

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

EMILIO TAKASHI ISHIDA

TECNOLOGIA DE CRIAÇÃO MASSAL DE *Ceraeochrysa cornuta* E *Leucochrysa amazonica*
(NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)

BELÉM
2012

EMILIO TAKASHI ISHIDA

TECNOLOGIA DE CRIAÇÃO MASSAL DE *Ceraeochrysa cornuta* E *Leucochrysa amazonica*
(NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)

Tese apresentada à Universidade Federal Rural
da Amazônia, como parte das exigências do
Curso de Doutorado: Área de concentração
Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção
do título de Doutor.

Orientador: Dr. Wilson José de Mello e Silva
Maia

BELÉM

2012

Ishida, Emilio Takashi

Tecnologia de criação massal de *Ceraeochrysa cornuta* e *Leucochrysa amazonica* (Neuroptera: chrysopidae) / Emilio Takashi Ishida. – Belém, 2012.

54 f.

Tese (Doutorado em Ciências Agrárias/Agroecossistemas da Amazônia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2012.

Orientador: Wilson José de Mello e Silva Maia.

1. Crisopideos – reprodução 2. Biologia – produção 3. Chrysomeloidea - oviposição I. Maia, Wilson José de Mello e Silva, (orient.) II. Título.

CDD – 595.76480157



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

EMILIO TAKASHI ISHIDA

TECNOLOGIA DE CRIAÇÃO MASSAL DE *Ceraeochrysa cornuta* E *Leucochrysa amazonica* (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Doutorado: Área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de Doutor.

Aprovado em junho 2012

Prof. Dr. Wilson José de Mello e Silva Maia – Orientador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

Prof. Dr. Marcus Vinicius Sampaio – 1º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Dr. William Leslie Overal – 2º Examinador
MUSEU PARAENSE EMILIO GOELDI

Prof. Dr. Sérgio Antônio Lopes Gusmão – 3º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

Prof. Dr. Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição – 4º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Instituto de Ciências Agrárias, por proporcionarem a realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro concedido para a realização do curso.

Ao Prof. Dr. Wilson José Mello e Silva Maia, pela convivência, amizade, orientação e paciência dispensada durante a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Marcus Vinícius Sampaio, pelas sugestões, correções e participação na Banca Examinadora.

Ao Prof. Dr. William Leslie Overal, pelas sugestões, correções e participação na Banca Examinadora.

Ao Prof. Dr. Sérgio Antônio Lopes Gusmão, pela amizade, pelas sugestões, correções e participação na Banca Examinadora.

Ao Prof. Dr. Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição, pelas sugestões, correções e participação na Banca Examinadora.

Aos amigos do LABIN, Anderson, Sibele, Yngrid, Camila, Tatiane, Raquel, Dalva, Tamires, Charles, Igor e Paulo pela convivência e auxílio nos trabalhos conduzidos.

Aos colegas do curso de Doutorado, pelo apoio durante o transcorrer do curso.

E a todas as demais pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a finalização do curso.

Aos meus Pais, Sekigai e Sachiko Ishida

OFEREÇO

À Alessandra, Ana Carolina e Ana Beatriz que juntas
preenchem minha existência,

DEDICO

RESUMO

As características particulares da região Norte tornam as espécies aqui encontradas únicas em relação às espécies tradicionalmente estudadas. O presente trabalho teve como objetivos verificar o consumo e desenvolvimento de *Ceraeochrysa cornuta* alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* (ZELLER, 1879) (Lepdoptera: Pyralidae), calcular o limiar térmico inferior e as necessidades térmicas de *C. cornuta* e *L. amazonica*, quantificar a capacidade de oviposição de *C. cornuta* (BANKS, 1945) (Neuroptera: Chrysopidae) em função da quantidade de casais e sua relação com o volume da unidade de criação e, por fim analisar a relação e importância de detritos no ciclo de vida de *Leucochrysa amazonica* (NAVÁS, 1913) (Neuroptera: Chrysopidae) e *Ceraeochrysa everes* (BANKS, 1920) (Neuroptera: Chrysopidae). A utilização de ovos de *A. kuehniella* como fonte de alimento para as espécies estudadas foi satisfatória, permitindo completar o ciclo ovo-adulto. Em função das condições climáticas da região, caracterizadas por altas temperaturas durante todo o ano, o limiar térmico inferior de desenvolvimento (Tb) de ovo a adultos foi de 11,9° e 12,86° C para *C. cornuta* e *L. amazonica* respectivamente. Na comparação entre as unidades de criação de 3140 cm³ e 6280cm³, houve maior oviposição na unidade de 6280 cm³ com 25 casais de *C. cornuta*, produzindo 116 ovos por dia durante 48 dias de criação. Foi observada a exigência de detritos para que adultos de *L. amazonica* e *C. everes* pudessem emergir, possibilitando o aumento de 25% para 95% de viabilidade de ambas as espécies com o uso de folhas de oitizeiro (*Licania tomentosa*) com tricomas.

Palavras-chave: *Crisopideos; Biologia; Produção.*

ABSTRACT

Because of the particular traits of the Northern region of Brazil, the species found here are unique in relation to the traditionally studied species. This work aimed at verifying the consumption and development of *Ceraeochrysa cornuta* fed with eggs of *Anagasta kuehniella* (ZELLER, 1879) (Lepdoptera: Pyralidae), calculating the inferior thermal limit and the thermal needs of *C. cornuta* and *L. amazonica*, quantifying the oviposition capacity of *C. cornuta* (BANKS, 1945) (Neuroptera: Chrysopidae), in function of the couples and their relation to the volume of the rearing unit, and, finally, analyzing the relation and importance of detritus in the life cycle of *Leucochrysa amazonica* (NAVÁS, 1913) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Ceraeochrysa everes* (BANKS, 1920) (Neuroptera: Chrysopidae). The use of *A. kuehniella* eggs as food source for the studied species was satisfactory, allowing the completion of the egg-adult cycle. Due to the climatic conditions of the region, characterized by high temperatures throughout the year, the inferior thermal limit for development (T_b) from egg to adult was of 11.9° and 12.86°C for *C. cornuta* and *L. amazonica*, respectively. In the comparison between rearing units of 3,140 cm³ and 6,280 cm³, there was greater oviposition in the unit with 6,280 cm³, with 25 couples of *C. cornuta*, producing 116 eggs per day, during 48 days of rearing. We verified the demand for detritus in order for the adults of *L. amazonica* and *C. everes* to emerge, increasing from 25% to 95% of viability for both species, with the use of *Licania tomentosa* leaves with trichomes.

Keywords: *Green Lacewings; Biology; Production.*

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1	CONTEXTUALIZAÇÃO	1
	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
	REFERÊNCIAS	7
2	DENSIDADE DE OVOS DE <i>Anagasta kuehniella</i> (Zeller)(Lepdoptera: Pyralidae) NO CONSUMO E DESENVOLVIMENTO DE <i>Ceraeochrysa cornuta</i> (BANKS, 1945) (Neuroptera: Chrysopidae)	11
	RESUMO	11
	ABSTRACT	12
	2.1 INTRODUÇÃO	13
	2.2 MATERIAL E MÉTODOS	14
	2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	14
	2.4 CONCLUSÕES	20
	REFERÊNCIAS	21
3	ASPECTOS BIOLÓGICOS DE <i>Ceraeochrysa cornuta</i> (BANKS, 1945) e <i>Leucochrysa amazonica</i> (NAVÁS, 1913) CONDUZIDOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS	22
	RESUMO	22
	ABSTRACT	23
	3.1 INTRODUÇÃO	24
	3.2 MATERIAL E MÉTODOS	25
	3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
	3.4 CONCLUSÕES	32
	REFERÊNCIAS	33
4	CAPACIDADE DE OVIPOSIÇÃO DE <i>Ceraeochrysa cornuta</i> (BANKS, 1945) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE ADULTOS EM UNIDADES DE CRIAÇÃO DE 3140 E 6280 CM ³	34
	RESUMO	34
	ABSTRACT	35
	4.1 INTRODUÇÃO	36
	4.2 MATERIAL E MÉTODOS	37

4.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.4	CONCLUSÕES	41
	REFERÊNCIAS	42
5	TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE <i>Leucochrysa amazonica</i> (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) E <i>Ceraeochrysa everes</i> (BANKS) UTILIZANDO FOLHAS COM TRICOMAS DE <i>Licania tomentosa</i> L.	43
	RESUMO	43
	ABSTRACT	44
5.1	INTRODUÇÃO	45
5.2	MATERIAL E MÉTODOS	45
5.2.1	EXPERIMENTO 1	46
5.2.2	EXPERIMENTO 2	46
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
5.3.1	EXPERIMENTO 1	47
5.3.2	EXPERIMENTO 2	49
5.4	CONCLUSÕES	50
	REFERÊNCIAS	51

1 – CONTEXTUALIZAÇÃO

Os crisopídeos são predadores neurópteras que habitam diversos agroecossistemas e são relatados em todas as regiões do planeta, excetuando-se as regiões polares. São predadores de insetos com tegumento perfurável, incluindo seus ovos e fase juvenil. No Brasil, a espécie mais estudada é *Chrysoperla externa* (HAGEN) (Neuroptera: Chrysopidae) pela sua ampla ocorrência nas regiões pioneiras nos estudos com neurópteras predadores (FREITAS, 2001a) (FREITAS, 2001b) (ALBUQUERQUE, 2009).

A capacidade de predação dos crisopídeos está relacionada diretamente com as presas disponíveis em cada agroecossistema, aumentando ou diminuindo sua eficácia de acordo com a vegetação local e sua inter-relação química com os organismos ali presentes (REDDY, 2002; HODDLE; ROBINSON, 2004; REDDY; GUERRERO, 2004; KHAN et al., 2008; THOMSON; HOFFMANN, 2009; SCUDELER; NANYA; CONTE, 2009; QURESHI et al., 2010; MEDEIROS et al., 2010; JACOMETTI; JORGENSEN; WRATTEN, 2010; THOMSON; HOFFMANN, 2010; ROBINSON et al., 2008).

O uso desses predadores, no controle biológico, ainda não possui a expressividade como os parasitóides, entretanto suas potencialidades de predação e ocorrência tem sido relatadas em trabalhos com abobrinha (LEITE, 2006), pimentão (BARBOSA, FREITAS e AUAD, 2002), tomate (AUAD et al., 2005), laranja (BONANI et al., 2009), melão (BEZERRA, 2010), macieiras (FERREIRA et al., 2005; FERREIRA et al., 2006; MOURA et al., 2009), sorgo (FIGUEIRA; LARA; CRUZ, 2003); (FIGUEIRA et al., 2003), *pinus* spp. (CARDOSO et al., 2003) e outros.

As inter-relações com o ambiente são processos complexos e são determinantes para o sucesso (COSTA et al., 2002; AUAD; FREITAS; BARBOSA, 2003; AUAD et al., 2005; CHENG et al., 2010) ou fracasso do controle biológico (BONANI et al., 2009), portanto o estudo de espécies locais deve ser explorado (CARDOSO et al., 2003, DUQUE, 2008).

Os estudos biológicos permitem identificar as necessidades inerentes a cada espécie, de forma a nortear a escolha daquela com maior potencial de uso (RUZICKA, 1994; RUZICKA, 1997; PESSOA; FREITAS; LOUREIRO, 2009; LAVAGNINI; FREITAS; BEZERRA, 2009).

Os países com tradição na aplicação do controle biológico como ferramenta para minimizar os prejuízos ambientais (econômico e humano, inclusive) buscam incessantemente mais elementos para o sucesso do mesmo (CORRALES; CAMPOS, 2004; MULLIGAN et

al., 2010; WEISMAN et al., 2009; SORRIBAS; GARCIA-MARÍ, 2010). Somente o uso de crisopídeos não é suficiente para eliminar os obstáculos de uma produção agrícola livre de insumos nocivos. Portanto, integrar alternativas (MORAES et al., 2004; FIGUEIRA et al., 2003) ou associar outras formas de biocontrole (CARDOSO et al., 2007) de forma integrada deve ser buscada constantemente, respeitando as interações positivas (VENZON et al., 2006) e negativas (LAWO; ROMEIS, 2008; LI; MEISSLE; ROMEIS, 2010) advindas de tal decisão.

A falta de tradição no uso de neurópteras predadores como alternativa de controle de pragas agrícolas aliadas a inexistência de produtos oriundos dessa tecnologia, incentivou a elaboração de trabalhos com enfoque comercial e de pronto uso, adequados às espécies locais, que possuem características intrínsecas à região.

Atualmente, a produção nacional de neuropteras se limita a institutos de pesquisa e universidades, pois sua criação massal esbarra em custos elevados para o produtor privado.

Assim o presente trabalho teve como objetivos verificar a resposta funcional de *C. cornuta* alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* (ZELLER, 1879) (Lepdoptera:Pyralidae), calcular o limiar térmico e as necessidades térmicas de *C. cornuta* e *L. amazônica*, quantificar a capacidade de oviposição de *Ceraeochrysa cornuta* (BANKS, 1945) (Neuroptera: Chrysopidae) em função da densidade de adultos e sua relação com o volume na unidade de criação e por fim analisar a relação e importância de substratos no ciclo de vida de *Leucochrysa amazonica* (NAVÁS, 1913) (Neuroptera: Chrysopidae) e *Ceraeochrysa everes* (BANKS, 1920) (Neuroptera: Chrysopidae).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dados publicados pela Secretaria de Agricultura do Estado do Pará mostram que entre os anos 2003 e 2009 a área agrícola cultivada aumentou em torno de 22% e a produção agrícola 13%. Uma parcela desse aumento pode estar associada ao uso de defensivos agrícolas (SAGRI, 2012).

Atualmente, muitos estudos são realizados para minimizar o uso de agentes químicos nocivos ao ambiente e que ao mesmo tempo são imprescindíveis para o aumento da produção e produtividade agrícola. Uma delas é a utilização de crisopídeos, de ocorrência natural no agroecossistema, para o controle de pragas agrícolas.

Os Estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul produziram a maioria dos resultados de pesquisas com crisopídeos no Brasil. De forma crescente, as pesquisas em outras regiões estão em curso. Muitas espécies encontradas ainda aguardam identificação e a região neotropical detém uma das maiores biodiversidades de neurópteras, muitos com potencial para o uso em programas de controle biológico (FREITAS 2001a) (FREITAS 2001b) (ALBUQUERQUE, 2009).

O levantamento e identificação de espécies é uma etapa importante para o início das pesquisas, como mostra os trabalhos de Duque (2008), na Venezuela. Neste trabalho foram realizados levantamentos em 5 regiões produtoras de laranja, com o objetivo de identificar espécies de *Ceraeochrysa* (ADAMS) (Neuroptera: Chrysopidae). Foram coletados 351 espécimes agrupados em 16 espécies, das quais 4 como novas espécies. Além disso, os autores verificaram a ocorrência de duas espécies, *Ceraeochrysa displepsis* e *Ceraeochrysa squama*, até então somente para o Brasil. Considerando o avanço da área agrícola do Estado do Pará, inserido na floresta amazônica, é provável encontrar uma diversidade e riqueza ainda maior.

Identificado a espécie, a escolha daquela que servirá para o propósito do controle biológico é necessária. Porém, a escolha deve ser baseada em função de algumas características que permitam uma adaptabilidade às novas condições impostas.

A eficácia na redução de pragas é comprovada em estudos conduzidos por Hassan, Klingauf e Shahin (2009) com *Chrysopa carnea* (Stephens) predando *Myzus persicae* (Sulzer) em beterraba (*Beta vulgaris*). Esses autores encontraram que a proporção de 1 (larva): 20 (pulgões) e 1:40, foram suficientes para eliminar em 3 e 4 semanas respectivamente, a população da praga.

Entretanto, a capacidade de redução das pragas pelo crisopídeo pode ser influenciada pela própria cultura. Sendo a cultura, o hospedeiro das pragas, as cultivares utilizadas podem alterar os aspectos biológicos do predador. Esta interferência foi demonstrada por Leite (2006), que utilizou três cultivares de abobrinha, “Caserta”, “Menina brasileira” e “Goianinha” e observou que somente os pulgões presentes na cultivar “Caserta” não interferiram negativamente na duração e viabilidade das ninfas, longevidade e capacidade de reprodução de *C. externa*.

Além das características de predação, o estudo dos aspectos biológicos em laboratório deve ser conduzido. Nesse sentido, trabalhos conduzidos por Pessoa, Freitas e Loureiro (2009), Lavagnini, Freitas e Bezerra (2009), Bezerra (2010), mostram que reconhecer as exigências térmicas das espécies é um fator importante para o sucesso da criação em grande escala. Além da temperatura, a alimentação oferecida pode influenciar no ciclo biológico. As espécies *Chrysoperla raimundoi* FREITAS & PENNY (Neuroptera: Chrysopidae), *Chrysoperla genanigra* FREITAS (Neuroptera: Chrysopidae) se comportaram de formas distintas, quando ambas foram alimentadas com ovos de *Sitotroga cerealella* (OLIVIER) a 25°C e a primeira teve um ciclo biológico de aproximadamente 25 dias, enquanto que a segunda teve um ciclo de 21 dias (LAVAGNINI et al., 2009; BEZERRA, 2010).

A qualidade do alimento fornecido durante a fase larval torna-se importante quando a mesma impede a sobrevivência ou até mesmo diminui a capacidade de oviposição. Ovos de lepidópteros são recomendados em dietas de larvas de crisopídeos, e são extremamente práticos pela facilidade de manuseio (FREITAS, 2001 a, b).

Entretanto, testes como os realizados por Barbosa, Freitas e Auad (2002) são imprescindíveis, pois foi observado que ovos de *S. cerealella* não foram adequados para a alimentação de *Ceraeochrysa everes* (BANKS) (Neuroptera: Chrysopidae), pois interferiram negativamente no desenvolvimento do predador, reduzindo a população inicial de criação em 68,3%, sugerindo uma inadequação como alimento alternativo.

A adequação do predador à presa também é essencial e estudos conduzidos por Alcantra et al. (2008) demonstraram que o pulgão *Aphis gossypii* (GLOVER) (Hemiptera: Aphididae) pode ser usado na alimentação de *Ceraeochrysa cubana* (HAGEN) (Neuroptera: Chrysopidae), entretanto a temperatura e o estágio larval do predador influenciou negativamente o consumo desse pulgão.

Nos trabalhos conduzidos por BONANI et al. (2009), foi observado que a cochonilha-branca *Planococcus citri* (RISSO) e o pulgão *Toxoptera citricida* (KIRKALDY), ambas

importantes pragas da cultura do citrus, não são adequados para a alimentação de *Chrysoperla externa* (HAGEN) (Neuroptera: Chrysopidae), por não permitirem a emergência de adultos, embora tenham permitido a formação da pupa.

O levantamento da flora permite ainda algumas aplicações interessantes quando se considera um dos métodos de aplicação do controle biológico, no caso, o método por conservação de organismos pela flora local. VENZON et al. (2006), recomendaram o consórcio de espécies produtoras de néctar com aquelas utilizadas na adubação verde, no caso o guandu e a crotalária, em lavouras de café orgânico. A espécie *C. externa* demonstrou capacidade reprodutiva menor quando a lavoura foi conduzida apenas com as leguminosas.

Outros trabalhos indicam o benefício de se manter uma diversidade variada de espécies de poáceas para favorecer a fixação de inimigos naturais das pragas em cultivos agrícolas. Os resultados apresentados por MEDEIROS et al. (2010) demonstraram, através da extração de polens de adultos de *C. externa* pelo método de acetólise identificaram uma predominância de polens de poaceae.

Além das exigências térmicas e da fonte de alimento a ser oferecida aos predadores, a capacidade de se reproduzir em cativeiro torna-se um desafio, pois, ajustar todos os parâmetros para uma produção economicamente viável pode ser a linha final da pesquisa básica e o início de um empreendimento de valor agregado imensurável, que pode ser o foco da pesquisa aplicada.

Nessa linha de raciocínio, ARAÚJO e BICHÃO (1990), em Portugal, já desenvolveram sistemas automatizados que permitem a produção de 350.000 ovos/semana da espécie *Chrysoperla carnea* (STEPHENS) (Neuroptera: Chrysopidae). Considerando a demanda de 20.000 a 50.000 larvas por ha, tanto para cultivos arbóreos ou para cultivos baixos (i.e. milho, horta, etc), reflete o desafio a ser superado (PERKINS, 2010).

Outros fatores comportamentais como o carregamento de detritos podem limitar a produção massal. O comportamento em carregar detritos é uma característica de muitas espécies de crisopídeos, excetuando-se as espécies do gênero *Chrysoperla* (FREITAS; PENNY, 2001). Esse comportamento foi detalhadamente descrito para a espécie *Leucochrysa varia* (SCHNEIDER) (Neuroptera: Chrysopidae) por MANTOANELI e ALBUQUERQUE (2007), porém, a influência na viabilidade deste comportamento num ambiente controlado não foi descrita.

Considerando ainda seu comportamento atrelado a seus aspectos biológicos, e considerando também a necessidade em produzir um número elevado de indivíduos, a variável “densidade de indivíduos” por unidade de criação também se torna importante.

Trabalhos conduzidos por PESSOA e FREITAS (2008), mostraram que as proporções entre machos e fêmeas nas unidades de criação podem interferir na capacidade de oviposição/fêmea, segundo os autores, além da proporção entre os sexos, a densidade pode ser um fator limitante na quantidade de ovos produzidos por *C. externa*. Essa diminuição pode ser explicada pelos resultados de RUZICKA (1998) para *Chrysopa commata* que liberam ODA (semioquímicos de inibição de oviposição), uma forma de proteção aos ovos, para inibir a oviposição por seus pares, para impedir a predação de seus ovos pelos descendentes.

Ao contrário das regiões com tradição agrícola, a região Norte possui poucos estudos sobre a biologia desses predadores, mas a crescente produtividade do Estado (SAGRI, 2012) o torna objeto de interesse como alternativa de controle de pragas. O Estado do Pará está inserido na região amazônica que é caracterizada pelas altas temperaturas durante todo o ano com alto índice pluviométrico. Essas características permitem inferir que algumas características relacionadas aos crisopídeos sejam significativamente diferentes as encontradas no restante do País. Assim, o estudo da biologia e comportamento dos predadores torna-se imprescindível para o sucesso na implantação de programas de controle biológico no Estado do Pará.

3. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, G.S. *Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) Bioecologia e nutrição de insetos: Base para o manejo integrado de pragas*, Brasília: Embrapa-Informação Tecnológica, 2009.
- ALCANTRA, E. Et al. *Aspectos biológicos e capacidade predatória de Ceraeochrysa cubana (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com Aphis gossypii Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas*. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1047 – 1054. 2008.
- ARAÚJO, J.; BICHÃO, M.H. *Biotecnologia de produção de Chrysoperla cárnea (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae)*. Bol. San. Veg. Plagas, v. 16, 1990, p. 113-118.
- AUAD, A.M.; FREITAS, S.; BARBOSA, L.R. *Potencial de alimentação de Chrysoperla externa (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes densidades de Uroleucon ambrosiae (Thomas, 1878) (Hemiptera, Aphididae)*. Revista Brasileira de Entomologia, v. 47, n. 1, 2003, p. 15 – 18.
- AUAD, A.M.; Et al. *Desenvolvimento das fases imaturas, aspectos reprodutivos e potencial de predação de Chrysoperla externa (Hagen) alimentada com ninfa de Bemisia tabaci (Gennadius) biótipo B em tomateiro*. Acta Scientiarum Agronomy, v. 27, n. 2, 2005, p. 327 – 334.
- BEZERRA, C.E.S. *Biologia e exigências térmicas de Chrysoperla genanigra Freitas (Neuroptera: Chrysopidae)*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural do Semiárido. 2010.
- BARBOSA, L.R., FREITAS, S. & AUAD, A.M. *Capacidade reprodutiva e viabilidade de ovos de C. everes (Banks, 1920) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes condições de acasalamento*. Ciência e Agrotecnologia, v. 26, 2002, p. 466-471.
- BONANI, J.P. Et al. *Aspectos biológicos de Chrysoperla externa (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) Alimentada com Planococcus citri (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) e Toxoptera citricida (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera: Aphididae)*. Lavras: Ciência e Agrotecnologia, v. 33, n. 1, 2009, p. 31 – 38.
- CARDOSO, J.T.; LÁZZARI, S.M.N.; FREITAS, S. de. *Ocorrência e flutuação populacional de Chrysopidae (Neuroptera) em áreas de plantio de Pinus taeda (L.) (Pinaceae) no sul do Paraná*. Revista Brasileira de Entomologia. v. 47, n. 3, 2003, p 473 – 475.
- CARDOSO, E.R.; FREITAS, S de; NUNES, H.T; PESSOA, L.G.A. *Seletividade Lecanicillium lecanii e Metarhizium anisopliae para larvas de primeiro instar de Ceraeochrysa cincta (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório*. Maringá: Acta Sci. Agron. v. 29, n.4, 2007, p. 563-568.
- CHENG, L.L.; NECHOLS, J.R.; MARGOLIES, D.C.; CAMPBELL, J.F.; YANG, P.S. *Assessment of prey preference by the mass-produced generalist predator, Mallada basalis (Walker) (Neuroptera: Chrysopidae), when offered two species of spider mites, Tetranychus*

kanzawai Kishida and *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae), on papaya. *Biological Control*. v. 53, p. 267 – 272, 2010.

CORRALES, N.; CAMPOS, M. *Populations, longevity, mortality and fecundity of Chrysoperla carnea (Neuroptera, Chrysopidae) from olive-orchards with different agricultural management systems*. *Chemosphere*. v. 57, 2004, p. 1613 – 1619.

COSTA, R.I.F.; Et al. *Duração e viabilidade das fases pré-imaginais de Chrysoperla externa (HAGEN) alimentadas com Aphis gossypii Glover e Sitotroga cerealella (Olivier)*. *Acta Scientiarum*, v. 24, n. 2, 2002, p. 353 – 357.

DUQUE, F.J.S. *Espécies de Ceraeochrysa ADAMS (Neuroptera: Chrysopidae) presentes em pomares de citrus spp., na Venezuela*. 62 f. Dissertação de Mestrado em Agronomia, UNESP. Jaboticabal, 2008.

FERREIRA, A.J.; Et al. *Seletividade de inseticidas usados na cultura da macieira a ovos de Chrysoperla externa (HAGEN, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)*. *Ciência Rural*, v. 35, n. 4, 2005, p. 756 – 762.

FERREIRA, A.J.; Et al. *Seletividade de inseticidas usados na cultura da macieira a duas populações de Chrysoperla externa (HAGEN, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)*. *Ciência Rural*, v. 36, n. 2, 2006, p. 378 – 384.

FIGUEIRA, L. K.; Et al. *Integração da resistência de plantas e predação por Chrysoperla externa (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) para o manejo de Schizaphis graminum (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em sorgo*. *Neotropical Entomology*, v. 32, n. 3, 2003, p. 487 – 492.

FREITAS, S. *O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas em laboratório*. Jaboticabal: Funep, 2012.

FREITAS, S. *Criação de crisopídeos (Bicho lixeiro) em laboratório*. Jaboticabal: Funep, 2012.

FREITAS, S.; PENNY, N.P. *The Green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) of Brazilian agroecosystems*. San Francisco: *Proceedings of the California Academy of Sciences*, v. 52, n. 19, 2001, p. 245-395.

HASSAN, S.A.; KLINGAUF, F.; SHAHIN, F. *Role of Chrysopa carnea as an aphid predator on sugar beet and the effect of pesticides*. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, v. 100, 2009, p. 163 – 174.

HODDLE, M.S.; ROBINSON, L. *Evaluation of factors influencing augmentative releases of Chrysoperla carnea for control of Scirtothrips perseae in California avocado orchards*. *Biological Control*, 2012.

JACOMETTI, M., JORGENSEN, N. & WRATTEN, S. *Enhancing biological control by an omnivorous lacewing: Floral resources reduce aphid numbers at low aphid densities*. *Biological Control*. 2012.

KHAN, Z.R., JAMES, D.G., MIDEGA, C.A.O.; PICKETT, J.A. *Chemical ecology and conservation biological control*. *Biological Control*, v. 45, 2008. p: 210-224.

LAVAGNINI, T.C.; FREITAS, S.; BEZERRA, A.L. *Aspectos biológicos de Chrysoperla raimundoi Freitas & Penny (Neuroptera, Chrysopidae)*. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 54, n. 4, 2009. p. 629 – 634.

LAWO, N. C.; ROMEIS, J. *Assessing the utilization of a carbohydrate food source and the impact of insecticidal proteins on larvae of the green lacewing, Chrysoperla carnea*. *Biological Control*, v. 44, 2008, p. 389 – 398.

LEITE, M.V. *Biologia de Aphis gossypii Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em cultivares de Cucurbita spp. e sua interação com o predador Ceraeochrysa cubana (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, 64 p. 2006.

LI, Y.; MEISSE, M.; ROMEIS, J. *Use of maize pollen by adult Chrysoperla carnea (Neuroptera: Chrysopidae) and fate of Cry proteins in Bt-transgenic varieties*. *Journal of Insect Physiology*, v. 56, 2010, p. 157 – 164.

MEDEIROS, M.A.; Et al. *Identification of plant families associated with the predators Chrysoperla externa (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and Hippodamia convergens Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae) using pollen grain as a natural marker*. *Brazilian Journal of Biology*, v. 70, n. 2, 2010, p. 293-300.

MANTOANELLI, E.; ALBUQUERQUE, G.S. *Desenvolvimento e comportamento larval de Leucochrysa (Leucochrysa) varia (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório*. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 24, n. 2, 2007, p. 302-311.

MORAES, J.C.; Et al. *Silicon influence on the tritrophic interaction: wheat plants, the greenbug Schizaphis graminum (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), and its natural enemies, Chrysoperla externa (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and Aphidius colemani Viereck (Hymenoptera: Aphididae)*. *Neotropical Entomology*, v. 33, n. 5, 2004, p 619 – 624.

MOURA, A.P.; Et al. *Toxicidade de pesticidas recomendados na produção integrada de maçã (PIM) a populações de Chrysoperla externa (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae)*. *Neotropical Entomology*, v.38, n. 3, 2009, p. 395 – 404.

MULLIGAN, E.A.; Et al. *Characterisation of adult green lacewing (Chrysoperla carnea) digestive physiology: impact of a cysteine protease inhibitor and a synthetic pyrethroid*. *Pest Management Science*, v. 66, 2010, p. 325 – 336.

PESSOA, L.G.A. & FREITAS, S. *Potencial reprodutivo de Chrysoperla externa (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em função do número de indivíduos por unidade de criação*. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 52, n. 3, 2008, p. 463-466.

PESSOA, L.G.A.; FREITAS, S.; LOUREIRO, E. *Efeito da variação da temperatura sobre o desenvolvimento embrionário e pós-embrionário de Chrysoperla raimundoi*. In: FREITAS; PENNY (Neuroptera: Chrysopidae). São Paulo: Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo, v. 76, n. 2, 2009, p. 239 – 244.

- QURESHI, S.A., MIDMORE, D.J., SYEDA, S.S.; Et al. *Comparison of alternative plant mixes for conservation bio-control by native beneficial arthropods in vegetable cropping systems in Queensland Australia*. Sidney: Bulletin of Entomological Research, v. 100, 2011, p. 67-73.
- REDDY, G.V.P. *Plant volatiles mediate orientation and plant preference by the predator Chrysoperla carnea Stephens (Neuroptera: Chrysopidae)*. Biological Control, 2012.
- REDDY, G.V.P.; GUERRERO, A. *Interactions of insect pheromones and plant semiochemicals*. Plant Science. 2004. p. 361 – 370.
- ROBINSON, K.A., JONSSON, M., WRATTEN, S.D.; Et al. *Implications of floral resources for predation by an omnivorous lacewing*. New York: Basic and Applied Ecology, v. 9, 2008, p. 172 – 181.
- RUZICKA, Z. *Oviposition – deterring pheromone in Chrysopa oculata (Neuroptera: Chrysopidae)*. Eur. Journal Entomology, v. 91, 1994, p. 361 – 370.
- RUZICKA, Z. *Persistence of the oviposition – deterring pheromone in Chrysopa oculata (Neuroptera: Chrysopidae)*. Entomophaga, v. 42, 1997, p. 107 – 112.
- RUZICKA, Z. *Further evidence of oviposition-deterring allomone in chrysopids (Neuroptera: Chrysopidae)*. Eur. J. Entomology, 1998.
- SORRIBAS, J.; GARCIA-MARÍ, F. *Comparative efficacy of diferente combinations of natural enemies for the biological controlo Of California re scale in citrus groves*. São Francisco: Biological Control, v. 55, 2010, p. 42 – 48.
- SCUDELER, E.L., NANYA, S., CONTE, H. *Ocorrência de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes plantas*. Brasília: VI Encontro internacional de produção científica. 2009.
- THOMSON, L.J. & HOFFMANN, A.A. *Vegetation increases the abundance of natural enemies in vineyards*. Biological Control, v. 49, 2009, p: 259-269.
- THOMSON, L.J. & A.A. HOFFMANN. *Natural enemy responses and pest control: Importance of local vegetation*. Biological Control, v. 52, 2010, p. 160-166.
- VENZON, M.; ROSADO, M.C.; EUZEBIO, D.E.; Et al. *Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for the green lacewing Chrysoperla externa (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae)*. Neotropical Entomology, v. 35, n. 3, 2006, p. 371 – 376.
- WEISMAN, S.; OKADA, S.; MUDIE, S.T.; Et al. *Fifty years later: The sequence, structure and function of lacewing cross-beta silk*. Journal of Structural Biology, v. 168, 2009, p. 467 – 475.

2. CAPÍTULO 2

DENSIDADE DE OVOS DE *Anagasta kuehniella* (Zeller)(Lepdoptera: Pyralidae) NO CONSUMO E DESENVOLVIMENTO DE *Ceraeochrysa cornuta* (BANKS, 1945) (Neuroptera: Chrysopidae)

RESUMO

Para determinar o consumo e desenvolvimento de *Ceraeochrysa cornuta* (BANKS, 1945), foi conduzido um experimento utilizando diferentes densidades de ovos de *Anagasta kuehniella* (ZELLER). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 densidades (D1, D2, D3, D4 e D5) para cada instar e 15 repetições. A densidade oferecida para o 1º instar foi de 20, 30, 50, 80 e 120 ovos, para o 2º instar 50, 80, 100, 160 e 200 ovos e para o 3º instar, 150, 180, 220, 360 e 400 ovos. Para a análise de regressão foi calculado o consumo médio nos instares larvais em cada densidade. Os consumos dos ovos nos três instares e no período larval acompanhou o aumento de alimento fornecido. A resposta funcional foi do tipo I para o período larval, 1º e 3º instares e do tipo II para o 2º instar. O consumo médio no 1º instar nas densidades D1 e D2 foram 93 e 108 ovos respectivamente, não havendo diferença significativa entre ambos, o mesmo ocorreu para as densidades D3 e D4, com consumo médio entre 134 e 148 ovos respectivamente. Na D5 o consumo médio foi de 179 ovos. O consumo médio no 2º instar foi de 224 e 241 ovos em D1 e D2, não havendo diferença entre si e, em D4 e D5 o consumo foi de 339 e 352 ovos, também sem diferença significativa, porém, o consumo médio não apresentou linearidade como no 1º instar. O consumo médio no 3º instar não apresentou diferença significativa nas D1 e D2, havendo um consumo de 638 e 650 ovos, respectivamente. Diferenças significativas no 3º instar foram observados em D3, D4 e D5, com 775, 1212 e 1329 ovos consumidos, respectivamente. Exceto no 1º instar, a duração dos instares e o período larval foram afetados significativamente ($p < 0,05$) pela densidade de ovos oferecida. As durações médias do 1º instar variou entre 4,9 e 5,4 dias, para o 2º instar variou entre 4,8 e 5,8 dias e no 3º instar variaram entre 3,7 e 4,5 dias. Houve influência na duração dos instares e período larval entre os tratamentos.

Palavras-chave:

Bicho-lixeiro;

Voracidade;

Alimentação.

Density of *Anagasta kuehniella* eggs (Zeller) (Lepdoptera: Pyralide) in the consumption and development of *Ceraeochrysa cornuta* (BANKS, 1945) (Neuroptera: Chrysopidae)

ABSTRACT

To determine the consumption and development of *Ceraeochrysa cornuta* (BANKS, 1945), an experiment was conducted using different densities of *Anagasta kuehniella* eggs (ZELLER). The experimental design was completely randomized, with 5 densities (D1, D2, D3, D4 and D5) for each instar, and 15 replicates. The density supplied to the 1st instar was of 20, 30, 50, 80 and 120 eggs, for the 2nd instar was of 50, 80, 100, 160 and 200 eggs, and for the 3rd instar was of 150, 180, 220, 360 and 400 eggs. For the regression analysis, the average consumption of the larval instars were calculated for each density. Egg consumption in all three instars and in the larvae period followed the increase of the food offered. The functional response was type I for the larvae period and 1st and 3rd instars, and of type II for the 2nd instar. The average consumption in the 1st instar in densities D1 and D2 were of 93 and 108 eggs, respectively, presenting no significant difference between them. The same occurred with densities D3 and D4, with average consumption of 134 and 148 eggs, respectively. In D5, the average consumption was of 179 eggs. The average consumption in the 2nd instar was of 224 and 241 eggs in D1 and D2, with no significant difference between them, and in D4 and D5, the consumption was of 339 and 352 eggs, also with no significant difference, however, the average consumption presented no linearity as occurred in the 1st instar. The average consumption in the 3rd instar presented no significant difference in D1 and D2, with consumption of 638 and 650 eggs, respectively. Significant differences were observed in the 3rd instar for D3, D4 and D5, with 775, 1212 and 1329 eggs, respectively. With the exception of the 1st instar, the duration of the instars and larvae period were significantly affected ($p < 0.05$) by the egg density offered. The average duration of the 1st instars varied between 4.9 and 5.4 days, for the 2nd instar, between 4.8 and 5.8 days, and in the 3rd instar, between 3.7 and 4.5 days. There was influence of egg density over the duration of the instars and larval period between treatments.

Keywords: *Feeding; Voracity; Appetite.*

2.1 - INTRODUÇÃO

O aumento da produção agrícola no Estado do Pará (SAGRI, 2012) evidencia o uso de práticas agrícolas já consagradas em outras regiões. Nelas, estão inseridas o uso de agrotóxicos, que exigem uma fiscalização constante pelos órgãos estaduais e municipais para inibir seu uso indiscriminado, que, associado a falta de informação podem afetar de forma negativa o agroecossistema (ADEPARÁ, 2012).

O uso do controle biológico como ferramenta adicional na atividade agrícola a torna mais sustentável do ponto de vista econômico e ambiental, aproveitando elementos presentes no próprio ambiente como fungos, bactérias, parasitóides e predadores, que após manipulação podem ser reinseridos no sistema para que a monocultura se desenvolva adequadamente, com menor dependência dos defensivos agrícolas.

Dentre os elementos presentes na maioria dos agroecossistemas encontram-se os crisopídeos. São insetos predadores da ordem Neuroptera que se alimentam de outros insetos, dentre eles, pragas que ocorrem em cultivos comerciais como pulgões, cochonilhas, lagartas e outros de tegumento perfurável (FREITAS, 2001 *a e b*; Albuquerque, 2009).

Outros estudos visam a adaptabilidade dos crisopídeos em ambientes controlados, focando a criação em grande escala. Nesse sentido, os trabalhos de FREITAS, (2001 *a e b*) mostram as potencialidades inerentes a esses predadores.

Visando a alimentação de crisopídeos, BORTOLI e MURATA (2007) verificaram que ovos de *Anagasta kuehniella* (ZELLER, 1879) (Lepdoptera: Pyralidae) foram adequados como fonte de alimento para *Ceraeochrysa paraguaria* (NAVÁS, 1920) por permitir o fechamento do ciclo, contudo, os trabalhos de Barbosa et al. (2002) observaram que ovos de *Sitotroga cerealella* (OLIVIER, 1819) afetaram o desenvolvimento de *Ceraeochrysa everes* (BANKS).

Dessa forma o objetivo deste trabalho foi determinar a resposta funcional de *Ceraeochrysa cornuta* (BANKS, 1945) (Neuroptera: Chrysopidae), alimentadas com ovos de *A. kuehniella*.

2.2 - MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no LABIN (Laboratório de Bioecologia de Insetos) do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA.

Foram utilizados ovos de *Ceraeochrysa cornuta* oriundos da criação de manutenção com 18 horas de postura, coletados com pinça e individualizados em placas de Petri descartáveis. No dia anterior a eclosão dos ovos, foram fornecidos as cartelas com os ovos de *A. kuehniella* (Tabela 1). A contagem dos ovos predados e a substituição das cartelas foram realizados diariamente.

Tabela 1. Relação das densidades de ovos de *Anagasta kuehniella* oferecidas para *Ceraeochrysa cornuta* em cada instar de desenvolvimento. Belém – PA, 2010.

Instar	D1	D2	D3	D4	D5
1	20	30	50	80	120
2	50	80	100	160	200
3	150	180	220	360	400
Período embrionário	220	290	370	600	720

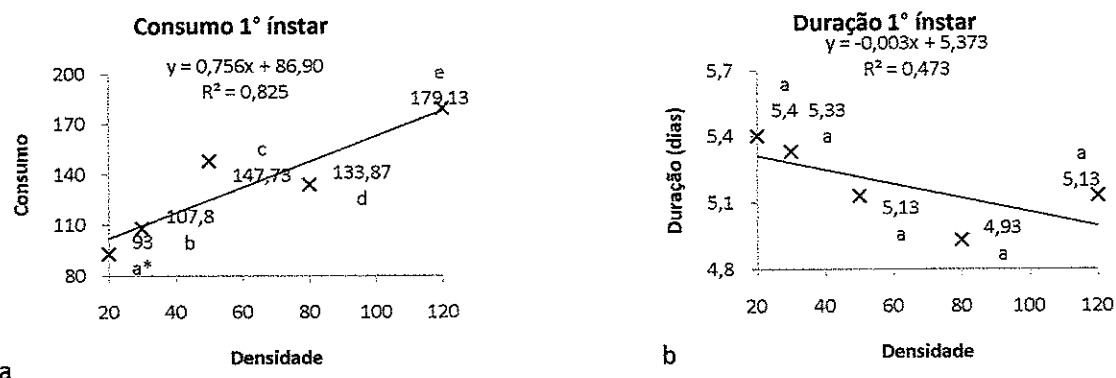
O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 5 tratamentos (densidades) e 15 repetições sendo elas representadas por um indivíduo.

As variáveis estudadas foram o consumo e a duração dos três instares.

O programa estatístico utilizado para a análise dos dados foi o SISVAR[®] da Universidade Federal de Lavras. Os dados de consumo e duração foram analisados utilizando-se regressão linear e pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

2.3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

O consumo médio de ovos de *A. kuehniella* no primeiro instar nas densidades de 20, 30, 50, 80 e 120 ovos diferiram significativamente entre si e estão descritos na figura 1a. Houve um consumo crescente na medida em que a quantidade fornecida de alimento aumentou. Não houve diferença significativa na duração desse instar nas diferentes densidades de presas testadas (Figura 1b).



*Números seguidos pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade
 CV (%) = 11,69 para consumo e CV (%) = 10,13 para duração

Figura 1. Regressão linear para consumo e duração do 1º instar de *Ceraeochrysa cornuta* alimentadas com ovos de *A. kuehniella* nas densidades de 20, 30, 50, 80 e 120 ovos. LABIN, ICA/UFRA, Belém, PA, 2010.

Foi observado que *C. cornuta* apresentou o comportamento de movimentar a cabeça de um lado a outro na procura por alimento assemelhando-se a *Leucochrysa varia* (SCHNEIDER) descrito por MANTOANELLI e ALBUQUERQUE (2007). Esta característica associada à escassez de alimento pode ter influenciado no consumo desse instar. A facilidade de encontrar alimento nas maiores densidades pode explicar a diferença significativa encontrada no consumo deste instar.

A duração do primeiro instar, sem diferença significativa entre as densidades sugere que o tempo de permanência nesse instar é determinado pela idade e não pela quantidade de alimento consumida (Figura 1b).

Os valores da duração do primeiro instar ficaram acima daqueles encontrados por BORTOLI e MURATA (2007), que usaram a mesma fonte de alimento para *Ceraeochrysa paraguayana* e relataram uma duração média do primeiro instar de 3,3 dias. As características da espécie, e a quantidade de alimento, que foi de aproximadamente 250 ovos (coladas em cartelas de 0,5 cm²) permitiram essa duração para a mudança de instar.

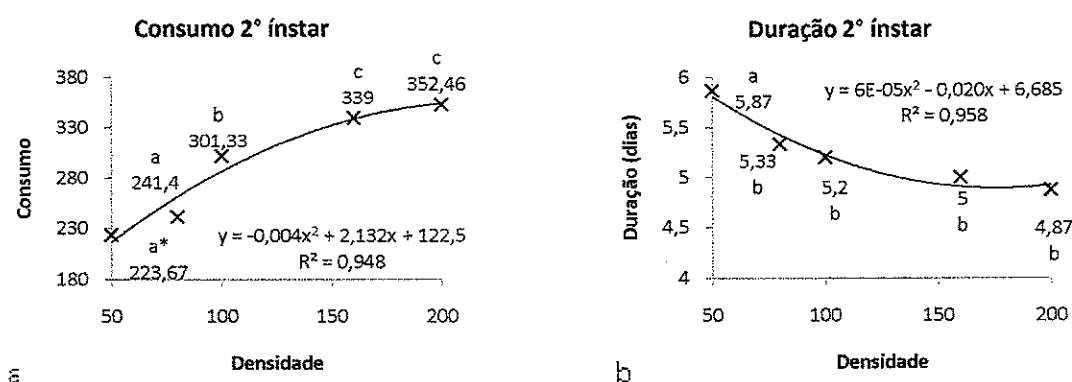
BARBOSA et al. (2002) utilizando como fonte de alimento ovos de *Sitotroga cerealella* coladas em discos de 6,3 cm² (aproximadamente 3125 ovos), determinaram uma duração de 5,1 dias para o primeiro instar de *Ceraeochrysa everes* (Banks), neste caso, também uma espécie distinta da estudada.

Considerando a mesma espécie estudada *C. cornuta*, mas usando ninfas de *Schizaphis graminum* (Rondani) como fonte de alimento, os resultados obtidos por CASTRO et al. (2009) determinaram uma duração média do primeiro instar de 4,4 dias.

Outros trabalhos mostram valores próximos na duração deste instar como os de AUAD et al. (2001), que foi de 5,6 dias para *Ceraeochrysa cincta* (Schneider) e 5,3 dias para *Chrysoperla externa* (Hagen) quando alimentados com ovos de *Bemisia tabaci* (Gennadius).

Entretanto, ALMEIDA et al. (2009) determinou uma duração de 3,1 dias para *Ceraeochrysa claveri* alimentados com ovos de *Plutella xylostella* como afirma, ALCANTRA et al., (2008) apresentaram uma duração média de 6 dias quando *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) foi alimentada com *Aphis gossypii* (GLOVER, 1877), necessitando de 17 ninfas para a primeira ecdise.

O consumo registrado no segundo instar para as densidades de 50, 80, 100, 160 e 200 ovos estão enumerados na figura 2a. Não houve diferença significativa no consumo de ovos nas densidades de 50 e 80 ovos e entre as densidades de 160 e 200 ovos, e houve a tendência de aumentar o consumo à medida que se aumentou a densidade, mas com certa estabilidade a partir de D5, demonstrando a saciação do predador (Figura 2a).



*Números seguidos pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.
CV (%) = 11,56 para consumo e CV (%) = 9,97 para duração

Figura 2. Regressão linear para consumo e duração do 2º instar de *Ceraeochrysa cornuta* alimentadas com ovos de *A. kuehniella* nas densidades de 50, 80, 100, 160 e 200 ovos. LABIN, ICA/UFRA, Belém, PA, 2010.

Não houve diferença significativa na duração do segundo instar, exceto na densidade de 50 ovos, que durou 5,87 dias, enquanto que nas densidades superiores, a duração média variou de 4,9 a 5,3 dias sem diferença significativa entre si. Essa exceção pode ter sido causada pelo baixo consumo no primeiro instar na primeira densidade, consequentemente aumentando a duração nesse instar.

Os valores encontrados de duração do segundo instar foram superiores a outros trabalhos. Considerando a mesma espécie estudada, porém alimentado com *Schizaphis graminum*, CASTRO et al. (2009) determinaram uma duração do segundo instar de 3,8 dias

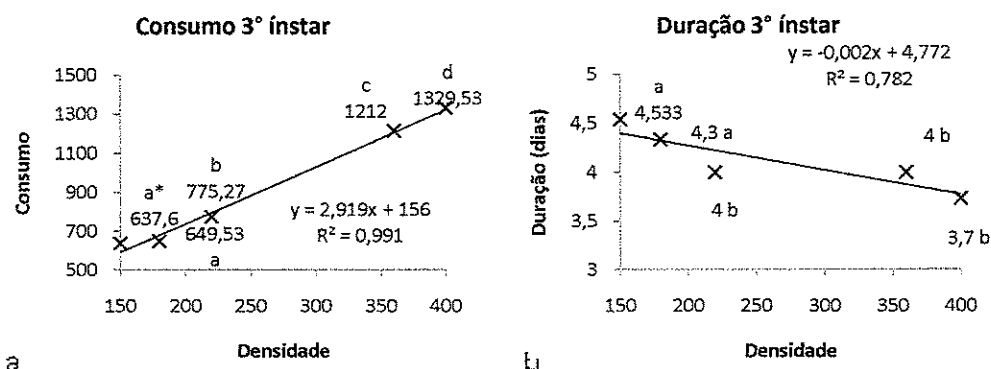
ocasionado provavelmente pela quantidade e o tipo de alimento fornecido, que foi em média 30,6 pulgões diários, evidenciando a interferência do tipo de alimento consumido na duração do instar.

O mesmo ocorreu nos trabalhos de ALMEIDA et al. (2009) que utilizou ovos de *Plutella xylostella* na alimentação de *Ceraeochrysa claveri* durando em média 3,4 dias, e quando se utilizou as larvas, a duração foi de 4,7 dias. Considera-se também a quantidade consumida de cada fonte de alimento, onde a duração 3,4 e 4,7 dias correspondem ao consumo de 202,4 ovos e 32,5 larvas de *Plutella xylostella*.

Os valores encontrados para a duração do segundo instar foram próximos ao encontrado por BARBOSA et al. (2002), no qual a duração do segundo instar foi de 4,3 dias para *Ceraeochrysa everes* alimentadas com ovos de *Sitotroga cerealella*. O mesmo ocorreu nos trabalhos de Auad et al. (2001), a duração média foi de 4,7 dias para *Ceraeochrysa cincta* alimentada com ovos de *Bemisia tabaci* (Gennadius).

Já a duração de *Ceraeochrysa paraguaria* alimentada com *Anagasta kuehniella* foi de 3,10 dias nos trabalhos conduzidos por BORTOLI e MURATA, (2007), mas a quantidade foi inferior, mesmo considerando a troca diária do disco de 0,5 cm², o que pode indicar que independentemente da quantidade fornecida, a idade da larva é o que parece determinar sua mudança para o próximo instar. A duração média do segundo instar de *Ceraeochrysa cubana* alimentada com *Aphis gossypii* foi de 5 dias (ALCANTRA et al. 2008).

Houve diferença significativa no consumo do terceiro instar nas densidades de 220, 360 e 400 ovos (Figura 3a) ocorrendo a predação de 775.3, 1212 e 1329.5 ovos respectivamente e não houve diferença significativa nas densidades de 150 e 180 ovos que resultaram em um consumo de 637.6 e 649.5 respectivamente. A duração do terceiro instar nas densidades de 220, 360 e 400 ovos não tiveram diferenças significativas, durando em média 3.7 dias e nas densidades de 150 e 180 ovos a média foi de 4.5 dias, também sem diferença significativa entre si.



Números seguidos pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.
CV (%) = 10,21 para consumo e CV (%) = 14,21 para duração

Figura 3. Regressão linear para consumo e duração do 3º instar de *Ceraeochrysa cornuta* alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* nas densidades de 150, 180, 220, 360 e 400 ovos. LABIN, ICA/UFRA, Belém, PA, 2010.

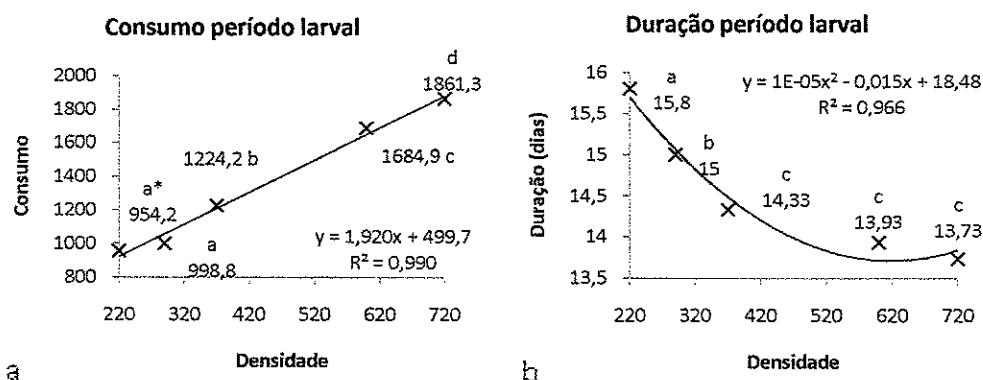
CASTRO et al. (2009), verificaram para *Ceraeochrysa caligata* um consumo médio 30,6 pulgões diários, ocasionando uma duração de 5,29 dias no terceiro instar. Porém, ALCANTRA et al. (2008), usando *Aphis gossypii* como fonte de alimento para *Ceraeochrysa cubana*, o consumo médio diário ficou em 67,19 ninfas de *A. gossypii* com um tempo médio de duração neste instar de 6 dias. A mobilidade pode ter influenciado tanto no consumo como na duração deste instar.

A natureza estática do alimento utilizado pode ter interferido diretamente no consumo e na sua duração. No trabalho de BARBOSA et al. (2002), a duração de 4,5 dias para *Ceraeochrysa everes* foi proporcionado pelo fornecimento de ovos de *S. cerealella* em discos de 18,8 cm².

Para *C. paraguaia*, BORTOLI e MURATA (2007) determinaram um consumo de 785,53 e 719,67 ovos de *S. cerealella* e *A. kuehniella* respectivamente, sem diferença significativa na duração do instar que foi de 4 dias.

Além da natureza estática do alimento fornecido a quantidade em volume e não em número, pode determinar a duração do instar, como ocorreu no trabalho de Auad et al. (2001). Nele, a duração do terceiro instar de *Ceraeochrysa cincta* ficou determinado em 6,5 dias, quando alimentados com ovos de *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B.

O consumo e a duração do período larval nas densidades acumuladas de 220, 290, 370, 600 e 720 ovos (Figura 4 a e b), verificando que não houve diferença significativa no consumo e na duração entre as duas primeiras densidades. As três últimas densidades também não influenciaram no consumo e na duração entre si. A densidade acumulada de 640 proporcionou o empupamento das larvas, sendo que, quantidades superiores podem ser consumidos sem que altere ou acelere sua velocidade (Figura 4b).



*Números seguidos pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade
 CV (%) = 7,17 para consumo e CV (%) = 4,9 para duração

Figura 4. Regressão linear para consumo e duração do período larval de *Ceraeochrysa cornuta* alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* nas densidades de 220, 290, 370, 600 e 720 ovos. LABIN, ICA/UFRA, Belém, PA, 2010.

Os valores encontrados para a duração média do período larval nas maiores densidades são próximos ao encontrado por CASTRO et al. (2009). Eles determinaram uma duração de 13,49 dias para o período larval, com um consumo de 412 pulgões durante este período.

O mesmo ocorreu nos trabalhos de BARBOSA et al. (2002) conduzindo experimento com *C. everes* alimentados com *S. cerealella* onde determinou uma duração de 13,9 dias durante o período larval.

Os valores próximos encontrados, sugerem que a duração do período larval fica compreendido entre 13,7 e 14,3 dias. Valores acima ou abaixo desse limite podem ter tido influência de outros fatores, principalmente relacionado a espécie estudada, como os observados por AUAD et al. (2001), que encontraram um período larval de 16,9 dias para *C. cineta* quando alimentada com ovos de *B. tabaci*. Além de ser uma espécie distinta, o volume de alimento fornecido pode ter causado a extensão do período larval estudado, neste caso a quantidade ofertada era suficiente, porém, a exigência de várias predações pode ter estendido a duração para atender suas exigências.

De forma oposta, a escassez de alimento poderia acelerar o período embrionário, como no trabalho de BORTOLI e MURATA (2007). Nele a duração do período larval foi de 10,5 dias para *C. paraguaia* alimentada com ovos de *A. kuehniella*. Neste caso o alimento fornecido foi em discos de 0,5 cm² ofertados a cada dois dias no primeiro instar e diariamente no segundo e no terceiro instar, pouco considerando o terceiro instar, pois a necessidade alimentar aumenta com o avanço dos instares. Comparando a forma de disponibilizar o alimento, influenciando na duração do período embrionário, no trabalho de BARBOSA et al. (2002), o fornecimento de ovos aumentado gradativamente fez aumentar a duração do período embrionário para 13,9 dias, sendo que no primeiro, segundo e terceiro instar foram fornecidos alimentos em discos de 6,3 cm².

Essas considerações são vistas com cautela por se tratarem de espécies distintas, alimentadas de formas diferentes com características de alimento também diferentes. Outros valores de duração são relatadas como nos trabalhos de ALMEIDA et al. (2009), que encontraram um período larval de 9,7 dias para *C. claveri* alimentados com ovos de *Plutella xylostella*, duração de 17 dias para *C. cubana* alimentadas com *Aphis gossypii* nos trabalhos de ALCANTRA et al. (2008). VENZON e CARVALHO (1992), observaram para *C. cubana* uma duração de 15,53 dias no período larval, quando alimentada com *A. kuehniella*.

2.4 - CONCLUSÕES

Houve influência das densidades sobre o incremento da predação, correlacionando-se positivamente.

A densidade de presas influenciou o desenvolvimento de *Ceareochrysa cornuta* acelerando e estabilizando o período larval a partir da densidade média.

O consumo no período larval apresentou uma correlação positiva com o incremento nas densidades, demonstrando a necessidade de densidades superiores.

A predação de ovos de *A. kuehniella* por *C. cornuta* aumenta de acordo com o aumento da quantidade ofertada;

A escassez de alimento atrasa o desenvolvimento de *C. cornuta*.

A densidade que continha 50, 100 e 220 ovos (D3) é o suficiente para que *C. cornuta* complete seu desenvolvimento no 1º, 2º e 3º instares respectivamente.

REFERÊNCIAS

- AUAD, A.M.; TOSCANO, L.C.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; Et al. *Aspectos biológicos dos estádios imaturos de Chrysoperla externa (Hagen) e C. cincta (Scheider) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentados com ovos e ninfas de Bemisia tabaci (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)*. Neotropical Entomology, 2012, p.429-432.
- ALCANTRA, E.; CARVALHO, C.F.; SANTOS, T.M.; Et al. *Aspectos biológicos e capacidade predatória de Ceraeochrysa cubana (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com Aphis gossypii Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas*. Lavras: Ciência e Agrotecnologia, v. 32, n. 4, 2008, p. 1047 – 1054.
- ALMEIDA, M.F.; BARROS, R.; JUNIOR, M.G.C.G.; Et al. *Biologia de C. claveri Navás (Neuroptera: Chrysopidae) predando Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera: Plutellidae)*. São Paulo: Ciência Rural, 2012, p. 313-318.
- BARBOSA, L.R.; FREITAS, S. & AUAD, A.M. *Capacidade reprodutiva e viabilidade de ovos de C. everes (Banks, 1920) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes condições de acasalamento*. São Paulo: Ciência e Agrotecnologia, 2002, p. 466-471.
- BORTOLI, S.A.; MURATA, A.T. *Aspectos biológicos de C. paraguaia (Navás, 1920) (Neuroptera: Chrysopidae), em condições de laboratório*. Bol. San. Veg. Plagas, 2004, p.35-42.
- CASTRO, A.L.G., CRUZ, I.; SILVA, I.F.; Et al. *Biologia de Ceraeochrysa caligata (Banks, 1945) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com Schizaphis graminum (Rondani) (Hemiptera: Aphididae)*. São Paulo: Rev. Brasileira de Agroecologia, 2014, p. 2537-2540.
- FERREIRA, D. F. *Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística*. Lavras: Revista Symposium , v. 6, 2008, p. 36-41.
- FREITAS, S. *O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas em laboratório*. Jaboticabal: Funep, 2010.
- FREITAS, S. *Criação de crisopídeos (Bicho lixeiro) em laboratório*. Jaboticabal: Funep. 2010.
- HASSAN, S.A.; KLINGAUF, F.; SHAHIN, F. *Role of Chrysopa carnea as an aphid predator on sugar beet and the effect of pesticides*. Zeitschrift fur Angewandte Entomologie, v. 100, 2009, p. 163 – 174.
- LEITE, M.V. *Biologia de Aphis gossypii Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em cultivares de Cucurbita spp. e sua interação com o predador Ceraeochrysa cubana (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, 64 p. 2006.
- VENZON, M.; CARVALHO, C.F. *Biologia da fase adulta de Ceraeochrysa cubana (HAGEN, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes dietas e temperaturas*. Ciência e Prática, v. 6, n. 3, 1992, p. 315 – 320.

CAPÍTULO 3

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Ceraeochrysa cornuta* (BANKS, 1945) e *Leucochrysa amazonica* (NAVÁS, 1913) CONDUZIDOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS

RESUMO

Com o objetivo de determinar as exigências térmicas de *Ceraeochrysa cornuta* (BANKS) e *Leucochrysa amazonica* (NAVÁS) foi conduzido um experimento com cinco temperaturas constantes, 20, 22,5, 25, 27,5 e 30°C. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 7 repetições por tratamento, cada um constituído por 5 ovos, sendo avaliados a duração e viabilidade da fase de ovo, dos instares, do período larval, pupa e do período total. A duração das fases de desenvolvimento diminuiu com o aumento da temperatura. A emergência mais rápida de adultos foi alcançada na temperatura de 30°C para *C. cornuta* levando 26,7 dias para completar seu ciclo, enquanto que o desenvolvimento mais lento foi observado em *L. amazonica*, que necessitou de 61,5 dias para fechar o ciclo na temperatura de 20°C. Ambas as espécies alcançaram 100% de viabilidade na temperatura de 27,5°C, entretanto essa viabilidade foi mantida apenas por *L. amazonica* na temperatura de 30°C. Na temperatura de 20°C *C. cornuta* apresentou viabilidade de 25,7% enquanto que *L. amazonica* apresentou uma viabilidade de 5,7%. Na temperatura de 22,5°C somente *C. cornuta* apresentou viabilidade satisfatória de 71,4% contra 11,4% de *L. amazonica* e está de acordo com a temperatura base de 11,19 e 12,86° C, respectivamente.

Palavras-chave: Adaptabilidade; Desenvolvimento larval; Sobrevivência

Biological aspects of *Ceraeochrysa cornuta* (BANKS, 1945) and *Leucochrysa amazonica* (NAVÁS, 1913) reared in different temperatures

ABSTRACT

An experiment was conducted with the objective of determining the thermal demands of *Ceraeochrysa cornuta* (BANKS) and *Leucochrysa amazonica* (NAVÁS), using five constant temperatures, 20, 22.5, 25, 27.5 and 30°C. A completely randomized design was adopted, using 7 replicated per treatment, each constituted of 5 eggs, evaluating the duration and viability of the egg phase, instars, larvae period, pupa period and total period. The duration of the development phases decreased with the increase in temperature. The fastest adult emergence was achieved at the temperature of 30°C for *C. cornuta*, completing the cycle in 26.7 days, while the slowest development was verified *L. amazonica*, completing the cycle in 61.5 days at a temperature of 20°C. Both species reached 100% viability at the temperature of 27.5°C. However, this viability was maintained only by *L. amazonica* at the temperature of 30°C. At 20°C, *C. cornuta* presented viability of 25.7%, while *L. amazonica* presented viability of 5.7%. At 22.5°C, *C. cornuta* presented the satisfactory viability of 71.4% against 11.4% of *L. amazonica*, and is in accordance with the base temperature of 11.19 and 12.86°C, respectively.

Keywords: *Adaptability; Larvae development; Survival.*

3.1 – INTRODUÇÃO

Ao contrário das regiões com tradição agrícola, a região Norte possui poucos estudos sobre a biologia de crisopídeos e a crescente produtividade agrícola do Estado (SAGRI, 2012) o torna objeto de interesse como alternativa de controle de pragas. O Estado do Pará está inserido na região amazônica e é caracterizada pelas altas temperaturas durante todo o ano com alto índice pluviométrico. Essas características permitem inferir que algumas características relacionadas aos crisopídeos sejam significativamente diferentes ao encontrados no restante do País.

A temperatura exerce um papel importante no ciclo biológico dos insetos. Determinar suas exigências térmicas e sua influência sobre a velocidade de desenvolvimento entre outros, visam sua adaptabilidade em ambientes controlados e principalmente a previsão de picos populacionais tanto de pragas e outros insetos de interesse ao controle biológico (FREITAS, 2001a; ALBUQUERQUE, 2009).

Para o planejamento de uma produção em grande escala a temperatura é um fator limitante, pois de acordo com a espécie utilizada ela interfere na duração dos instares e na viabilidade de adultos.

A espécie *Chrysoperla externa* (HAGEN, 1861) quando alimentadas com *Schizaphis graminum* (RONDANI, 1852) conduzidas nas temperaturas entre 20 e 30° C não demonstrou variação significativa na duração das fases (MAIA; CARVALHO; SOUZA 2000) em Minas Gerais, porém se a espécie *Leucochrysa varia* (SCHNEIDER) fosse conduzida nessas temperaturas inviabilizaria sua produção como demonstrou MANTOANELLI; ALBUQUERQUE, (2007).

A temperatura afeta também a oviposição, dessa forma, determinar a temperatura ideal de oviposição deve ser estudada como demonstrou BEZERRA (2010) utilizando *Chrysoperla genanigra* (FREITAS, 2003) que obteve a temperatura ideal de oviposição 25° C.

Investigar a faixa de temperatura ideal para permitir o completo desenvolvimento de todas as fases foi realizado por PESSOA; FREITAS; LOUREIRO (2009) para a espécie *Chrysoperla raimundoi* (FREITAS; PENNY, 2001) e a faixa encontrada foi de 25 a 28° C. Já nos trabalhos de PAPPAS; BROUFAS; KOEVOS (2008) as temperaturas de 15 a 30° C permitiram a eclosão de 75,6 a 87,3 % dos ovos de *Dichochrysa prasina* (BURMESTER, 1839) (Neuroptera: Crysopidae) nas respectivas temperaturas.

Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho identificar o comportamento e as exigências térmicas de *Ceraeochrysa cornuta* e *Leucochrysa amazonica* em condições do Estado do Pará.

3.2 - MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Bioecologia de Insetos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA.

Para verificar o efeito da temperatura sobre o ciclo biológico de *C. cornuta* e *L. amazonica*, utilizaram-se ovos com até 18 horas de idade, os quais foram coletados com pinça e individualizados em placas de Petri, com 10 cm de diâmetro descartáveis.

Os bioensaios foram conduzidos em estufas incubadoras mantidas a 20, 22.5, 25, 27.5 e $30 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas. Após a eclosão, as ninfas foram alimentadas *ad libitum* com ovos de *A. kuehniella*.

Devido ao hábito em carregar detritos pelas espécies estudadas, optou-se por colocar folhas de Oiti com tricomas no terceiro instar para permitir o empupamento adequado. A mudança de instar foi constatada observando-se a presença de exúvia, a qual foi retirada com pincel.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 7 repetições por tratamento, cada um constituído por 5 ovos, sendo avaliados a duração e viabilidade da fase de ovo, dos instares, do período larval, pupa e do período total. Foi determinada também o limiar térmico inferior (T_b) e a constante térmica (K) em graus dia (GD) de ambas as espécies.

O programa estatístico utilizado para a análise dos dados foi o SISVAR[®], da Universidade Federal de Lavras. Os dados de duração média dos instares foram analisados pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

3.3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

A duração média do período embrionário de ambas as espécies diminuiu em função do aumento da temperatura (Tabela 1). Observou-se que as larvas de *L. amazonica* que eclodiram não conseguiram se desprender totalmente do ovo (Figura 1 a e c) na temperatura de 20°C , o que diminuiu consideravelmente o número de indivíduos no 1^o instar.

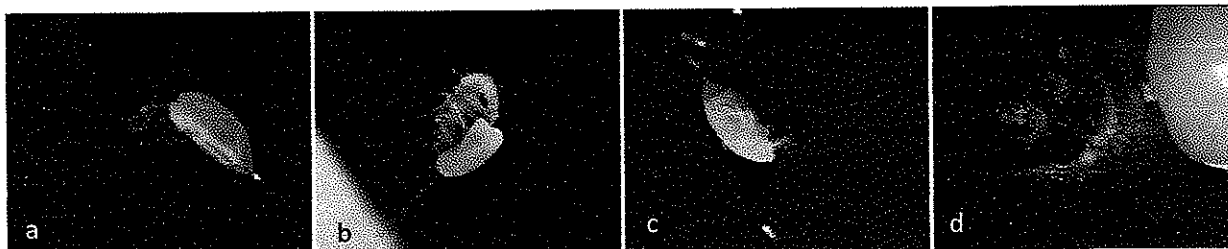


Figura 1. Detalhe da eclosão das larvas de *Leucochrysa amazonica* e *Ceraeochrysa cornuta* na temperatura de 20° C. (a) e (c) morte ocasionado pelo não desprendimento da larva de *L. amazonica* do ovo após a eclosão, (b) eclosão e desprendimento perfeito da larva de *C. cornuta* e (d) detalhe da exúvia presa em larva de *L. amazonica* após mudança de instar na temperatura de 20° C. LABIN, ICA/UFRA, Belém, PA, 2010.

Nota-se que o desenvolvimento embrionário ocorreu de forma completa, porém a duração de 10 dias nesta temperatura ocasionou o espessamento do líquido que envolve a larva dificultando seu desprendimento, ao contrário de *C. cornuta* (Figura 1b).

As larvas de ambas as espécies que se desprenderam normalmente nas temperaturas de 20 e 22,5° C tiveram sua viabilidade diminuída no decorrer do período larval ocasionado pelo não desprendimento completo da exúvia, afetando sua mobilidade que impedia sua alimentação causando sua morte ou extendendo a duração média dos instares (Figura 1 d).

A duração média do período larval foram próximas variando de 11,2 a 25,5 dias nas temperaturas de 30 e 20° C, respectivamente. Entretanto, o número de indivíduos de *L. amazonica* diminuiu consideravelmente nas temperaturas de 20 e 22,5° C enquanto que para *C. cornuta* essa diminuição ocorreu somente na temperatura de 20° C (Tabela 1). *C. cornuta* apresentou um período menor em 2,1 dias que *L. amazonica*, com 10,5 dias contra 12,6 dias respectivamente.

A duração média da fase ovo-adulto de ambas as espécies foi inversamente proporcional ao aumento da temperatura. *C. cornuta* variou de 56,4 a 26,7 dias nas temperaturas de 20 e 30°C respectivamente. Já a duração média de *L. amazonica* foi superior, necessitando de 61, 5 a 30,3 dias para completar o ciclo nas temperaturas de 20 e 30°C respectivamente (Tabela 1).

Temperatura	OVO	INSTAR 1	INSTAR 2	INSTAR 3	PER LARV	PUPA	OVO - ADULTO
<i>Ceraeochrysa cornuta</i>							
20	10,3 ± 0,1 a (n = 32)	9,0 ± 0,2 a (n = 29)	7,6 ± 0,2 a (n = 19)	6,9 ± 0,2 a (n = 18)	23,4 ± 0,3 a (n = 18)	22,9 ± 0,3 a (n = 9)	56,4 ± 0,3 a (n = 9)
22,5	8,1 ± 0,1 b (n = 32)	6,7 ± 0,1 b (n = 31)	5,6 ± 0,1 b (n = 28)	5,4 ± 0,1 b (n = 28)	17,7 ± 0,2 b (n = 28)	18,3 ± 0,2 b (n = 25)	44,12 ± 0,2 b (n = 25)
25	5,9 ± 0,1 c (n = 35)	4,1 ± 0,1 c (n = 35)	4,1 ± 0,0 c (n = 35)	4,0 ± 0,0 c (n = 30)	12,1 ± 0,1 c (n = 30)	12,2 ± 0,1 c (n = 30)	30,2 ± 0,1 c (n = 30)
27,5	5,0 ± 0,0 d (n = 35)	4,5 ± 0,1 c (n = 35)	3,1 ± 0,0 d (n = 35)	3,6 ± 0,1 d (n = 35)	11,1 ± 0,1 d (n = 35)	11,6 ± 0,1 d (n = 35)	27,7 ± 0,1 d (n = 35)
30	5,0 ± 0,0 d (n = 35)	4,5 ± 0,2 c (n = 30)	3,1 ± 0,1 d (n = 30)	3,6 ± 0,1 d (n = 30)	11,2 ± 0,2 d (n = 30)	10,5 ± 0,1 e (n = 30)	26,7 ± 0,3 e (n = 30)
CV (%)	4,94	12,44	11,54	12,19	6,40	4,35	2,89
<i>Leucochrysa amazonica</i>							
20	10,1 ± 0,1 a (n = 35)	9,3 ± 0,2 a (n = 8)	8,8 ± 0,2 a (n = 5)	8,4 ± 0,2 a (n = 5)	25,5 ± 0,5 a (n = 2)	26 ± 0,0 a (n = 2)	61,5 ± 0,5 a (n = 2)
22,5	7,9 ± 0,1 b (n = 34)	8,0 ± 0,3 b (n = 6)	6,0 ± 0,4 b (n = 4)	6,0 ± 0,0 b (n = 4)	20,0 ± 0,0 b (n = 4)	0,9 ± 0,9 b (n = 4)	47,5 ± 0,8 b (n = 4)
25	6,0 ± 0,0 c (n = 35)	5,0 ± 0,0 c (n = 29)	4,0 ± 0,0 c (n = 28)	5,1 ± 0,1 c (n = 27)	14,1 ± 0,1 c (n = 27)	14,2 ± 0,1 c (n = 26)	34,3 ± 0,2 c (n = 26)
27,5	5,5 ± 0,1 d (n = 35)	4,2 ± 0,1 d (n = 35)	4,7 ± 0,1 d (n = 35)	4,3 ± 0,1 d (n = 35)	13,2 ± 0,1 d (n = 35)	12,4 ± 0,1 d (n = 35)	31,1 ± 0,1 d (n = 35)
30	5,0 ± 0,0 e (n = 35)	4,1 ± 0,0 d (n = 35)	4,0 ± 0,0 c (n = 35)	4,6 ± 0,1 e (n = 35)	12,6 ± 0,1 e (n = 35)	12,6 ± 0,1 d (n = 35)	30,3 ± 0,2 e (n = 35)
CV	8,0	7,69	8,34	8,99	3,42	4,99	2,38

Tabela 1. Duração média (± EP) (Dias) para as diferentes fases de desenvolvimento de *Ceraeochrysa cornuta* e *Leucochrysa camposi* alimentadas com ovos de *Anagasta kuhniella* em cinco diferentes temperaturas. UR 70 ± 10%, fotofase 12 horas. LABIN, ICA/UFRA, Belém, PA, 2010.

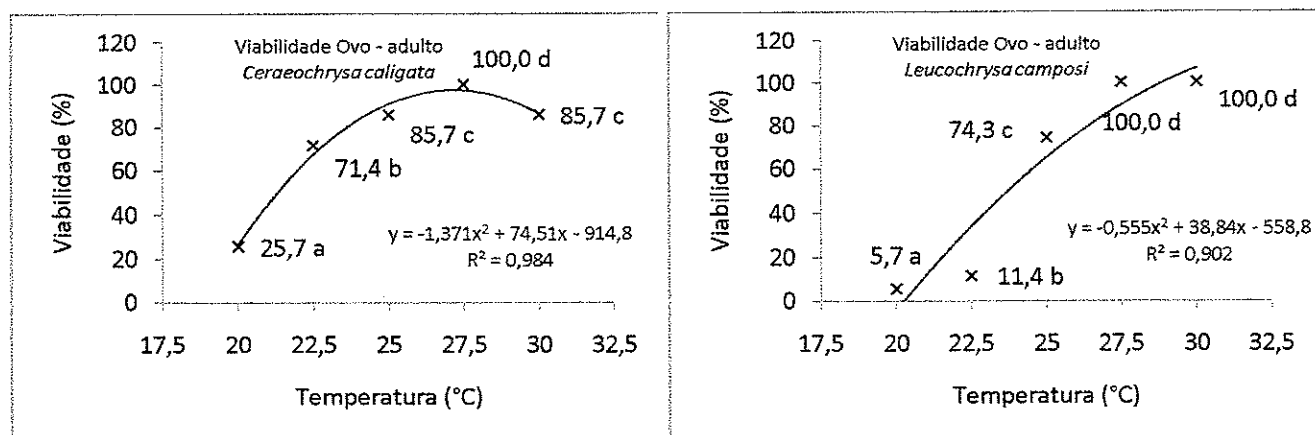


Figura 2. Viabilidade (%) de Ovo – adulto de *Ceraeochrysa cornuta* e *Leucochrysa camposi* após condução em cinco temperaturas constantes. UR $70 \pm 10\%$, fotofase 12 horas. LABIN, ICA/UFRA, Belém, PA, 2010.

Houve uma redução significativa de indivíduos conduzidos na temperatura de 20°C para ambas as espécies, ocasionando uma viabilidade de 25,7 e 5,7% de adultos de *C. cornuta* e *L. camposi* respectivamente (Figura 2).

Esta baixa viabilidade foi encontrada também nos trabalhos conduzidos por MANTOANELLI; ALBUQUERQUE (2007) com a espécie *Leucochrysa varia* conduzido em temperaturas de 18 e 21°C, onde geraram apenas 20 e 12% de indivíduos nas respectivas temperaturas, porém a *causa mortis* não foi relatada. A espécie *Chrysoperla raimundoi* estudada por PESSOA et al. (2009) não teve sua viabilidade afetada de forma tão significativa, gerando 50% de adultos ao final de 42,6 dias a uma temperatura de 19°C.

Na temperatura de 22,5°C a viabilidade continuou baixa apenas para *L. camposi* com 11,4%, semelhante aos trabalhos de MANTOANELLI; ALBUQUERQUE (2007). Ao contrário desta espécie, *C. cornuta* obteve uma viabilidade de 71,4%, gerando adultos após 44,12 dias (Tabela 1; Figura 2).

A partir de 25° C, a viabilidade foi acima de 70% para ambas as espécies, havendo um pequeno decréscimo para a espécie *C. cornuta* na temperatura de 30°C (Figura 2).

Com relação a temperatura base e as exigências térmicas, verificou-se uma variação de 11,9 a 13,75°C e 11,16 a 13,58°C para *C. cornuta* e *L. camposi* respectivamente (Figura 3 e 4). A menor e a maior constante térmica foi observada para a fase de ovo de *C. cornuta* com 69,93 e 476,19 graus-dia. A constante térmica mais elevada de *L. camposi* pode explicar a viabilidade na temperatura de 30°C em comparação com a outra espécie.

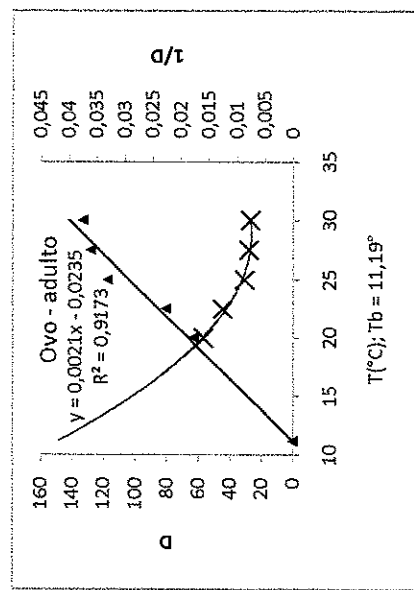
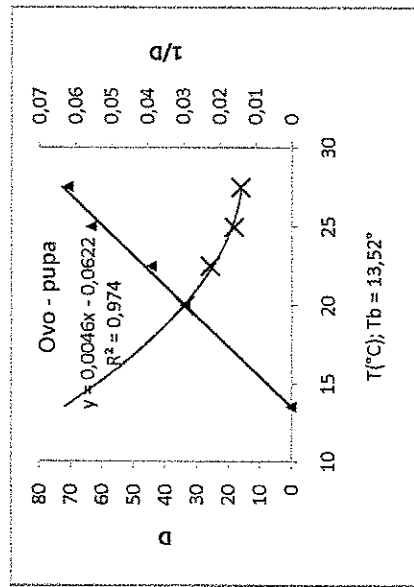
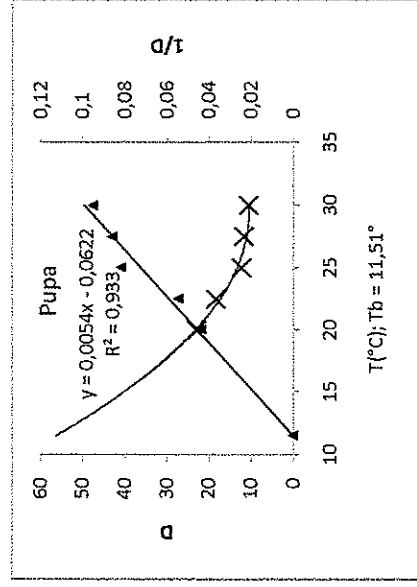
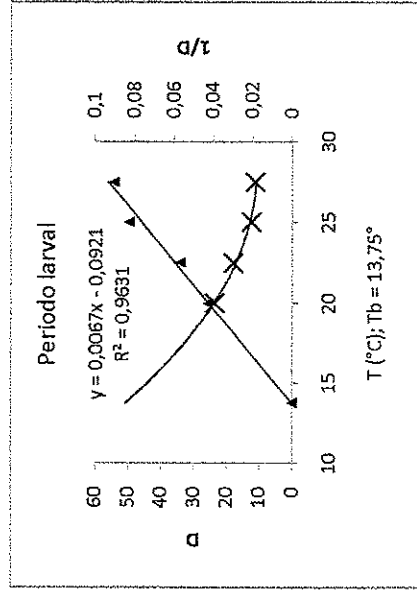
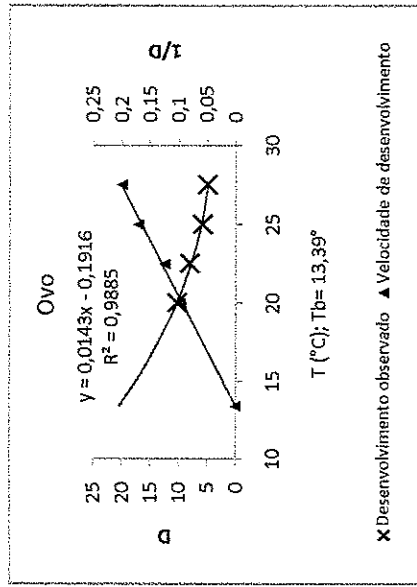


Figura 3. Curvas de regressão ajustadas para duração em dias e velocidade de desenvolvimento (1/D) das fases de *C. cornuta* em função da temperatura ($P < 0,05$). UR $70 \pm 10\%$, fotofase 12 horas. LABIN, ICA/UFRA, Belém, PA, 2010.

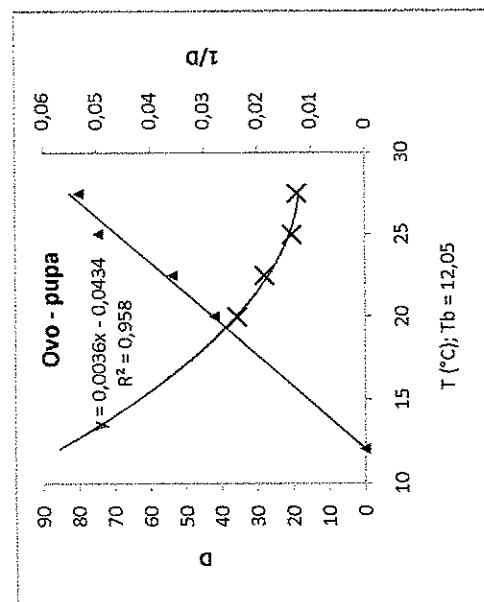
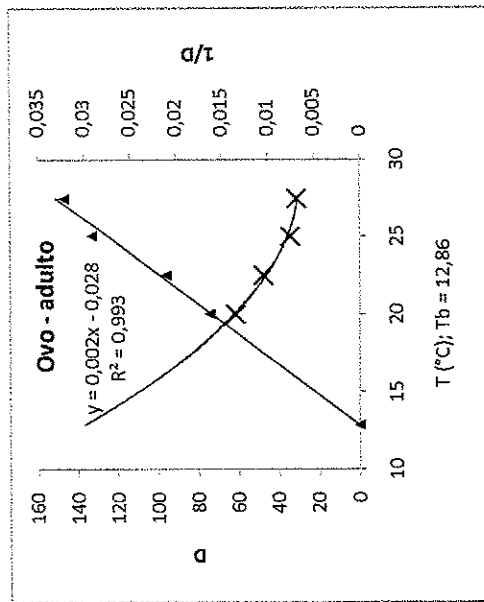
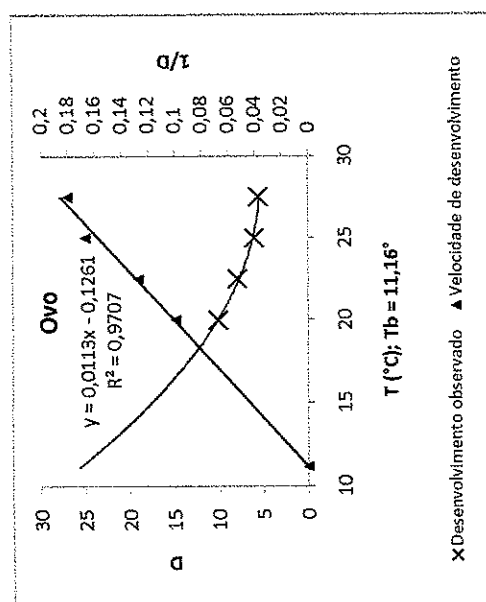
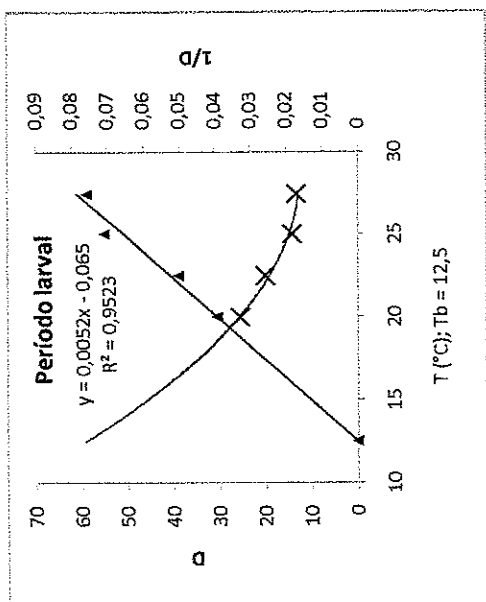
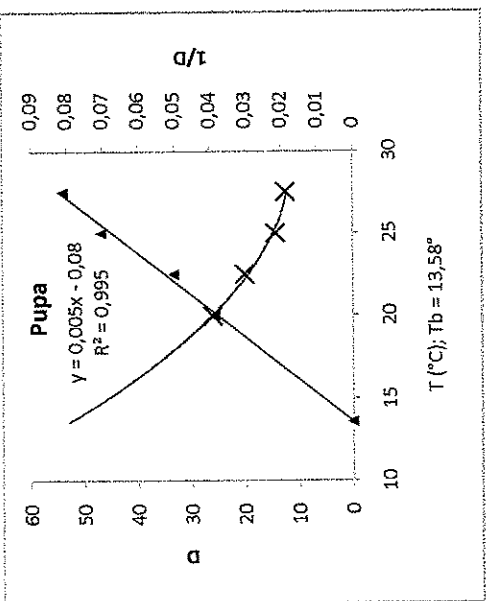


Figura 4. Curvas de regressão ajustadas para duração (D) e velocidade de desenvolvimento (1/D) das fases de *L. amazonica* em função da temperatura ($P < 0,05$). UR $70 \pm 10\%$, fotofase 12 horas. LABIN, ICA/UFRA, Belém, PA, 2010.

A temperatura base e as constantes térmicas apresentadas expressam as necessidades das espécies da região norte do País, caracterizada pelas altas temperaturas, sem períodos de baixa temperatura durante o ano (Tabela 2). Nos trabalhos de PAPPAS Et al. (2008), a espécie *Dichochrysa prasina* BURMEISTER (Neuroptera: Chrysopidae) coletadas em pomares de pêssgo no Norte da Grécia, na região Paleártica, apresentou temperatura base para a fase ovo-adulto de 8,7°C.

Tabela 2. Temperatura base (Tb) e constante térmica (K) em graus-dia (GD) para as fases de desenvolvimento de *C. cornuta* e *L. amazonica*. UR 70 ± 10%, fotofase 12 horas. Belém, 2010.

Fases	Tb (°C) ^a		K (GD) ^b	
	<i>C. cornuta</i>	<i>L. amazonica</i>	<i>C. cornuta</i>	<i>L. amazonica</i>
Ovo	13,39	11,16	69,93	88,50
Larva	13,75	12,5	149,25	192,31
Pupa	11,51	13,58	185,19	169,49
Ovo - Pupa	13,52	12,05	217,39	277,78
Ovo - Adulto	11,19	12,86	476,19	434,78

^a Temperatura base

^b Exigência térmica para o desenvolvimento (Graus dia)

^c T, temperatura (°C)

Mesmo na região Neotropical, trabalhos com espécies distintas e nacionais como *Leucochrysa varia*, os valores de Tb apresentaram proximidade com os insetos da região Paleártica, apresentando valores para a fase ovo-adulto de 8,93° C nas matas do Rio de Janeiro.

Já os trabalhos de Bezerra et al. (2011), os valores encontrados de Tb para *Chrysoperla genanigra* FREITAS (Neuroptera: Chrysopidae) foram de 10,8°C em Mossoró-RN. Os trabalhos de PESSOA et al. (2009) mostram um valor de Tb de 11,3 para a espécie *Chrysoperla raimundoi* em Jaboticabal – SP. MAIA; CARVALHO; SOUZA, (2000) encontraram valores de Tb de 10,9 e 362 GD para *Chrysoperla externa* (HAGEN).

3.4 - CONCLUSÕES

Houve influência da temperatura sobre a viabilidade de *Ceraeochrysa cornuta* e *Leuchochrysa amazônica*, inversamente proporcional ao aumento da mesma.

A amplitude térmica inferior influenciou negativamente mais acentuadamente sobre *L. amazônica* em comparação a *C. cornuta*.

Houve influência positiva da temperatura a 25° C sobre a viabilidade de ambas as espécies.

Houve influência da temperatura sobre melhor adequação (adequabilidade) ao desenvolvimento para ambas as espécies, na faixa de 25° a 32° C.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, G.S. *Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) Bioecologia e nutrição de insetos: Base para o manejo integrado de pragas*, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.
- BARBOSA, L.R.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B.; Et al. *Eficiência de Chrysoperla externa (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) no controle de Myzus persicae (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) em pimentão*. São Paulo: Ciência e Agrotecnologia, v. 32, n. 4, 2008, p. 1113 – 1119.
- BEZERRA, C.E.S. *Biologia e exigências térmicas de Chrysoperla genanigra*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural do Semi-árido. f20. 2012.
- FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Lavras: Revista Symposium. v. 6, 2008, p. 36-41.
- FREITAS, S. *O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas em laboratório*. Jaboticabal: Funep, 2009.
- FREITAS, S. *Criação de crisopídeos (Bicho lixeiro) em laboratório*. Jaboticabal: Funep. 2001.
- MAIA, W.J.M.S.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. *Exigências térmicas de Chrysoperla externa (HAGEN, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com Schizaphis graminum (RONDANI, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em condições de laboratório*. São Paulo: Ciência e Agrotecnologia, v. 24, n.1, 2000, p. 81 – 86.
- MANTOANELLI, E.; ALBUQUERQUE, G.S. *Development and larval behavior of Leucochrysa (Leucochrysa) varia (Schneider) (Neuroptera, Chrysopidae) in the laboratory*. São Paulo: Revista Brasileira de Zoologia, 2001, p. 302-311.
- PAPPAS, M.L.; BROUFAS, G.D. & KOVEOS, D.S. *Effect of temperature on survival, development and reproduction of the predatory lacewing Dichochrysa prasina (Neuroptera: Chrysopidae) reared on Ephestia kuehniella eggs (Lepidoptera: Pyralidae)*. Biological Control, 2008, p. 396-403.
- PESSOA, L.G.A.; FREITAS, S.; LOUREIRO, E.S. *Efeito da variação da temperatura sobre o desenvolvimento embrionário e pós-embrionário de Chrysoperla raimundoi*. São Paulo: Arq. Inst. Biol., v 76, n 2, 2008, p. 239 – 244.

CAPÍTULO 4

CAPACIDADE DE OVIPOSIÇÃO DE *Ceraeochrysa cornuta* (BANKS, 1945) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE ADULTOS EM UNIDADES DE CRIAÇÃO

Resumo

A capacidade de oviposição é inerente a cada espécie e varia de uma região a outra. Objetivou-se determinar a oviposição de *Ceraeochrysa cornuta* em diferentes densidades de casais em unidades de criação com volumes distintos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 repetições. Os tratamentos foram compostos pelas densidades de 5, 10, 15, 20 e 25 casais sendo mantidas em unidades de criação com 3140 cm³ e 6280 cm³. Foi acompanhado a oviposição em unidades de criação de nas densidades de 5, 10, 15, 20 e 25 casais. A produção total de ovos foi de 550 e 2391 ovos nas densidades de 5 e 25 casais respectivamente, nas gaiolas de 3140 cm³. Não houve interferência da densidade na capacidade reprodutiva/fêmea nas gaiolas de 3140 cm³, ocorrendo uma postura/fêmea entre 3,7 e 4,4 ovos/dia, sem diferença significativa entre si, após 26 dias de acompanhamento. A viabilidade de ovos nessa unidade de criação variou de 55 a 62%. Nas gaiolas de 6280 cm³ a produção total foi de 1409 a 5577 ovos nas densidades de 5 e 25 casais respectivamente. A densidade não alterou a capacidade reprodutiva/fêmea, que ovipositaram em média 4,6 a 5,8 ovos nas densidades de 25 e 5 casais respectivamente. A viabilidade de ovos atingiu 76% na densidade de 5 casais na gaiola com volume de 6280 cm³. Conclui-se que a oviposição é afetada negativamente pela alta densidade e pelo volume da unidade de criação.

Palavras-chave: Bicho lixeiro; Comportamento; Criação massal; Capacidade reprodutiva.

**Oviposition capacity of *Ceraeochrysa cornuta* (BANKS, 1945) (Neuroptera:
Chrysopidae) in function of adult density in rearing units**

ABSTRACT

The capacity for oviposition is inherent to each species and varies from one region to the next. We aimed at determining the oviposition of *Ceraeochrysa cornuta* in different densities of couples in rearing units with distinct volumes. The experimental design was completely randomized, with 4 replicates. The treatments were comprised of densities 5, 10, 15, 20 and 25 couples, maintained in rearing units with 3140 cm³ and 6280 cm³. The oviposition in each rearing unit was observed for all densities. Total egg production was of 550 and 2391 eggs in the densities of 5 and 25 couples, respectively, in the units of 3140 cm³. There was no interference of density over the reproductive capacity/female in the units of 3140 cm³, with oviposition/female of 3.7 and 4.4 eggs/day, with no significant difference between each other, after 26 days of observation. Egg viability in this unit ranged from 55 to 62%. In the units of 6280 cm³, total production was of 1409 and 5577 eggs, in the densities of 5 and 25 couples, respectively. The density did not alter the reproductive capacity/female, with oviposition of an average of 4.6 to 5.8 eggs, in the densities of 25 and 5 couples, respectively. Egg viability reached 76% in the density of 5 couples in the unit with 6280 cm³. In conclusion, oviposition is negatively affected by high density and by the volume of the rearing unit.

Keywords: *Green lacewing Behavior; Mass rearing; Reproductive capacity.*

4.1 - INTRODUÇÃO

A vocação agrícola brasileira resultou na liderança mundial no uso de agrotóxicos, aumentando a pressão mundial e nacional em se buscar alternativas mais sustentáveis para a produção agrícola, entretanto, o custo ao produtor ainda é alto se comparado aos agroquímicos. O uso do controle biológico é liderado por métodos empregando fungos. O uso de inimigos naturais concentra-se no uso de parasitóides, principalmente de ovos de lepidópteros.

O investimento na produção e comercialização de predadores neuropteras ainda são mínimos, principalmente pelo custo de produção. A pesquisa nacional vem mostrando a mais de 20 anos o potencial dos crisopídeos no combate a pragas, porém, seu uso não ocorre ainda como nos Estados Unidos, Colômbia e Portugal. No Brasil, a criação desses predadores restringem-se a Institutos de pesquisas e Universidades.

O uso de automação mostrada por ARAÚJO e BICHÃO (1990) mostram a possibilidade de produção de 350.000 ovos/semana de *Chrysoperla carnea* (STEPHENS) (Neuroptera: Chrysopidae). Considerando a demanda de 20.000 a 50.000 larvas por ha, tanto para cultivos arbóreos ou para cultivos baixos (i.e. milho, horta, etc), reflete o desafio nacional a ser superado (PERKINS, 2010).

De forma geral a metodologia para criação de crisopídeos foi descrita por Freitas (2001 b) e neste, foi protocolado o uso de ovos de lepidopteros para a alimentação de larvas pela facilidade de manuseio. Entretanto, nos trabalhos de BARBOSA et al. (2002) foram relatados que ovos de *Sitotroga cerealella* (OLIVIER) não foram adequados para a alimentação de *Ceraeochrysa everes* (BANKS) (Neuroptera: Chrysopidae), pois interferiram negativamente no desenvolvimento do predador, reduzindo a população inicial de criação em 68,3%, indicando sua inadequação como alimento alternativo.

Considerando ainda seu comportamento atrelado a seus aspectos biológicos e considerando também a necessidade em produzir um número elevado de indivíduos, a variável “densidade de indivíduos” por unidade de criação também se torna importante.

Trabalhos conduzidos por PESSOA e FREITAS (2008), mostram que as proporções entre machos e fêmeas nas unidades de criação podem diminuir sua capacidade de oviposição/fêmea, segundo os autores, além da proporção entre os sexos, a densidade pode ser um fator limitante na quantidade de ovos produzidos por *C. externa*. Essa diminuição pode ser explicada pela liberação de ODA (semioquímicos de inibição de oviposição), uma forma de

proteção aos ovos, para inibir a oviposição por seus pares, para impedir a predação dos seus ovos pelos descendentes (RUZICKA, 1998).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a oviposição de *Ceraeochrysa cornuta* em diferentes densidades usando unidades de criação de 3140 e 6280 cm³.

4.2 - MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Bioecologia de Insetos, do Instituto de Ciências Agrárias, da Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA.

Foram montados dois experimentos. No primeiro foram utilizadas unidades de criação de 3140 cm³ e no segundo unidades de criação de 6280 cm³. Para cada experimento adultos foram separados em casais na proporção de 1 macho para cada fêmea e acondicionados nas unidades de criação, confeccionadas com tubos de PVC nas densidades de 5, 10, 15, 20 e 25 casais, os quais receberam alimentação composta de levedo de cerveja e mel na proporção de 1:1.

Em ambos foram utilizadas 4 repetições por tratamento, cada uma constituída por uma gaiola (unidade de criação), em delineamento inteiramente casualizado.

Foram avaliados a oviposição total, oviposição por unidade de criação e oviposição por fêmea bem como os ovos viáveis, considerado como viáveis aqueles onde ocorreu a eclosão das larvas. A coleta e contagem dos ovos foram encerradas quando ocorreu a morte de 50% dos insetos.

O programa estatístico utilizado para a análise dos dados foi o SISVAR[®] da Universidade Federal de Lavras. Os dados foram analisados pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

4.3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas unidades de criação de 3140 cm³, o maior número de ovos foi alcançada nas que continham densidades de 20 e 25 casais, sem diferença significativa entre ambos. Não houve diferença também nas densidades de 10 e 15 casais e a menor produção foi obtida na unidade com 5 casais (Tabela 1). Esta tendência se repetiu de forma esperada para a produção por unidade de criação/dia.

Tabela 1. Produção total, por dia e por fêmea, de ovos de *Ceraeochrysa cornuta*, em unidades de criação de 3.140 cm³, conduzidos durante 26 dias. LABIN/UFRA, Belém 2010.

Densidade de casais	Produção total*	Prod/gaiola/dia*	Prod/fêmea*	Viabilidade %
05casais (1/628)**	550,50 a	21,17 a	4,22 a	55
10 casais (1/314)	1148,00 b	44,15 b	4,42 a	58
15 casais (1/209)	1274,00 b	49,00 b	3,25 a	62
20 casais (1/157)	2046,00 c	79,70 c	3,92 a	60
25 casais (1/126)	2391,50 c	91,97 c	3,70 a	56
CV	14,31% (30,29%)	14,18% (30,30%)	12,80% (29,21%)	

* números seguidos pela mesma letra na coluna não diferiram significativamente a 5% pelo teste Scott-Knott (1974)

**Relação casal/volume disponível (cm³)

Entretanto, independente da densidade, não houve diferença significativa na produção de ovos por fêmea e este comportamento foi semelhante ao encontrado por Carvalho et al. (2002), conduzindo ensaio de densidades com *Chrysoperla mediterrânea* (HÖLZEL, 1972).

As diferenças nas oviposições estão atrelados apenas ao número de fêmeas presentes na unidade de criação, porém, esses valores poderiam estar em desacordo com os trabalhos de RUCZICA (1998). Nele foi constatado que para as espécies *Chrysopa commata* (Kis e Ujhelyi, 1965), *Chrysopa oculata* (SAY, 1839) e *Chrysoperla carnea* (STEPHENS, 1836), presença de ODA* (aleloquímicos de inibição de oviposição) inibiram a oviposição dentro da mesma espécie, para evitar uma possível predação entre seus pares.

Devido às diferenças entre as espécies, essa afirmação pode estar equivocada ou não, como foi demonstrado por FRECHETE et al. (2006), onde a indiferença em ovipositar em ambiente com alta densidade de ovos da mesma espécie ou de espécies diferentes foi demonstrada para a espécie *Chrysoperla rufilabris* (BURMEISTER).

A viabilidade dos ovos variou de 55% a 60% nas densidades de 5 e 20 casais. Os ovos inviáveis apresentaram coloração azulada, o que indicava a não fecundação e muitas vezes não estavam presos ao pedicelo (Figura 1 a).

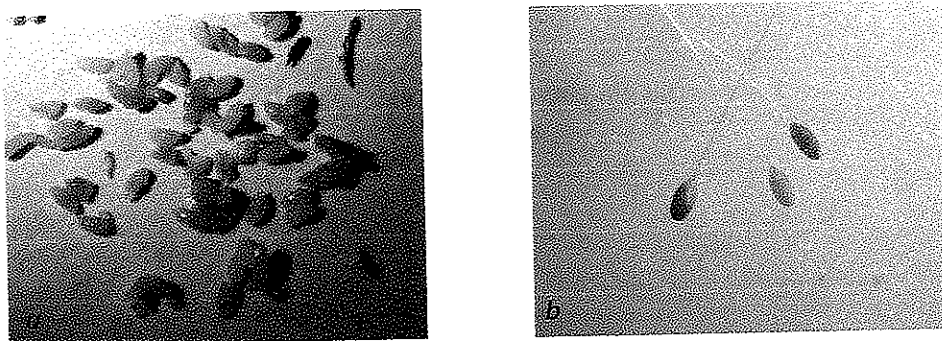


Figura 1. [a] Ovos de *Ceraeochrysa cornuta* (BANKS, 1945) (Neuroptera: Chrysopidae) sem pedicelo e sem fecundação. [b] Exemplo de ovos fecundados e pedicelados de *Leucochrysa amazonica* (NAVÁS, 1913) (Neuroptera: Chrysopidae). LABIN, ICA/UFRA, Belém, PA, 2010.

A quantidade de ovos produzidos é inerente a cada espécie e região de ocorrência. PESSOA e FREITAS (2008) conduzindo um experimento com *Chrysoperla externa* obtiveram uma produção média de 5412 ovos com 12 fêmeas durante 60 dias. Confrontando com as densidades 10 e 15 casais do experimento, as oviposições de *C. cornuta* foram consideravelmente inferiores, mesmo em se tratando de espécies distintas (Tabela 1).

Para as unidades de criação de 6280 cm³, a oviposição máxima foi obtida nas densidades de 20 e 25 casais, não diferindo significativamente entre ambos e totalizaram 5357 e 5578 ovos respectivamente (Tabela 2), porém, observou-se que de um total de 12.733,5 ovos produzidos (somatório das densidade 05, 10, 15 e 20), obteve-se 11,1%; 20,4%; 26,4% e 42,1%, para as respectivas densidades. A produção diária/gaiola seguiu a mesma tendência da produção total (Tabela 2).

Tabela 2. Total de ovos produzidos em unidades de criação de 6280 cm³, após 48 dias de condução, LABIN/UFRA, Belém 2010.

Densidade de casais	Produção total*	Prod/gaiola/dia*	Prod/fêmea*	Viabilidade %
05 casais (1/1256)**	1409,00 a	29,38 a	5,8 a	76
10 casais (1/628)	2602,75 b	54,20 b	4,7 a	74
15 casais (1/418)	3364,50 b	70,13 b	4,6 a	72
20 casais (1/314)	5357,25 c	111,60 c	5,4 a	63
25 casais (1/251)	5577,75 c	116,20 c	4,6 a	61
CV	15,74%	15,75%	18,09%	

* números seguidos pela mesma letra não diferiram significativamente a 5% pelo teste Scotti-Knott (1974)

**Relação casal/volume disponível (cm³)

A densidade não afetou significativamente a produção/fêmea, corroborando com o comportamento de *C. mediterrânea* estudado por CARVALHO et al. (2002).

Considerando o número de fêmeas usado no experimento (25 fêmeas) e, confrontando com os resultados obtidos por PESSOA e FREITAS (2008) com 12 fêmeas e considerando

também o período experimental, 48 dias para *C. cornuta* e 60 dias para *Chrysoperla externa* a produção foi próxima, com 5.577 ovos e 5.412 ovos respectivamente (TABELA 2).

ARAÚJO e BICHÃO (1990) obtiveram sucesso na produção de 4166 ovos/dia, mantendo 200 casais de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae), em unidades de criação de 7875 cm³. Essa diferença pode ser explicada pela capacidade de produção de ovos dessa espécie, com oviposição média diária de 20 ovos/fêmea, bem acima da média encontrada para *C. cornuta* (Tabela 1 e 2).

Ajustando os resultados obtidos para um período igual ao experimento anterior, ou seja, a condução em uma unidade 50% menor, pode-se observar que o tamanho da unidade de criação interferiu na produção de ovos de *C. cornuta* (Tabela 3 e Figura 2).

Tabela 3. Total de ovos produzidos em unidades de criação de 6280 cm³, após 26 dias de condução, LABIN/UFRA, Belém 2010.

Densidade de casais	Produção total*	Prod/gaiola/dia*	Prod/fêmea*
05 casais (1/1256)**	1349,25 a	51,90 a	10,37 a
10 casais (1/628)	1762,50 a	67,78 a	6,77 b
15 casais (1/418)	2706,50 b	104,10 b	6,93 b
20 casais (1/314)	4300,00 c	165,37 c	8,28 b
25 casais (1/251)	4615,50 c	177,53 c	7,10 b
CV	18,20%	18,22%	15,80%

* números seguidos pela mesma letra não diferiram significativamente a 5% pelo teste Scott-Knott (1974)

**Relação casal/volume disponível (cm³)

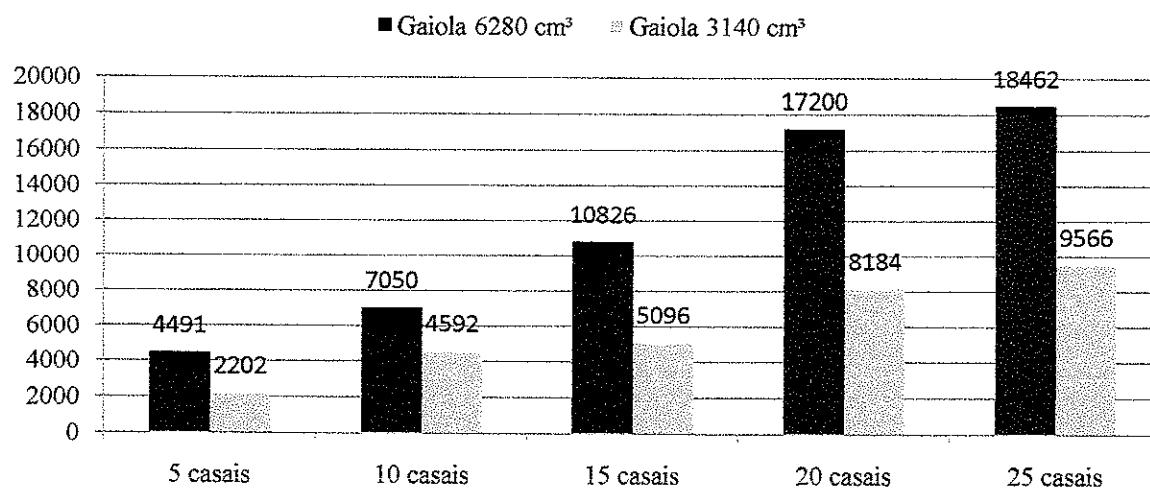


Figura 2. Produção total de ovos de *Ceraeochrysa cornuta* nas diferentes densidades durante 26 dias, influenciado pelo tamanho da unidade de criação, LABIN, ICA/UFRA, Belém, PA, 2010.

Um trabalho semelhante conduzido por CARVALHO et al. (2002) utilizando a espécie *Chrysoperla mediterrânea* constataram uma diminuição significativa na oviposição quando se aumentava a densidade de casais.

A diminuição na oviposição pode estar relacionada a quantidade de ovos presentes no meio, ou seja, a fêmea pode diminuir a oviposição para inibir o canibalismo como constatado por RUZICKA (1998) trabalhando com *Chrysopa oculata*. A oviposição, em ambiente com ovos de outras espécies, para não ser predada, e a presença de ovos da mesma espécie na verdade estimulariam a oviposição (FRECHETTE Et al. 2006).

Considerando o período total de condução dos experimentos, 48 e 26 dias, para as unidade de 6280 cm³ e 3140 cm³ respectivamente, as duas unidades de criação apresentaram resultados semelhantes aos encontrados por BORTOLI e MURATA (2007), quando trabalharam com *Ceraeochrysa paraguayana* NAVÁS (1920) e BARBOSA et al. (2002) trabalhando com *Ceraeochrysa everes* (BANKS, 1920), ambas as espécies produziram entre 4 a 6 ovos/fêmea.

Em trabalhos conduzidos por BARBOSA et al. (2002) com a espécie *C. everes* a condução de adultos na proporção de 1 macho e 1 fêmea, proporcionaram maior oviposição e viabilidade dos ovos produzidos. Neste mesmo trabalho a viabilidade alcançada foi semelhante aos resultados obtidos na D1 e D2 na unidade de 6280 cm³ (Tabela 2).

ARAÚJO e BICHÃO (1990), trabalhando com *Chrysoperla carnea* (Stephens) conseguiram uma produção de 50.000 ovos/dia utilizando doze unidades automatizadas retangular (7875cm³) com 400 insetos em cada unidade (proporção de 1 macho: 1 fêmea). Comparando os sistemas de produção, podemos inferir que a espécie escolhida produziu de 4 a 5 vezes mais ovos se comparado com *C. cornuta*, ou seja 20 a 25 ovos/dia/fêmea.

4.4 -CONCLUSÕES

Houve influência positiva da densidade de casais de *Ceraeochrysa cornuta* sobre a produção de ovos deste predador.

Houve influência negativa da maior densidade de casais de *C. cornuta* sobre a viabilidade de seus ovos.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. & BICHÃO, M.H. *Biotecnologia de produção de Chrysoperla cárnea (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae)*. Boletim de Sanidade Vegetal Plagas vol. 16, 1990. p. 113-118.
- BARBOSA, L.R.; FREITAS, S.; AUAD, A.M. *Capacidade reprodutiva e viabilidade de ovos de C. everes (Banks, 1920) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes condições de acasalamento*. Ciência e Agrotecnologia vol. 26, 2002. p. 466-471.
- BORTOLI, S.A.; MURATA, A.T. *Aspectos biológicos de C. paraguaia (Navás, 1920) (Neuroptera: Chrysopidae), em condições de laboratório*. Boletim de Sanidade Vegetal Plagas, vol. 33, 2007. p. 35-42.
- COSTA, R.I.F.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B.; LORETI, J. *Influência da densidade de indivíduos na criação de Ceraeochrysa Caligata e Chrysoperla externa (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)*. Ciência e Agrotecnologia. Edição Especial, 2003. p. 1539-1545.
- CARVALHO, C.F. & SOUZA, B. IN: BUENO, V.H.P. *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade. Métodos de criação e produção de crisopídeos*. UFLA, 2000, 196 p.
- CARVALHO, C.F.; CANARD, M.; ALAUZET, C. *Influence of the density of Chrysoperla mediterranea (Holzel, 1972) (Neuroptera: Chrysopidae) adults on its laboratory reproduction potential*. Acta Zoologica vol. 48(2), 2002, p. 61-65.
- FREITAS, S. *O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas em laboratório*. Jaboticabal: Funep. 2012.
- FREITAS, S. *Criação de crisopídeos (Bicho lixeiro) em laboratório*. Jaboticabal: Funep. 2012.
- FRÉCHETTE, B.; CODERRE, D.; LUCAS, E. *Chrysoperla rufilabris (Neuroptera: Chrysopidae) females do not avoid ovipositing in the presence of conspecific eggs*. Biological Control vol. 37, 2006, p. 354-35.
- PESSOA, L.G.A. & FREITAS, S. *Potencial reprodutivo de Chrysoperla externa (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em função do número de indivíduos por unidade de criação*. Revista Brasileira de Entomologia vol. 52(3), 2008, p. 463-466.
- RUZICKA, Z. *Further evidence of oviposition-detering allomone in chrysopids (Neuroptera: Chrysopidae)*. Europe Journal Entomology vol. 95, 1998. p. 35-39.

CAPÍTULO 5

TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE *Leucochrysa amazonica* (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) E *Ceraeochrysa everes* (BANKS) UTILIZANDO FOLHAS COM TRICOMAS DE *Licania tomentosa* L.

RESUMO

A criação massal de predadores neurópteros abrange principalmente espécies pertencentes ao gênero *Chrysoperla*. Expandir o conhecimento biológico visando outros gêneros é interessante do ponto de vista ecológico e comercial. Levantamentos recentes evidenciaram que as espécies pertencentes aos gêneros *Leucochrysa* e *Ceraeochrysa* figuram entre as mais abundantes. Objetivou-se avaliar em laboratório a influência de diferentes substratos no comportamento e a viabilidade de emergência de adultos de *Leucochrysa amazonica* e *Ceraeochrysa everes*. Os substratos testados foram serragem fina, folhas de oitizeiro (*Licania tomentosa*) com tricomas, folhas de oitizeiro sem tricomas e somente detritos oriundos da fonte de alimento como testemunha, para avaliar sua interferência em uma criação massal. Para ambas as espécies, houve redução na viabilidade de adultos emergidos na ausência de detritos. Nessas condições, a viabilidade máxima foi de 50% e 35% para *C. everes* e *L. amazonica*, respectivamente. A viabilidade foi elevada para 95% no tratamento com folhas de oitizeiro com tricomas. Disponibilizar substratos na ocasião da mudança de instar, não interferiu na emergência de adultos das duas espécies. Conclui-se que a ausência de detritos na unidade de criação de *L. amazonica* e *C. everes* reduz a emergência de adultos e que folhas de oitizeiro com tricomas são fontes adequadas de detritos para elevar a viabilidade de adultos numa criação em biofábricas.

Palavras-chave: Produção massal; Bicho-lixeiro; Comportamento.

Production technology of *Leucochrysa amazonica* (Neuroptera: Chrysopidae) and *Ceraeochrysa everes* (BANKS) using *Licania tomentosa* L. leaves with trichomes

ABSTRACT

Mass rearing of neuropteran predators encompasses especially the species belonging to the *Chrysoperla* genus. The expansion of biological knowledge aiming at other genera is interesting from the ecological and commercial perspective. Recent surveys show that the species belonging to the *Leucochrysa* and *Ceraeochrysa* genera figure among the most abundant. We aimed at evaluating in laboratory the influence of different substrates over the behavior and viability of adult emergence of *Leucochrysa amazonica* and *Ceraeochrysa everes*. The tested substrates were fine sawdust, *Licania tomentosa* leaves with trichomes, *L.tomentosa* leaves with no trichomes and detritus derived from food sources as witness, to evaluate its interference in mass rearing. For both species, there was reduction in the viability of emerged adults in the absence of detritus. In these conditions, maximum viability was of 50% and 35% for *C. everes* and *L. amazonica*, respectively. Viability was elevated to 95% in the treatment with *L.tomentosa* leaves with trichomes. Providing substrates during instar change did not interfere in adult emergence for either species. In conclusion, the absence of detritus in the rearing unit of *L. amazonica* and *C. everes* reduces adult emergence, and *L.tomentosa* leaves with trichomes are adequate sources of detritus for elevating the viability of adults in a rearing unit in biofactories.

Keywords: *Mass production; Lacewing; Behavior.*

5.1 – INTRODUÇÃO

O sucesso de uma criação em grande escala de predadores neurópteras é alcançado quando é fornecido uma quantidade mínima satisfatória para o controle da praga alvo (PERKINS, 2010). Para atingir o número desejado de predadores, além de conhecer sua exigência térmica, dieta ideal entre outros atributos biológicos, o conhecimento de seu comportamento dentro de um ambiente controlado se torna essencial (ARAUJO; BICHÃO, 1990).

O instinto de coletar e carregar detritos nas espécies da ordem Neuroptera é encontrada na maioria das espécies, associados a necessidade de camuflagem e proteção contra-ataques de predadores (FREITAS, 2001a; FREITAS, 2001b; ALBUQUERQUE, 2009).

Atualmente não há descrição da necessidade de detritos para a finalização do desenvolvimento, explicado pela intensa utilização de espécies que não possuem esse comportamento, como *Chrysoperla carnea* (Stephens 1836) e *Chrysoperla externa* (HAGEN, 1861).

Com o avanço de novas fronteiras agrícolas na região amazônica, vislumbra-se a utilização de novas espécies, proporcionada pela riqueza da biodiversidade inerente a região. Considerando as potencialidades de *Leucochrysa amazonica* e *Ceraeochrysa cornuta* (BANKS, 1920), buscou-se avaliar o comportamento e viabilidade na finalização do ciclo biológico dessas espécies utilizando detritos diversos.

5.2 - MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Bioecologia de Insetos (LABIN) do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA.

Para o experimento foram utilizadas larvas de *L. amazonica* e *C. everes* oriundas de ovos com até 18 horas de postura, individualizadas em placas de Petri descartáveis de oito centímetros de diâmetro.

Os materiais usados como detritos foram selecionados visando facilidade de localização e de baixo custo. Foram selecionados serragem oriundos da serraria da UFRA, sem escolha do material de origem, porém, originados após o processo de acabamento (lixamento) da madeira e não pelo processo de corte. Folhas de oitizeiro com tricomas,

coletadas no campus da Universidade. Para a escolha das folhas, foi observada a coloração branca dos tricomas e sua aderência.

O programa estatístico utilizado para a análise dos dados foi o SISVAR[®] da Universidade Federal de Lavras. Os dados de emergência de adultos e capacidade de empupamento foram analisados pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

5.2.1 - Experimento 1. O ensaio foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos, sendo constituídas por Serragem com granulometria Fina (SF), Folhas de Oiti com Tricomas (FOT), Folhas de Oiti Sem Tricomas (FOST) e a testemunha (T) sem nenhum detrito. Foram utilizadas 5 repetições, cada uma constituída de 5 larvas.

O alimento fornecido durante todo o ensaio foram ovos de *A. kuehniella* fornecidos *ad libitum* de dois em dois dias. Os parâmetros avaliados foram a emergência de adultos, capacidade de formação de casulos e duração dos instares larvais.

5.2.2 - Experimento 2. O ensaio foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos que foram constituídos no fornecimento de folhas de oiti com tricomas logo após a eclosão das larvas (T1), na mudança para o segundo (T2) e terceiro ínstar (T3), e a testemunha (T4) que consistiu na condução de ovo – adulto sem as folhas de oitizeiro. Foram utilizadas 5 repetições, cada uma constituída de 5 larvas.

O alimento fornecido durante todo o ensaio foram ovos de *A. kuehniella* fornecidos *ad libitum* de dois em dois dias.

Os parâmetros avaliados foram a emergência de adultos, capacidade de formação de casulos e duração dos instares larvais.

Em ambos os experimentos o programa estatístico utilizado para a análise dos dados foi o SISVAR, da Universidade Federal de Lavras. Os dados de emergência de adultos e capacidade de empupamento foram analisados pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

5.3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Experimento 1

Avaliando-se os substratos na emergência de adultos de *Leucochrysa amazonica*, constatou-se que folhas de oitizeiro sem tricomas, serragem fina e córion dos ovos de *Anagasta kuehniella* influenciaram negativamente na emergência de 75% dos adultos em função da má formação de casulos no final do período larval. Foi observada uma emergência de 95% de indivíduos adultos naquelas que continham folhas de oitizeiro com tricomas, que permitiram a construção de casulos no final do período larval (Figura 1).

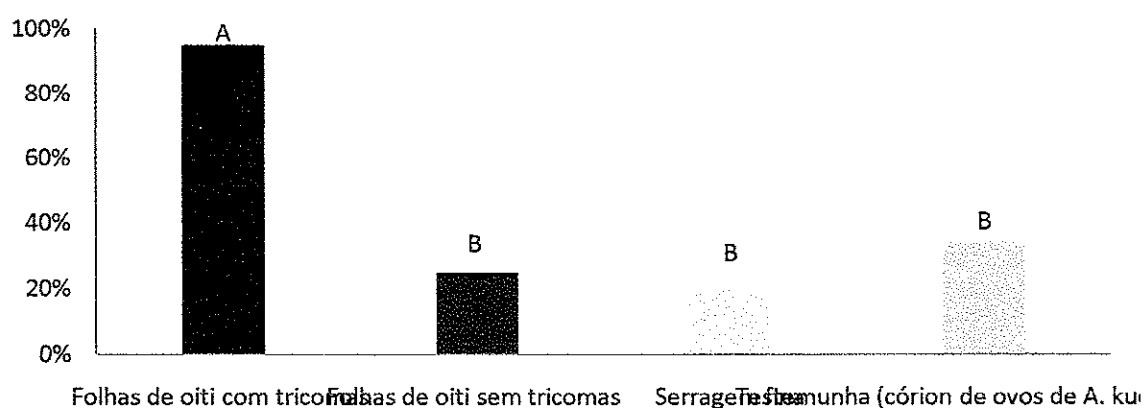


Figura 1. Viabilidade do período ovo – adulto de *Leucochrysa amazonica* na presença de diferentes fontes de substratos, LABIN, ICA/UFRA, Belém, PA, 2011.

CV* = 28,52%

Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott.

O mesmo resultado foi observado para *Ceraeochrysa everes*, onde 95% de indivíduos adultos emergiram no tratamento que continha folhas de oitizeiro com tricomas. Nos outros tratamentos, a emergência de adultos foi observada apenas em 50% dos indivíduos. Apesar de mostrar uma viabilidade maior, verifica-se que o fornecimento do substrato permitiu a construção de casulo elevando a viabilidade de adultos (Figura 2).

Foi observado que a baixa viabilidade ocorreu pela ausência de casulos, interferindo na metamorfose, característica da ordem Neuroptera (GALLO et al., 2002). A ausência de casulos foi observada nas larvas sem o pacote de lixo (dorso nu) nos tratamentos com folhas de oiti sem tricomas, serragem fina e na testemunha (Fig 3a). Nos tratamentos com serragem fina e testemunha, observou-se que apesar das longas cerdas presentes em ambas as espécies, não houve uma cobertura dorsal adequada, ou seja, ocorria a adesão dos elementos nas cerdas, porém, não ocorria a adesão entre os componentes serragem-serragem e nem ovo-ovo impedindo a formação do pacote de lixo.

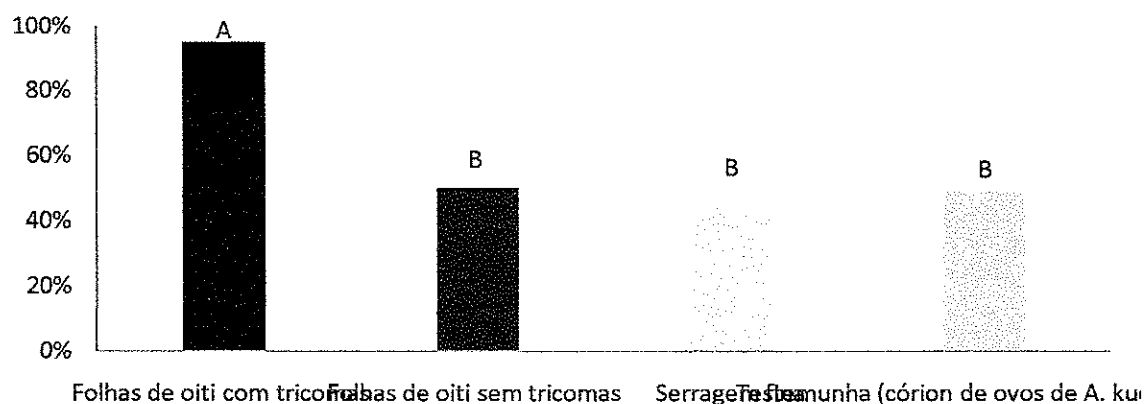


Figura 2. Viabilidade do período ovo – adulto de *Ceraeochrysa everes* na presença de diferentes fontes de substratos, LABIN, ICA/UFRA, Belém, PA, 2011.

CV**=28,41%

Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott.

Foi observado que o pacote de lixo acumulado é usado como suporte ou uma extensão do corpo para auxiliar no movimento abdominal para a confecção do casulo. Nos tratamentos onde não se formou o pacote de lixo o movimento abdominal foi instintivo, ou seja, o movimento abdominal ocorria, porém, na ausência do pacote rodava “em falso” ou falhava, ocasionando acúmulo de seda numa pequena porção próximo ao seu corpo (Fig 2b), impedindo a formação do casulo causando sua morte (Fig 2c).

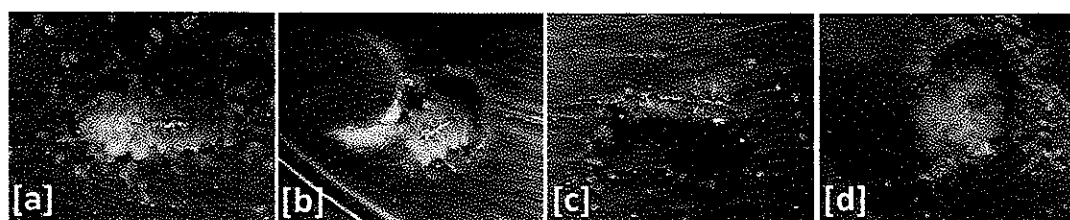


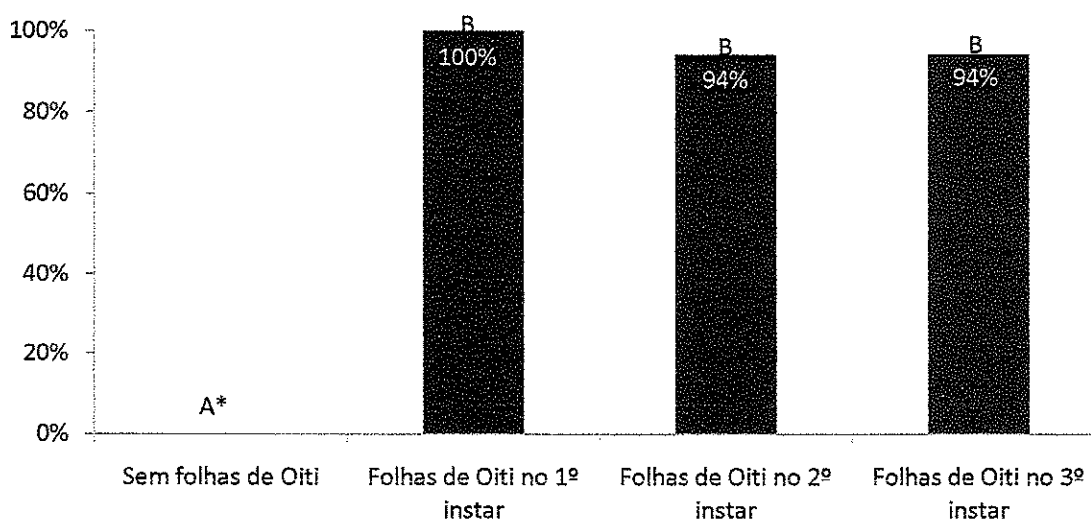
Figura 3. Larvas de *Leucochrysa camposi* de 3º instar em processo de empupamento. [a] Dorso nu (sem pacote de lixo) nos tratamentos T, SF e FOST; [b] Ausência de casulo; [c] Interferência na metamorfose e [d] Casulo formado no tratamento FOT. LABIN, ICA/UFRA, Belém, PA, 2011.

No tratamento com folhas de oitizeiro com tricomas, a adesão entre tricoma-tricoma proporcionou a formação do pacote de lixo, recobrendo toda a extensão dorsal de seu corpo, favorecendo o perfeito fechamento do casulo (Fig. 2d).

Verificou-se que não se alterou a duração do 1º, 2º e 3º instares com o fornecimento dos substratos. A duração média em todos os tratamentos foram 7,0; 5,0 e 6,0 dias para *L. amazonica* e 6,0; 4,4; e 5,0 dias para *C. cornuta*.

Experimento 2

Não houve diferença significativa na emergência de adultos quando foram disponibilizados folhas de oitizeiro com tricomas nas respectivas mudanças de instar. Todos os tratamentos proporcionaram a formação do casulo, com viabilidade de 94 a 100% na emergência de adultos. No tratamento conduzido apenas com ovos de *A. kuehniella*, sem as folhas de oitizeiro, não houve formação de casulos para *L. amazonica* ocasionando viabilidade 0 (zero) de adultos (Figura 3).

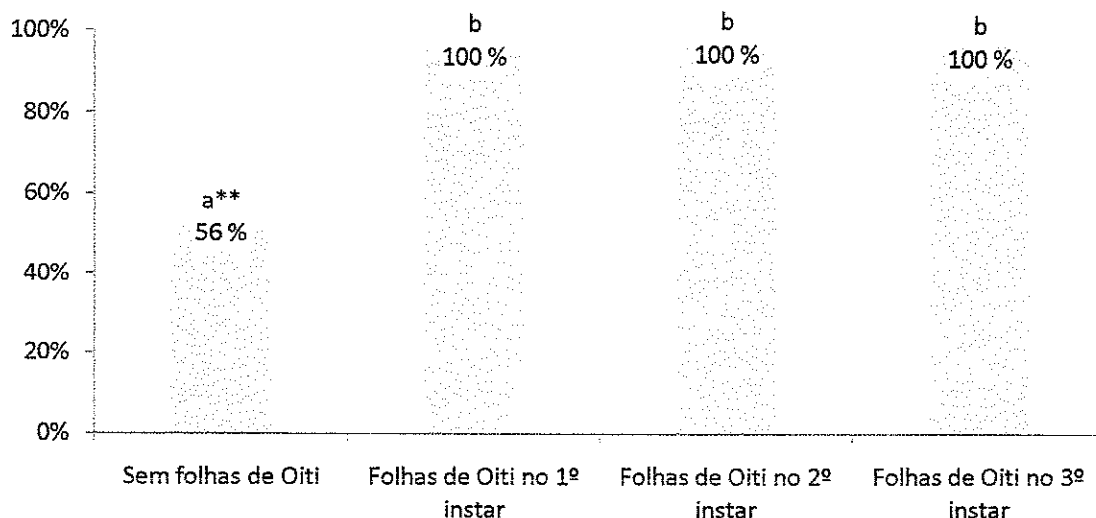


CV* = 9,68%; CV**=13,74%

Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott.

Figura 3 Viabilidade de adultos após fornecimento de detritos nos três instares larvais de *Leucochrysa amazonica*, LABIN, ICA/UFRA, Belém, PA, 2011.

Não houve diferença significativa na emergência de adultos quando foram disponibilizadas as folhas de oitizeiro para a espécie *C. cornuta*, sendo que todos os tratamentos proporcionaram a formação do casulo, com viabilidade de 100% na emergência de adultos. No tratamento conduzido apenas com ovos de *A. kuehniella*, sem as folhas de oiti, houve formação de casulos em 56% dos indivíduos avaliados (Figura 4).



CV* = 9,68%; CV**=13,74%

Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott.

Figura 4 Viabilidade de adultos após fornecimento de detritos nos três instares larvais de *Ceraeochrysa cornuta*. LABIN, ICA/UFRA, Belém, PA, 2011.

Nos trabalhos conduzidos com *Leucochrysa* (LEUCOCHRYSA) varia (SCHNEIDER), MANTONANELLI e ALBUQUERQUE (2007), constataram que pouco tempo é dispensado para a construção do pacote de lixo o que pode explicar a indiferença em colocar os detritos disponíveis nos diferentes estágios, não comprometendo a formação do casulo e consequente emergência de adultos, entretanto, a ausência de substratos pode inviabilizar sua condução em laboratório. A duração dos instares larvais de ambas as espécies foram idênticas ao experimento 1, não sofrendo alterações pelo fornecimento de substratos nos diferentes instares larvais.

5.4 – CONCLUSÕES

Serragem e folhas de oiti sem tricomas não são adequados como fonte de detrito para *L. amazonica* e *C. everes*;

Folhas de oiti com tricomas na unidade de criação aumenta a formação de casulos e consequente aumento na emergência de adultos em ambiente controlado.

Houve influência dos detritos sobre o comportamento de empupamento, formação de casulos e viabilidade de adultos para ambas as espécies.

Não houve influência de detritos sobre o desenvolvimento larval para ambas as espécies.

Houve influência positiva de detritos de folhas de oiti, tipo incanus, com a totalização de casulos formados.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, G.S. *Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas*. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2009.
- ANGELINI, M.R.; FREITAS, S. *Desenvolvimento pós-embrionário e potencial reprodutivo de Chrysoperla externa (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), alimentada com diferentes quantidades de ovos de Sitotroga cerealella (Lepidoptera: Gelechiidae)*. Acta Sci Agron : Maringá, 2004,
- ARAÚJO J, BICHÃO MH *Biotechnology de produção de Chrysoperla carnea (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae)*. Bol. San. Veg. Plagas, 1990.
- AUAD, A.M., L. C. TOSCANO, A. L. BOIÇA JUNIOR & S. FREITAS. *Aspectos biológicos dos estádios imaturos de Chrysoperla externa (Hagen) e C. cincta (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentados com ovos e ninfas de Bemisia tabaci (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)*. Neotrop Entomol, 2001.
- BARBOSA LR, FREITAS S, AUAD AM *Biological aspects of the immature stages of Ceraeochrysa everes (Banks) (Neuroptera: Chrysopidae)*. Scientia Agricola., 2002.
- BORTOLI, S.A.; MURATA, A.T. *Aspectos biológicos de Ceraeochrysa paraguaria (Navás, 1920) (Neuroptera: Chrysopidae), em condições de laboratório*. Bol San Veg Plagas, 2007.
- FREITAS, S. *O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas em laboratório*. Jaboticabal: Funep, 2001.
- FREITAS, S. *Criação de crisopídeos (Bicho lixeiro) em laboratório*. Jaboticabal: Funep, 2001.
- FREITAS S, PENNY NP. *The Green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) of Brazilian agroecosystems. Proceedings of the California Academy of Sciences*, San Francisco, 2001.
- FIGUEIRA LK, LARA FM, CRUZ. I *Effect of sorghum genotypes on the predator Chrysoperla externa (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) fed on Schizaphis graminum (Rondani) (Hemiptera: Aphidae)*. Neotrop Entomol, 2002.
- GALLO, D.; NAKANO, O. Et all. *Entomologia Agrícola*, 2002.
- MANTOANELLI E, ALBUQUERQUE GS (2007) *Development and larval behavior of Leucochrysa (Leucochrysa) varia (Schneider) (Neuroptera, Chrysopidae) in the laboratory*. Revista Brasileira de Zoologia 2013.
- PESSOA LGA, FREITAS S, RODRIGUES KC, GARDIM, S. *Uso de ovos de Diatraea saccharalis (Lepidoptera: Gelechiidae) para alimentação de larvas de Chrysoperla raimundoi (Neuroptera: Chrysopidae)*. Acta Sci Agron, 2012.

WILSON P.J., METHVEN, A.S. *Lichen use by larval Leucochrysa pavidula (Neuroptera: Chrysopidae)*. The Bryologist, 2013.