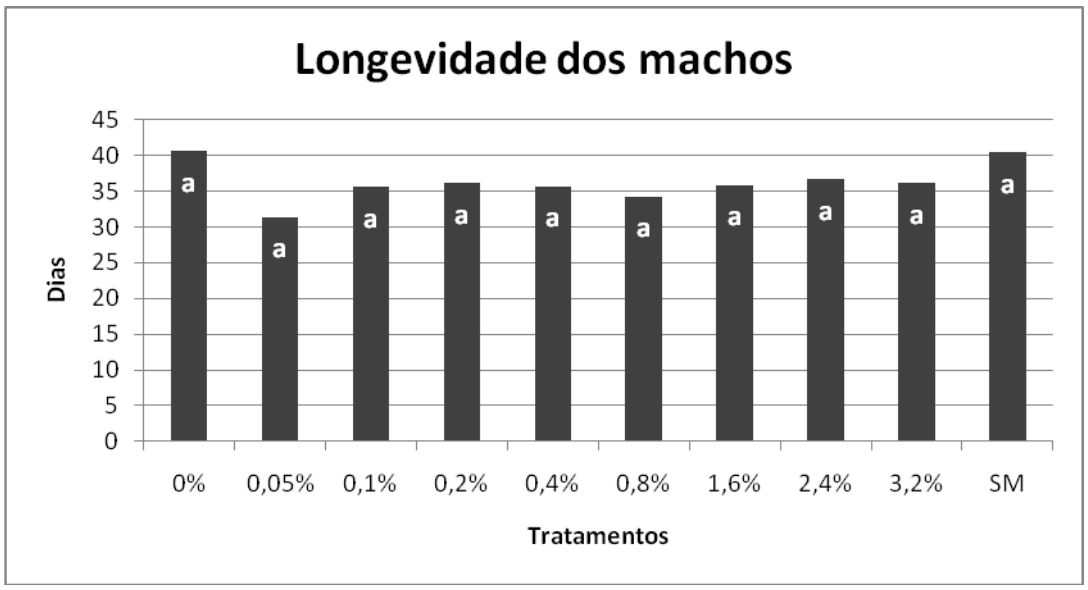

Figura 13 - Longevidade média dos machos de *Chrysoperla externa* para cada tratamento nas diferentes concentrações de nipagin de 0%; 0,05%; 0,1%; 0,2%; 0,4% ; 0,8%; 1,6%; 2,4%; 3,2% e a supermistura (SM). Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p≤5%)

Ao se comparar a longevidade de machos e fêmeas observa-se que a das fêmeas é sempre maior (Figura 14)

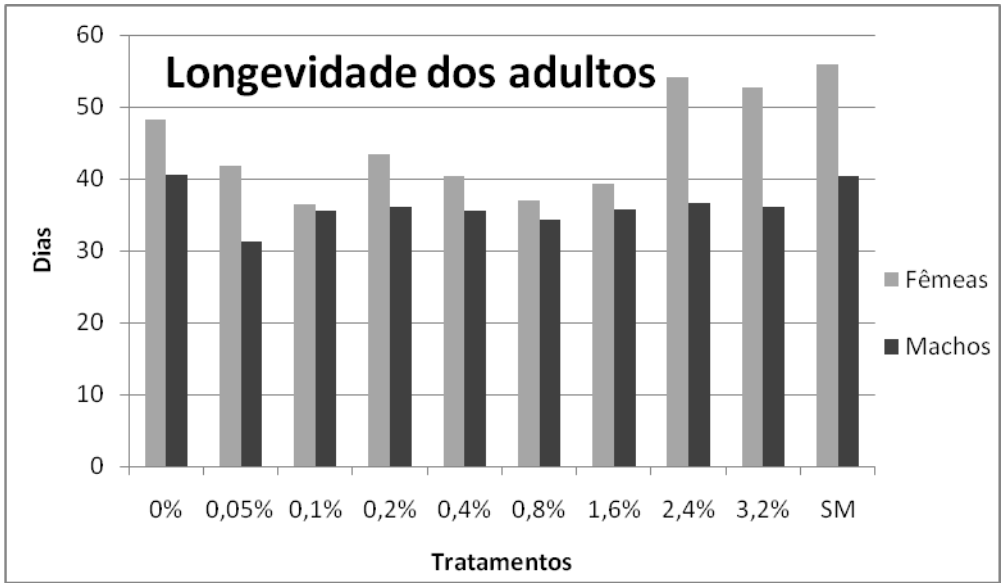

Figura 14 - Longevidade média de fêmeas e machos de *Chrysoperla externa* para cada tratamento com as concentrações de nipagin de 0%; 0,05%; 0,1%; 0,2%; 0,4% ; 0,8%; 1,6%; 2,4%; 3,2% e a supermistura (SM)

4.3.3 Contaminação do alimento oferecido

A cada troca de alimentador, este poderia ou não estar tomado por colônias de fungos e/ou bactérias. O fungo que esteve presente na maioria dos casos foi identificado como sendo do gênero *Rhyzopus*. Dividindo o número de presença de colônia microbiana pelo número de trocas, obtém-se um dado em porcentagem de vezes em que ocorreu colônia (Tabela 8 e Figura 12).

Tabela 8 - Relação de infestação fúngica nos alimentadores de adultos dentro dos tratamentos analisados (SM = Supermistura)

Tratamento	Porcentagem de contaminação Fúngica Avaliada
0% (Testemunha)	81,6% a
0,05% (nipagin)	73,7% a
0,1% (nipagin)	79,9% a
0,2% (nipagin)	76,7% a
0,4% (nipagin)	81,4% a
0,8% (nipagin)	71,7% a
1,6% (nipagin)	71,9% a
2,4% (nipagin)	71,4% a
3,2% (nipagin)	81,3% a
SM (sem nipagin)	75,2% a

Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 5\%$).

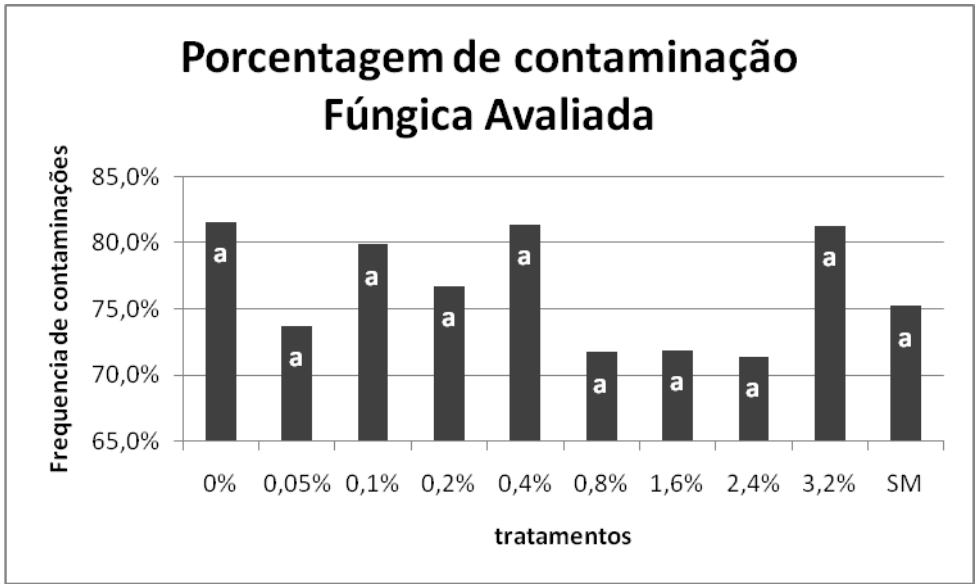

Figura 13 - Porcentagem de contaminação presente nas concentrações de nipagin de 0%; 0,05%; 0,1%; 0,2%; 0,4% ; 0,8%; 1,6%; 2,4%; 3,2% e a supermistura (SM). Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p≤5%)

Registrou-se a resposta do fungo à quantidade de nipagin adicionada à dieta (Figura 14). Ao excluir o tratamento com a supermistura, por não conter o nipagin, e trabalhar apenas com os dados mais próximos do recomendado pelo fabricante, de 0 % até 2,4 %, excluindo o tratamento com 3,2 %, pode-se desenhar uma tendência dos pontos (Figura 15).

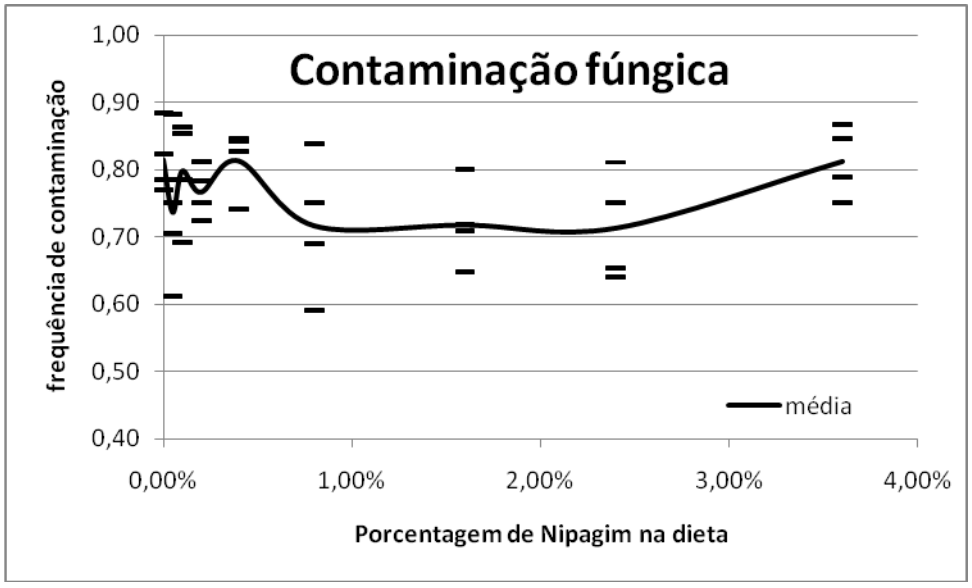

Figura 14 - Porcentagem de contaminação nos alimentadores de *Chrysoperla externa,* com as diferentes doses de nipagin destacando a média obtida nos tratamentos

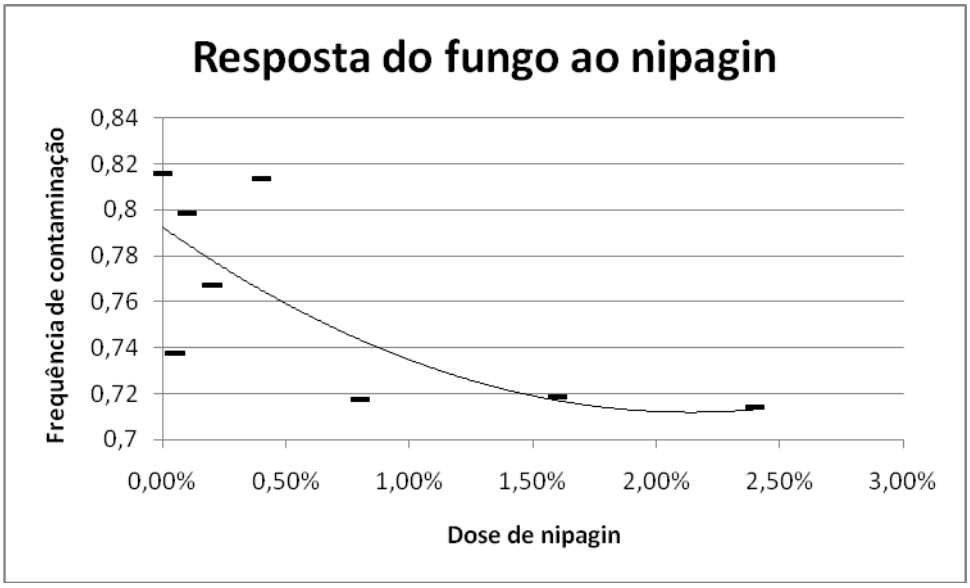

Figura 15 - Porcentagem de contaminação fúngica nos alimentadores de *Chrysoperla externa,* com as diferentes doses de nipagin dentro da faixa recomendada pelo fabricante

Em uma produção massal, deve-se analisar a necessidade de operações e insumos frente à produtividade final. No referido processo, o uso do anticontaminante apresentou ganho de eficiência de apenas 10,2 %, valor pouco significativo quando se avaliam os custos dessa operação. Certamente este processo estaria excluído do sistema de produção.

É possível concluir que, afetando ou não a biologia de *Chrysoperla externa*, o anticontaminante nipagin não é eficiente no controle de colônias fúngicas neste sistema de produção.

4.3.4 Potência de oviposição

Relacionando os dados de capacidade de oviposição e longevidade, obtém-se o fator de potência média. Quando somadas as repetições em cada tratamento gera-se a potência de oviposição (Figura 16).

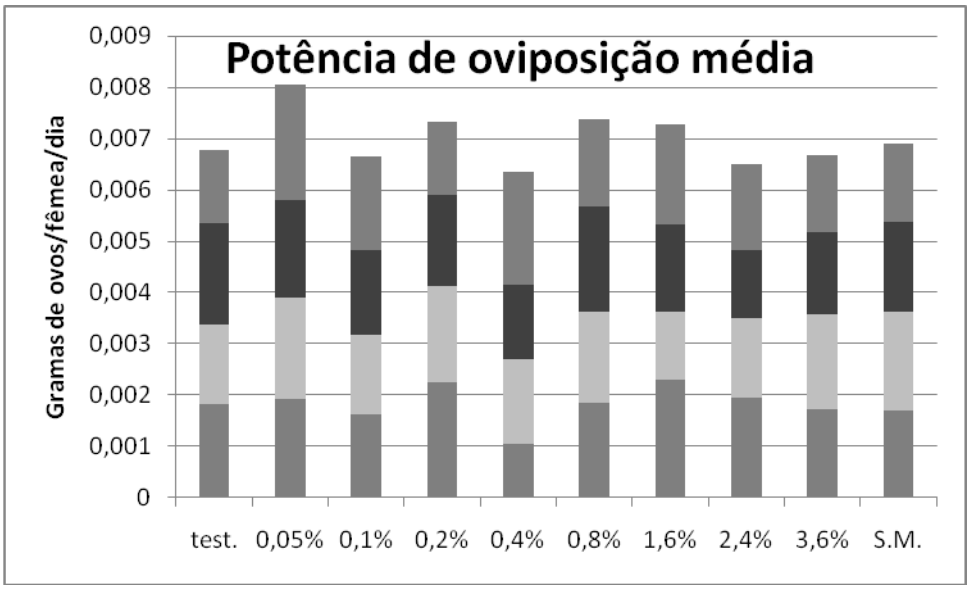

Figura 16 - Médias de potência de oviposição de *Chrysoperla externa* por tratamento. (SM = Supermistura)

É possível observar (Figura 16) que não existe uma relação direta da dose de nipagin contida no alimento ou na composição da dieta, com o potencial de oviposição.

Observada a variação dessas potências de oviposição ao longo do tempo e, comparados os tratamentos, conclui-se que não existe tratamento que se destaque dos demais. Para este cálculo somou-se cada repetição realizada por dia, em cada tratamento, obtendo-se as médias dos tratamentos ao longo do tempo (Figura 17)

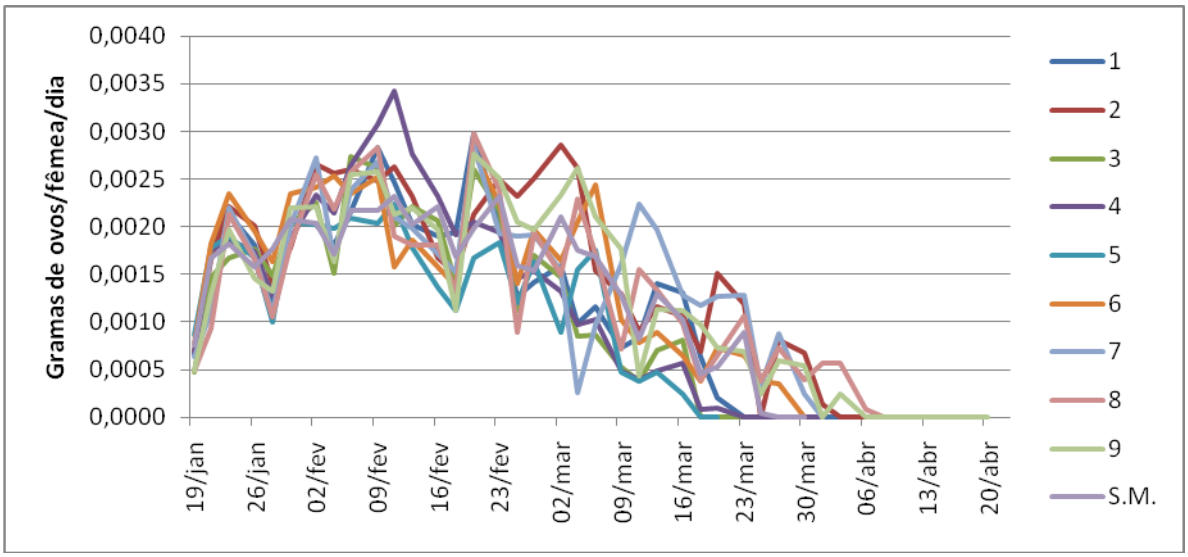

Figura 17 - Variação da potência de oviposição de *Chrysoperla externa* média de cada tratamento. Sendo 1 – testemunha; 2 – 0,05%; 3 – 0,1%; 4 – 0,2%; 5 – 0,4%, 6 – 0,8%; 7 – 1,6%; 8 – 2,4%; 9 – 3,2% e SM – supermistura

Ao se calcularem as linhas de tendências polinomiais, que mais se adequam ao proposto e se excluírem as linhas dos tratamentos, é possível verificar a diferença do comportamento da potência de oviposição dos crisopídeos nos diferentes tratamentos (Figura 18).

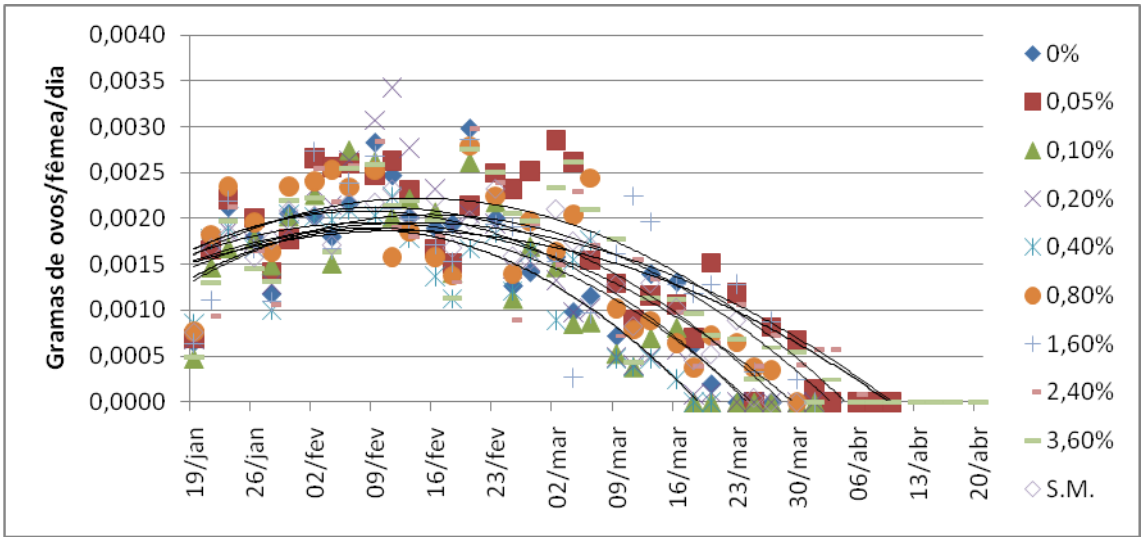

Figura 18 - Tendências das potências de oviposição com diferentes concentrações de nipagin e SM (supermistura) na dieta de *Chrysoperla externa*

4.3.5 Peso dos ovos

Os valores foram aferidos com um termohigrômetro junto às gaiolas de criação (Tabela 9)

Tabela 9 - Médias dos pesos de 5 grupos de 100 ovos de *C. externa* em dias diferentes

	Umidade	Temperatura	Peso médio de 100 ovos em gramas	
dia	Máx e Mín em %	Máx e Mín em °C	2 dias	3 dias
11/jan	45 -78	24 - 30	0,0087	0,0088
28/jan	78 - 88	22 - 24	0,0092	0,0092
06/fev	60 - 83	23 - 28	0,0088	0,0091
		médias	**0,0089 a**	**0,0090 a**

Na comparação desses dados (figura 19), as subunidades de cada coluna referem-se a uma amostragem :

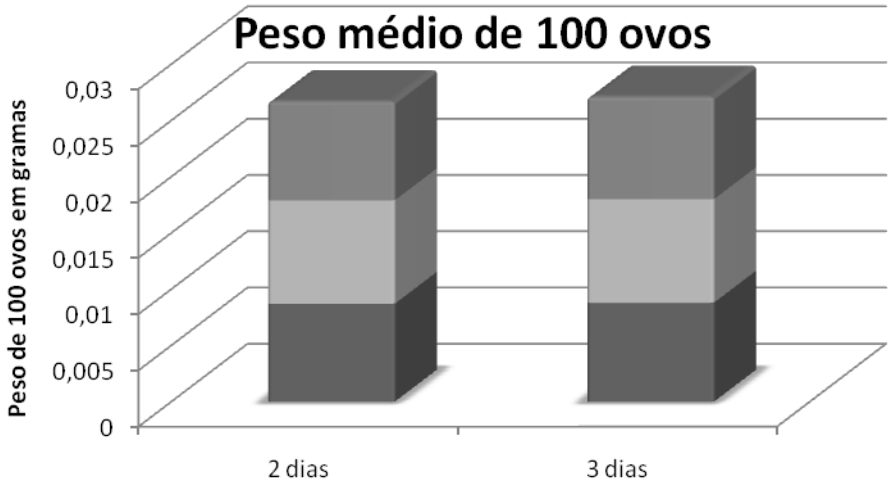

Figura 19 - Médias do peso de 100 ovos de *C. externa,* em 3 dias diferentes

Não houve diferença estatística entre os dois grupos de ovos, mostrando que não há perda de peso, quando colhidos a cada dois ou três dias. Isto se deve ao fato de que os ovos de primeiro, segundo e terceiro dias ficam misturados. Os ovos com poucas horas de postura acabam se rompendo com a raspagem dos ovos pela lâmina.

A pouca perda de água dos ovos de crisopídeos provavelmente se dá pela substância adesiva liberada pela fêmea, no momento de formação do pedúnculo. A substância pegajosa secretada por glândulas auxiliares da fêmea adere-se ao substrato de oviposição e é esticada por cerca de 5 mm para formar um fio. A fêmea aguarda até o pedúnculo secar e ficar firme, só então o ovo é liberado. Com esse procedimento, o córion do ovo acaba ficando revestido por esta substância, minimizando a perda de água.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os aspectos biológicos observados de *Chrysoperla externa* permitem sua produção no sistema proposto, com manipulação dos adultos durante 49 dias e com os 7 primeiros sem coleta dos ovos.

As adaptações no sistema de produção permitem um ganho significativo em redução de custos e eficiência operacional.

O uso do anticontaminante nipagin em dietas, para a criação massal de *Chrysoperla externa*, não reflete um ganho de produtividade significativo, por conseguinte é considerada desnecessária sua utilização.

REFERÊNCIAS

ABID, M.K.; TAWFIK, M.F.S.; AL-RUBEAE, J.K. The life history of *Chrysopa septempunctata* Wesm. (Neuroptera: Chrysopidae) in Iraq. **Bulletin Biology Reseach Center**, Baghdad, v.10, n.1, p.89–104, 1978.

ADAMS, P.A. A new subspecies of *Chrysoperla externa* (Hagen) from Cocos Island, Costa Rica (Neuroptera: Chrysopidae). **Bulletin Southern California Academy of Science**, Los Angeles, v. 82, n. 1, p. 42-45, 1983.

ADAMS, P.A.; PENNY, N.D. Neuroptera of the Amazon Basin. II. Introduction and Chrysopini. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 15, n. 3/4, p. 413-479, 1985.

AGNEW, C.W.; STERLING, W.L.; DEAN, D.A. Notes on the Chrysopidae and Hemerobiidae of Eastern Texas with keys for their identification. **The Southwestern Entomologist**, Weslaco, v. 4, p. 1-20, 1981. Supplement.

ALBUQUERQUE, G.S.; TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Life history in Central and South America. **Biological Control,** Orlando, v. 4, p. 8-13, 1994.

ASPÖCK, U. Cladistic analysis of Neuroptera and their systematic position within Neuroperidae (Insecta: Holometabola: Neuroptera). **Systematic Entomology**, Oxford, v.26, n.1, p.73-86, Jan. 2001.

BARNES, B.N. The life history of *Chrysopa zastrowi* Esb- Pet. (Neuroptera, Chrysopidae). **Journal of the Entomological Society of Southern Africa**, Pretoria, v. 38, n. 1, p. 47- 53, 1975.

BEZERRA, C.E.S.; NOGUEIRA, C.F.H.; SOMBRA, K.D.S.; DEMARTELAERE, A.C.F.; ARAUJO, E.L. de. Crisopídeos (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE): aspectos biológicos, potencial de utilização e perspectivas futuras. **Revista Caatinga,** Mossoró, v. 22, n. 3, p. 1-5, 2009.

BEZERRA, G.C.D.; SANTA-CECILIA, L.V.C.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. 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**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 603-610, jul./ago. 2006.

BOLLER, E.F.; CHAMBERS, D.L. Quality aspects of mass reared insects. In: RIDGWAY, R.L.; VINSON, S.B. **Biological control by augmentation of natural enemies.** New York: Plenum, 1977. p. 219-235.

BORROR, D.J.; DELONG, D.M. **Introdução ao estudo dos insetos**. São Paulo: Edgard Blucher, 1988. 653 p.

BROOKS, S.J.; BARNARD, P.C. The green lacewings of the world: genus *Chrysoperla* (Neuroptera: Chrysopidae). **Bulletin of the British Museum of Natural History (Entomology),** London, v. 63, n. 2, p. 117-286, 1990.

CANARD, M.S., PRINCIPI, M.M. Life histories and behavior. In: CANARD, M.; SÉMERIA, Y.; NEW, T.R. (Ed.). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: W. Junk, 1984. p. 92-100.

CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: BUENO, V.H.P. (Ed.). **Controle biológico de pragas:** produção massal e controle de qualidade. Lavras: UFLA, 2000. p. 91-109.

COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY. **Integrated pest management**. Washington: US Government Printing Office, 1972. 41 p.

DE BORTOLI, S.A.; CAETANO, A.C.; MURATA, A.T.; OLIVEIRA, J.E.M. Desenvolvimento e capacidade predatória de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes presas. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, João Pessoa, v. 6, p. 145–152, 2006.

DEBACH, F.. **Biological control by natural enemies.** Cambridge: University Press, 1974. 323 p.

FIGUEIRA, L.K.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Biologia e exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, p. 319-326, 2000.

FIGUEIRA, L.K.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. 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**, Lavras, v. 26, p. 1439-1450, 2002. Edição Especial.

FINNEY, G.L. Culturing *Chrysopa californica* and obtaining eggs for field distribution. **Journal of Economic Entomology,** College Park, v. 4, p. 719-721, 1948.

FINNEY, G.L. Mass-culturing *Chrysopa californica* to obtain eggs for field distribution. **Journal of Economic Entomology,** College Park, v. 43, p. 99-100, 1950.

FLESCHNER, C.A. Studies on searching capacity of the larvae of three predators of the citrus red mite. **Hilgardia,** Berkeley, v. 20, n. 13, p. 233–265, Oct. 1950.

FOERSTER, L.A. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitóides. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. **Controle biológico no Brasil**. São Paulo: Manole 2002. p. 95-114.

FREITAS, S.; FERNANDES, O.A. Crisopídeos em agroecossistemas. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 5., 1996, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: EMBRAPA,CNPSO, 1996. p. 283-287.

FREITAS, S.; PENNY, N. The green lace-wings (Neuroptera: Chrysopidae) of Brazilian agro-ecosystems. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, San Francisco, v. 52, n. 19, p. 245-398, 2001

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 2002. 920 p.

GEPP, J. Morphology and anatomy of the preimaginal stages of Chrysopidae: A short survey. In: CANARD, M.; SÉMERIA, Y.; NEW, T.R. (Ed.). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: W. Junk, 1984. p. 9-19.

GLASS, E. H. **Integrated pest management rationale, potential, needs and implementation.** Maryland: Entomological Society of America, 1975. 141 p. (Special Publication, 75-2).

HADDAD, M.L.; MORAES, R.C.B.; PARRA, J.R.P. **Modelos bioestatísticos aplicados à entomologia.** Piracicaba: ESALQ, 1995. 44 p.

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

HAGEN, K.S.; TASSAN, R.L. The influence of food wheast and related *Saccharomyces fragilis* yeast products on the fecundity of *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 102, n. 7, p. 806-811, 1970.

JONES, S.L.; LINGREN, P.D.; BEE, M.J. Diel periodicity of feeding, mating and oviposition of adult *Chrysopa carnea*. **Annals of the Entomological Society of America,** Maryland, v. 70, n. 1, p. 43–47, 1977.

KOGAN, M. Criação de insetos: bases nutricionais e aplicação em programas de manejo de pragas. In*:* CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 6., 1980, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1980. p. 45-75.

LENTEREN, J.C. Critérios de seleção de inimigos naturais a serem usados em programas de controle biológico. In: BUENO, V.H.P. (Ed.). **Controle biológico de pragas**: produção massal e controle de qualidade. Lavras: UFLA, 2000a. p.1-19.

LENTEREN, J.C. Greenhouse without pesticides: fact or fantasy? **Crop Protection**, Amsterdam, v. 19, p. 375-384, 2000b.

LENTEREN, J.C.; ROSCAN, M.M.; TIMMER, R. Commercial mass production and pricing of organisms for biological control of pests in Europe. **Biological Control**, Orlando, v. 10, p. 143-149, 1997.

LIRA, R.S.; BATISTA, J.L. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com pulgões da erva-doce. **Revista de Biologia e Ciências da Terra.** Campina Grande UEPB, v. 6 n. 2, p??????????2006.

LOPEZ-ARROYO, J.I.; TAUBER, C.A.; TAUBER M.J, Storage of lacewing eggs: post-storage hatching and quality of subsequent larvae and adults. **Biological Control**, Orlando, v. 18, n. 2, p. 165-171, 2000.

MACLEOD, E. G. Studies on the biology of the Chrysopidae V. The development and reproductive maturation rates of *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Entomological News**, Philadelphia, v. 85, n. 5/6, p. 159-169, May/June 1974.

MATHENY, E.L.; MINNICK, D.R. **Principles of entomology.** Maryland: Entomological Society of America, 1981. v. 3.

MURATA, A. T.; CAETANO; A. C.; BORTOLI S. A.; BRITO C. H. Capacidade de consumo de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes presas. **Revista Caatinga**, cidade, v. 19 n. 3 p. 304-309, 2006.

PANIZZI, A.R. Manejo integrado de pragas da soja no Brasil. In: CROCOMO, W.D. (Ed.). **Manejo integrado de pragas.** São Paulo: Ícone, 1990. p. 293-321.

PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de alimento por insetos. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas.** 2. ed. São Paulo: Manole, 1991. p. 9-65.

PARRA, J.R.P. A biologia de insetos e o manejo de pragas: da criação em laboratório à aplicação em campo. O controle biológico e o manejo de pragas: passado, presente e futuro. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. (Coord.). **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM, CCR, DFS, 2000. cap.4, p.59-68.

PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. Piracicaba: FEALQ, 2007. 137 p.

PERRIN, R.M. Pest management in multiple cropping systems. **Agroecosystems.** Dordrecht, v. 3, p. 93-118, 1977.

PHILIPPE, R. Influence de láccouplement sur le comportement de ponte et la fecondité chez *Chrysopa perla* (L.) (Insecta – Planipennes**). Annals de Zoologie – Ecologie Animale**, Paris, v. 3, n. 4, p. 443–448, 1971.

RIBEIRO, M.J.; CARVALHO, C.F. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), em diferentes condições de acasalamento. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 423-427, ago. 1991.

SCOMPARIM, A.L. **Manejo integrado de pragas**. 25 out. 2003. Disponível em: <http://www.unir-roo.br/home/producoes11.jsp?artigo=19>. Acesso em: 01 dez. 2008.

SCRIBER, J.M.; SLANSKY Jr., F. The nutritional ecology of immature insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 26, n. 1, p. 183-211, 1981.

SHELDON, J.K.; MACLEOD, E.G. Studies on the biology of the Chrysopidae. II. The feeding behavior of the adult of *Chrysopa carnea* (Neuroptera), **Psyche**, Cambridge, v. 78,p. 107–121, 1971.

SMITH, R.C. A study of the biology of the Chrysopidae. **Annals of the Entomological Society of America.**, Maryland, v. 14, p. 27-35 ,1921.

SMITH, R.C. The biology of Chrysopidae. Ithaca: Cornell University **Agricultural Experiment Station**, Ithaca, v. 58, p. 1278-1380, 1922.

SMITH, R.F.; VAN DEN BOSCH, R. Integrated control. In: KILGORE, W.W.; DOUTT, R.L. (Ed.). **Pest control:** biological, physical and selected chemical methods. New York: Academic Press, 1967. p. 295-340.

STERN, V.M.; RAY, F.S.; VAN DEN BOSCH, R.; HAGEN, K.S. The Integrated control concept. **Hilgardia,** Berkeley, v. 29, p. 81–101, 1959.

TAUBER, M.J.; ALBUQUERQUE, G.S.; TAUBER, C.A. Storage of nondiapausing *Chrysoperla externa* adults: influence on survival and reproduction. **Biological Control**, Orlando, v. 10, n. 1, p. 69-72, 1997.

THACKER, J.R.M.; **An introduction to arthropod pest control.** Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 343 p.

VANDERZANT, E.S**.** Development, significance and application of artificial diets for insects. **Annual Review of Entomology,** Riverside, v. 12, p. 139-154, 1974.

WITHYCOMB, C.L. Some aspects of the biology and morphology of the Neuroptera. With special reference to the immature stages and their possible phylogenetic significance. **Transactions of Royal Entomological Society of London**, London, v. 1924 p.303-411, 1924.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo