

**RAFAEL BRAGA DA SILVA**

**VIABILIDADE DE DIETAS ARTIFICIAIS E PRESAS PARA *Eriopis connexa*  
(GERMAR) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-graduação em  
Entomologia, para obtenção do  
título de *Magister Scientiae*.

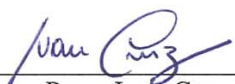
**VIÇOSA**  
**MINAS GERAIS – BRASIL**  
**2009**

**RAFAEL BRAGA DA SILVA**

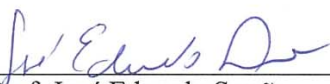
**VIABILIDADE DE DIETAS ARTIFICIAIS E PRESAS PARA *Eriopsis connexa*  
(GERMAR) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-graduação em  
Entomologia, para obtenção do título  
de *Magister Scientiae*.


APROVADA: 12 de fevereiro de 2009.



Pesq. Ivan Cruz  
(Coorientador)



Prof. José Eduardo Serrão  
(Coorientador)



Pesq. Maria de Lourdes Corrêa Figueiredo



Pesq. Teresinha Vinha Zanuncio



Prof. José Cola Zanuncio  
(Orientador)

A **DEUS**, por estar sempre presente em minha vida e diante de tudo...

Aos meus amados pais, **Dilza** e **Nerson**, que me fizeram acreditar que os meus sonhos não são tão distantes e que sou capaz de realizá-los, o apoio incondicional em todos os momentos da minha vida!

Aos amigos de hoje e sempre Ana Carolina, Consola, Cristina, Gisele, Grazielle, Izaías, Kleber, Letícia e Raquel

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Departamento de Biologia Animal e ao Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Milho e Sorgo) pela oportunidade de realização desta pesquisa e a valiosa contribuição em minha formação profissional e pessoal.

Ao professor da Universidade Federal de Viçosa (UFV) Ph.D. José Cola Zanuncio a amizade, a disponibilidade e a eficiência na orientação.

Ao pesquisador da EMBRAPA Milho e Sorgo Dr. Ivan Cruz a orientação, a confiança e a amizade, o profissionalismo, valiosos incentivos, e cobranças, tão necessários ao bom desempenho deste trabalho.

À professora da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas) e pesquisadora do Centro de Pesquisas René Rachou (CPqRR-Fiocruz), Dra. Cristiane Lafeté Gomes Furtado de Mendonça a amizade, os ensinamentos e por ter despertado em mim o interesse pela Entomologia.

À pesquisadora Dra. Maria de Lourdes Corrêa Figueiredo a amizade, os ensinamentos, o profissionalismo e as valiosas sugestões.

Ao professor da UFV Dr. José Eduardo Serrão a disponibilidade e os ensinamentos.

À pesquisadora Dra. Teresinha Vinha Zanuncio o convívio agradável e as excelentes sugestões para a redação deste trabalho.

À professora da UFV Dra. Terezinha Maria Castro Della Lucia a amizade, o profissionalismo, a disponibilidade, os ensinamentos e as excelentes sugestões para correção dos textos escritos em Inglês.

Ao pesquisador da EMBRAPA Milho e Sorgo M.Sc. Fernando Tavares Fernandes a amizade, o profissionalismo, o incentivo e o auxílio nas documentações fotográficas.

Ao pesquisador da EMBRAPA Milho e Sorgo Ph.D. Paulo César Magalhães e a sua esposa Livia Maria Costa e Silva Magalhães a amizade e os valiosos incentivos.

Aos funcionários do Laboratório de Criação de Insetos (LACRI) da EMBRAPA Milho e Sorgo Antônio Eustáquio Alves, Geraldo Magela da Fonseca, Izaías Tadeu Barbosa Duarte e Márcio Teodoro da Costa o profissionalismo, a amizade e a importância que tiveram para execução deste trabalho.

Aos estagiários e bolsistas de iniciação científica do LACRI, Ana Carolina Maciel Redoan, Ana Luisa Gangana de Castro, Cristiane de Souza Paula, Érica Aparecida de Oliveira, Felipe Galuppo Fonseca, Ivana Fernandes da Silva, Mariana Abreu Costa, Maurício Lopes Leão, Natalia Lázara Gouveia, Patrícia Pires de Andrade, Tamara Esteves Ferreira, Wagner Tavares Fernandes e Warley Geraldo Pereira, a amizade e o convívio agradável.

Aos funcionários do Campo Experimental da EMBRAPA Milho e Sorgo, Ismael Moreira Maciel, José Carlos da Silva e Mauro Eugenio de Resende Paulinelli, o profissionalismo, a amizade e o apoio indispensável para o bom desenvolvimento deste trabalho.

À equipe da biblioteca da EMBRAPA Milho e Sorgo, Maria da Conceição Sant'ana Marques, Maria Teresa Rocha Ferreira e Vânia Fernandino Fonseca o profissionalismo, a amizade sincera, a eficiência e a disponibilidade de auxílio na busca de bibliografia.

À M.Sc. Mary Lúcia Marinho Costa, funcionária da EMBRAPA Milho e Sorgo e professora da Faculdade Ciências da Vida (FCV), a amizade e os valiosos incentivos desde o início do meu estágio na Embrapa Milho e Sorgo.

Ao Dilermando Lúcio de Oliveira, funcionário da EMBRAPA Milho e Sorgo, o profissionalismo, as correções e sugestões nos textos escritos em Português.

A todos do Laboratório de Controle Biológico de Insetos do BIOAGRO, da UFV, particularmente a Moacir Lopes Coimbra a saudável convivência e a amizade.

Às secretárias do Programa de Pós-Graduação em Entomologia da UFV, Maria Paula Aparecida Costa e Miriam Magalhães, o profissionalismo, a amizade, a atenção, os auxílios nos momentos oportunos e, acima de tudo, a eficiência.

A todos os colegas do Programa de Pós-graduação em Entomologia da UFV, em especial a Alberto Soares Correa, Alexandre Igor de Azevedo Pereira, Glauco da Cruz Canevari, João Paulo Santos da Silva, Maria Raquel Fellet Guimarães, Rafael Coelho Ribeiro, Rosenilson Pinto, Sheila Abreu Mourão, Silma Leite Rocha e Veríssimo Gibran Mendes de Sá, a divertida e saudável convivência, a troca de experiências e as dificuldades enfrentadas juntos.

A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a execução desta dissertação.

## **BIOGRAFIA**

RAFAEL BRAGA DA SILVA, filho de Dilza Marli Gonçalves e Nerson Braga da Silva, nasceu em Sete Lagoas, Estado de Minas Gerais, Brasil, no dia 09 de fevereiro de 1983.

Graduou-se em Ciências Biológicas, em julho de 2006, obtendo o título de Bacharel Licenciado, pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

Desenvolveu estágio na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Milho e Sorgo), em Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil, como bolsista de iniciação científica (PIBIC-CNPq), de agosto de 2003 a fevereiro de 2007, atuando, principalmente, no controle biológico de pragas de milho e de sorgo, com espécies das famílias Aphidiidae, Braconidae, Carcinophoridae, Chrysopidae, Coccinellidae, Forficulidae, Ichneumonidae, Reduviidae, Sirphyidae e Tachinidae, e no desenvolvimento de metodologias de criação de espécies de Coccinellidae (Coleoptera).

Em março de 2007, ingressou no Programa de Pós-graduação em Entomologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais, Brasil, defendendo a dissertação em 12 de fevereiro de 2009.

## CONTEÚDO

|  | Página |
|--|--------|
| RESUMO.....  | ix     |
| ABSTRACT.....  | xi     |
| INTRODUÇÃO GERAL.....  | 01     |
| REFERÊNCIAS.....   | 09     |
| <br>   |        |
| <b>CAPÍTULO 1. SUSTENTABILIDADE DE DIFERENTES DIETAS ARTIFICIAIS PARA <i>Eriopis connexa</i> (GERMAR) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE).</b> .....                                       | 22     |
| RESUMO.....  | 23     |
| ABSTRACT.....  | 24     |
| INTRODUÇÃO.....  | 25     |
| MATERIAL & MÉTODOS.....  | 27     |
| RESULTADOS.....  | 29     |
| DISCUSSÃO.....   | 31     |
| REFERÊNCIAS.....   | 36     |
| <br>   |        |
| <b>CAPÍTULO 2. DESENVOLVIMENTO DE <i>Eriopis connexa</i> (GERMAR) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) COM OVOS DE <i>Spodoptera frugiperda</i> (SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).</b> ..... | 48     |
| RESUMO.....  | 49     |
| ABSTRACT.....  | 50     |
| INTRODUÇÃO.....  | 51     |
| MATERIAL & MÉTODOS.....  | 52     |
| RESULTADOS.....  | 54     |
| DISCUSSÃO.....   | 56     |
| REFERÊNCIAS.....   | 62     |
| <br>   |        |
| <b>CAPÍTULO 3. ASPECTOS BIOLÓGICOS DE <i>Eriopis connexa</i> (GERMAR) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) COM DIFERENTES INSETOS-PRAGA DOS AGROECOSSISTEMAS DE MILHO E DE SORGO.</b> ..... | 74     |
| RESUMO.....  | 75     |
| ABSTRACT.....  | 76     |
| INTRODUÇÃO.....  | 77     |
| MATERIAL & MÉTODOS.....  | 78     |



|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| <b>RESULTADOS.....</b>           | <b>80</b> |
| <b>DISCUSSÃO.....</b>            | <b>82</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>          | <b>88</b> |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b> | <b>99</b> |

## RESUMO

SILVA, Rafael Braga da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2009.

**Viabilidade de dietas artificiais e presas para *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae).** Orientador: José Cola Zanuncio. Coorientadores: Eraldo Rodrigues de Lima, Ivan Cruz e José Eduardo Serrão.

Esta pesquisa foi conduzida no Laboratório de Criação de Insetos (LACRI), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Milho e Sorgo) em Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. O objetivo foi estudar aspectos biológicos da fase imatura de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae), com diferentes dietas artificiais e presas comuns aos agroecossistemas de milho e de sorgo, visando desenvolver uma metodologia de criação e fornecer subsídios para a introdução desse predador nessas culturas. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com as larvas desse predador mantidas em sala climatizada a  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $70\pm 10\%$  UR e fotofase de 12 horas. As dietas artificiais foram à base de *pet food* triturada e dietas contendo água, levedo de cerveja e mel, com presença ou ausência de sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ), gérmen de trigo e farelo de soja. As presas oferecidas a *E. connexa* foram ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), congelados por um dia ou por seis meses; ovos frescos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae); ovos de *Spodoptera frugiperda* frescos, sem ou com escamas, congelados por um dia ou por seis meses; lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda*; ninfas de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) ou *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). Todas as presas e dietas artificiais foram oferecidas *ad libitum* a *E. connexa*. As dietas artificiais, isoladamente, não proporcionaram o desenvolvimento de *E. connexa* e lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* ou ovos de *A. kuehniella* (seis meses de congelamento), isoladamente ou complementados com as dietas artificiais, foram inadequados. Ovos de *A. kuehniella* congelados por um dia, ovos frescos de *D. saccharalis*, ovos de *S.*

*frugiperda* frescos sem ou com escamas, congelados por um dia ou por seis meses, ninfas de *S. graminum* e *R. maidis* proporcionaram desenvolvimento adequado das fases imaturas desse predador, evidenciando o hábito polífago de *E. connexa*. Estudos como esse fornecem informações básicas sobre presas que suprem os requisitos nutricionais desse predador e explicações para a falha ou sucesso de *E. connexa* em programas de controle biológico. *Eriopis connexa* se adaptou a vários alimentos e, no campo, esse predador não seria restrito a um único alimento; e dessa forma, poderia modular seu regime alimentar com alimentos alternativos, o que é importante para o controle biológico e evidencia seu potencial para controlar pragas de milho e de sorgo.

## ABSTRACT

SILVA, Rafael Braga da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2009.

**Viability of artificial diets and preys for *Eriopis connexa* (Germar)**

**(Coleoptera: Coccinellidae).** Advisor: José Cola Zanuncio. Co-advisors: Eraldo

Rodrigues de Lima, Ivan Cruz and José Eduardo Serrão.

This research was conducted in the Laboratory of Insects Rearing (LACRI), of the Brazilian Company of Agricultural Research (EMBRAPA Maize and Sorghum Research Center) in Sete Lagoas, Minas Gerais State, Brazil. The objective was to study biological aspects of the immature phase of *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae), with different artificial diets or preys common to the Brazilian corn and sorghum agroecosystems, to develop a rearing methodology and to generate information necessary to the introduction of the predator in the crop system. The experimental design was an entirely randomized blocks, with the larvae of predator maintained in an acclimatized room, under  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $70\pm 10\%$  RH and photophase of 12 hours. The artificial diets were based on ground pet food or diets based on water, brewer's yeast and honey, with or without the addition of ferrous sulphate ( $\text{FeSO}_4$ ), wheat germ and soybean flour. The preys offered to *E. connexa* were eggs (one day or six months frozen) of *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), eggs (fresh) of *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae); eggs (fresh, one day or six months frozen) of *Spodoptera frugiperda*, with or without scales; recently hatched caterpillars of *S. frugiperda*; nymphs of *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) or *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). All food sources were support *ad libitum* to *E. connexa*. Artificial diets, separately, did not support the development of *E. connexa*. Recently hatched caterpillars of *S. frugiperda* or eggs of *A. kuehniella* (six months of freezing), separately or complemented with the artificial diets, were

inadequate. Eggs of *A. kuehniella* frozen for one day, fresh eggs of *D. saccharalis*, fresh eggs of *S. frugiperda* without or with scales, frozen for one day or six months, nymphs of *S. graminum* and *R. maidis* provided adequate development of the immature phases of the predator, evidencing the polyphagous habit of *E. connexa*. The results obtained also indicated the nutritional requirements of the predator and can be used to explain the success or not of *E. connexa* in biological control programs. *Eriopis connexa* adapted to different food sources, and in the field, it would not be restricted to only one source; and in this way, it could modulate its alimentary regime with alternative food, which is important for the biological control and shows its potential to control corn and sorghum pests.

## INTRODUÇÃO GERAL

O milho, *Zea mays* L., e o sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench (Poales: Poaceae), são cultivados em praticamente todo o território brasileiro, mas a alta incidência de pragas pode reduzir a produtividade dessas culturas (Cruz *et al.* 1999; Waquil *et al.*, 2001; Gallo *et al.*, 2002; Bortoli *et al.*, 2003; Figueiredo *et al.* 2006ab).

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), é considerada praga de importância mundial, por atacar diferentes plantas de interesse agrícola, como o algodão (*Gossypium hirsutum* L., Malvales: Malvaceae), o arroz (*Oryza sativa* L., Poales: Poaceae), o sorgo e o milho (Yu *et al.*, 2003; Rojas *et al.*, 2004; Wyckhuys & O'Neil, 2006), sendo a principal praga dessa última cultura, no Brasil, e, em condições favoráveis, pode reduzir de 17 a 54,49% da produção dos grãos desse cereal (Cruz & Turpin, 1982; Cruz & Turpin, 1983; Cruz *et al.*, 1999; Figueiredo *et al.*, 1999, 2006ab), com perdas estimadas em mais de 400 milhões de dólares (Cruz *et al.*, 1999).

A importância de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae), praga-chave da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L., Poales: Poaceae) tem aumentado para as culturas do milho e do sorgo, com prejuízos consideráveis, dependendo de seu nível de infestação. Poucos estudos têm avaliado a associação de predadores nativos às populações de *D. saccharalis* (Rossi & Fowler, 2000). O dano provocado por lagartas de *D. saccharalis* pode ser direto, pela abertura de galerias no interior do colmo da planta, o que reduz o fluxo da seiva, além de torná-la mais suscetível ao tombamento pelo vento e por chuvas, ou indireto, quando os orifícios favorecem a penetração de microrganismos fitopatogênicos (Gallo *et al.*, 2002; Bortoli *et al.*, 2003). O controle de larvas de *D. saccharalis* é difícil e, devido a isso, passou-se a dar maior ênfase a trabalhos que busquem obter medidas alternativas de manejo dessa praga (Botelho *et al.*, 1999; Waquil *et al.*, 2001; Lima Filho & Lima, 2001).

O sorgo é o hospedeiro preferencial de *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), mas esse afídeo pode atacar diversas Poaceae, com o dano caracterizado por grande quantidade de seiva extraída, o que limita o suprimento de água e nutrientes. No processo de alimentação, *S. graminum* injeta toxina, que causa destruição enzimática da parede celular da folha, levando a clorose e, finalmente, necrose tecidual. Além dos danos diretos, pode transmitir viroses ou predispor a planta à podridão-do-colmo e à depreciação dos grãos (Cruz & Vendramim, 1989; Cruz *et al.*, 1998).

*Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (Hemiptera: Aphididae) ocorre em cultivos de importância econômica, como aveia, cana-de-açúcar, centeio, cevada, milho, sorgo e trigo, e pode sobreviver em Poaceae silvestres. Ataques intensos desse inseto podem causar dano direto à planta hospedeira, pela sucção de seiva, afetando a qualidade e o poder germinativo das sementes e reduzindo o seu valor comercial (Fonseca *et al.*, 2005, 2006; Maia *et al.*, 2004, 2005, 2006). Esse inseto é vetor de várias doenças, causadas, principalmente, por vírus (Smyrnioudis *et al.*, 2000; Stoetzel & Miller, 2001), como o mosaico-anão, em cana-de-açúcar, milho e sorgo e o mosaico-comum, considerada entre as mais importantes na cultura de milho, no Brasil (Waquil *et al.* 1996; Fonseca *et al.*, 2006).

Espécies da família Coccinellidae (Arthropoda: Coleoptera), conhecidas como “joaninhas”, são predadoras e regulam populações de insetos-praga em muitas culturas (Obrycki & Kring, 1998; Ipert, 1999; Kalaskar & Evan, 2001; Lu & Montgomery, 2001). Os coccinelídeos apresentam grande atividade de busca, ocupando todos os ambientes de suas presas, o que os caracteriza como predadores de ácaros fitófagos, cochonilhas, moscas-branca, ovos e larvas neonatas de Coleoptera e Lepidoptera, psilídeos e pulgões (Stathas, 2000; Lu & Montgomery, 2001; Isikber & Copland, 2002; Hoballah *et al.*, 2004; Milléo *et al.*, 2004; Oliveira *et al.*, 2004; Sarmento *et al.*, 2004;

Silva *et al.*, 2004, 2006ab, 2009; Silva *et al.*, 2005; Araújo-Siqueira *et al.*, 2006; Omkar & Singh, 2006; Ozgohçe *et al.*, 2006; Sarmiento *et al.*, 2007). A ocorrência natural de larvas e adultos de Coccinellidae, durante o período de infestação de pulgões em plantas cultivadas, é importante no controle desses insetos, diminuindo a sua população e reduzindo seus danos (Santos & Bueno, 1999).

Muitas espécies de Coccinellidae são consideradas como inimigos naturais eficientes se adaptando, em geral, à flutuação populacional e à disponibilidade das suas presas (Segonça *et al.*, 2005). No entanto, embora registradas em vários agroecossistemas, algumas delas mostram variabilidade no grau de estabelecimento de suas populações, o que leva à redução de sua eficácia. Como no caso das espécies de pragas, é possível que tais espécies possam estar sob a ação de um ou mais inimigo natural. Portanto, um melhor entendimento dos fatores envolvidos na sua performance em campo, pode explicar uma baixa taxa de predação e também pode servir de base para a escolha correta de uma espécie para tornar o controle biológico mais eficiente (Katsarou *et al.*, 2005).

No Brasil, trabalhos abordando os inimigos naturais dos Coccinellidae são ainda escassos e quando existentes relatam somente a sua ocorrência. *Homolotylus flaminius* (Dalman) (Hymenoptera: Encyrtidae), *Phalacrotophora nedae* (Malloch) (Diptera: Phoridae) e *Dinocampus coccinellae* (Schrank) (Hymenoptera: Braconidae) foram relatados como parasitóides de larvas, de pupas e de adultos de *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae), respectivamente (Gravena, 1978). Santos & Pinto (1981), confirmaram os estudos de Gravena (1978) ao encontrar *D. coccinellae* como parasitóide de adultos de *C. sanguinea*. Os Euphorinae incluem endoparasitóides de adultos de Coleoptera, a maioria das espécies pertencentes ao gênero *Dinocampus*, parasitando principalmente espécies da família Coccinellidae e Curculionidae (Hodek, 1973). *Dinocampus coccinellae* é um endoparasitóide solitário de coccinelídeos que se



reproduz por partenogênese telítoca (Baldulf, 1926; Phillips & Emberson, 1999; Okuda & Ceryngier, 2000), cujas fêmeas não discriminam hospedeiros que já tenham sido parasitados por outras fêmeas da mesma espécie (Geoghegan *et al.*, 1998; Majerus *et al.*, 2000; Koyoma & Majerus, 2008).

A criação massal e a liberação em campo de inimigos naturais é uma técnica que vem sendo incrementada mundialmente (Pervez & Omkar, 2004; Mohaghegh & Amir-Maafi, 2007). As dificuldades relacionadas a espaço e mão-de-obra para multiplicação dos coccinelídeos, especialmente no caso de espécies afidófagas são, também, limitantes (Kalaskar & Evan, 2001; Michaud & Jyoti, 2007). Porém, se alimentos alternativos, naturais ou não, puderem ser descobertos, tais dificuldades seriam menores (Hodek, 1973; Dong *et al.*, 2001).

Muitos estudos têm sido realizados para se estabelecer as necessidades nutricionais e ecológicas e aumentar a eficiência de insetos entomófagos (Nordlund & Morrison, 1990; Wheeler, 1996; Thompson, 1999; Cohen *et al.*, 1999). O conhecimento da biologia, do comportamento e das técnicas de criação pode melhorar o potencial de predadores, mas a obtenção de dietas naturais adequadas representa um dos problemas para a criação de Coccinellidae afidófagas (Kato *et al.*, 1999ab; Specty *et al.*, 2003; Soares *et al.*, 2004; De Clerck *et al.*, 2005).

Dietas à base de fígado de porco têm sido desenvolvidas para predadores, sendo *Coleomegilla maculata* De Geer (Coleoptera: Coccinellidae) o primeiro predador criado *in vitro* e com descendência fértil. Larvas desse predador, criadas com dieta artificial à base de fígado de porco cru e suplemento vitamínico, tiveram aproximadamente 86% de viabilidade da fase adulta, os quais se alimentavam com voracidade da dieta, e sua colônia foi mantida por meses sem presa (Attallah & Newson, 1966). O uso de fígado fresco de porco tem sido descrito para a criação de Coccinellidae, incluindo *Adalia bipunctata* (L.), *Coccinella septempunctata* (L.), *Coccinella transversoguttata*

*ricardsoni* (Brown), *Hippodamia tredecimpunctata tibialis* (Say) e *Propylea quatuordecimpunctata* (L.) (Kariluoto *et al.*, 1976; Kariluoto, 1980). Além disso, espécies de Coccinellidae predadoras foram criadas com dietas semidefinidas, sem carne, mas, geralmente, complementadas com presas ou outros insetos (Attallah & Newson, 1966; Kariluoto, 1980; Matsuka *et al.*, 1982, Silva *et al.*, 2004, 2006ab). A facilidade de criação e o baixo custo dos ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) mostram o potencial dos mesmos para a substituição de presas para Coccinellidae (Kato *et al.*, 1999ab; SPECTY *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2004, 2006ab, 2009; De Clerck *et al.*, 2005).

Dietas artificiais com solução de carboidratos têm possibilitado a manutenção de adultos de Coccinellidae, mas não são suficientes para que suas fêmeas coloquem ovos (Hagen, 1962). O tipo de alimento pode influenciar aspectos biológicos de insetos, como fecundidade e fertilidade. A descoberta de alimentos adequados e práticos é pré-requisito para progressos com Coccinellidae e algumas de suas espécies possuem ampla variação quanto à presa adequada (Hodek, 1973).

A quantidade e a qualidade do alimento influenciaram o estado fisiológico de fêmeas do gênero *Hippodamia* (Coleoptera: Coccinellidae) (Hodek, 1967). *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville (Coleoptera: Coccinellidae) requer o aminoácido cistina para pupação e metamorfose normal (Racioppi *et al.*, 1981) e não ovipositou somente com ovos de *A. kuehniella* (Kato, 1999b).

*Coleomegilla maculata* tem distribuição cosmopolita nas Américas (Munyaeza & Obrycki, 1998) e o tipo de alimento pode influenciar no seu desenvolvimento (Hodek, 1973). Esse predador teve desenvolvimento mais rápido e maior sobrevivência com fontes variadas de alimento, como mistura do pulgão-do-milho, *R. maidis* e pólen de milho, do que com apenas uma dessas fontes (Cottrell & Yeargan, 1998; Lundgren & Wiedenmann, 2004). O uso de pólen de plantas transgênicas de milho que expressam a

proteína *Cry* 1AB do *Bacillus thuringiensis* não afetou o desenvolvimento, a sobrevivência e o nível populacional de *C. maculata* (Pilcher *et al.*, 1997). Aspectos biológicos da fase imatura de *C. maculata* com ovos de *S. frugiperda* foram estudados em laboratório e esse predador mostrou potencial para controlar essa praga, devido aos altos valores encontrados para sua viabilidade de larva a adulto (Silva *et al.*, 2006a).

A taxa de predação de *C. maculata* em ovos de *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) foi mais alta em monocultura de milho que em policultura de milho/feijão/abóbora (Andow & Risch, 1985). Isso foi explicado pelo fato desse predador gastar mais tempo forrageando sobre plantas sem presas (feijão e abóbora), o que diminui sua eficiência (Risch *et al.*, 1983). Espécies de *Coleomegilla* foram observadas alimentando-se de lagartas jovens de *S. frugiperda* em plantas de milho (Hoballah *et al.*, 2004). No entanto, *C. maculata*, em laboratório, com diferentes densidades de massas de ovos de *S. frugiperda* distribuídas em plantas de milho, consumiu totalmente a primeira massa de ovos dessa presa ou até à saciedade, mas preferiu aquelas com maior número de ovos (Pereira, 1997).

O consumo alimentar de *S. graminum* por larvas de *C. sanguinea* mostrou tendência de aumento da predação com o aumento da densidade da presa e resposta funcional em forma de ascensão linear (Santa-Cecília *et al.*, 2001). O desenvolvimento do predador *C. sanguinea*, com *S. graminum*, em genótipos de sorgo, mostrou que aqueles estudados não afetaram o desenvolvimento e a fecundidade de *C. sanguinea*, durante uma geração (Santos *et al.*, 2003).

*Olla v-nigrum* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) é, frequentemente, encontrada em sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*, Benth), alimentando-se de *Psylla* sp. (Hemiptera: Psyllidae) e o desenvolvimento e aspectos biológicos desse inimigo natural foram relatados com essa presa (Kato *et al.*, 1999a). Esse predador apresentou densidade constante na presença de *Diaphorina citri* (Kuwayama)

(Hemiptera: Psyllidae) e populações escassas em sua ausência, o que pode indicar que exerça papel-chave no controle dessa praga (Michaud, 2001). *Olla v-nigrum* é atraída e se alimenta de *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) e *Aphis spiraeicola* (Patch) (Hemiptera: Aphididae) (Michaud & Browing, 1999), mas não completa seu desenvolvimento larval com essas presas. No entanto, fêmeas de *O. v-nigrum* produziram ovos férteis com *T. citricida* (Michaud, 2000). *Olla v-nigrum* foi criada por gerações sucessivas com ovos de *A. kuehniella* e dieta artificial (à base de mel, levedo de cerveja, água e ácido ascórbico) (Silva *et al.*, 2004).

Larvas de Coccinellidae podem se alimentar de ovos inférteis ou de larvas jovens coespecíficas. Essa taxa de canibalismo pode ser aumentada com o tempo entre a primeira e a última larva eclodida (Hodek, 1973). O canibalismo pode limitar o progresso de estudos para se estabelecer metodologias de criação de Coccinellidae (Obrycki & Kring, 1998; Kato *et al.*, 1999a; Michaud, 2003; Silva *et al.*, 2004).

O predador *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) pode ser encontrado em países da América do Sul (Gyenge *et al.*, 1998) e possui alto potencial para redução de populações de afídeos (Miller & Paustian, 1992; Miller, 1995; Oliveira *et al.*, 2004; Sarmiento *et al.*, 2004; Sarmiento *et al.*, 2007). No entanto, a utilização comercial de *E. connexa* depende de programas de criação adequados, pois esse predador apresentou número semelhante de ovos/postura e viabilidade em temperaturas acima de 15°C, mas sem posturas a 9°C (Gyenge *et al.*, 1998). Aspectos biológicos da fase imatura de *E. connexa*, com diferentes dietas artificiais e presas naturais, foram estudados e resultados promissores foram obtidos (Silva *et al.*, 2006a, 2009).

A mortalidade larval de *E. connexa* foi de 33,1%, a 14°C e variou de 3,6 a 17,7%, entre 18 e 34°C, com *Diuraphis noxia* (Mordvilko) e *Rhopalosiphum padi* (L.) (Heteroptera: Aphididae) (Miller & Paustian, 1992), respectivamente. Técnicas de criação massal de *E. connexa* foram testadas com as presas *D. noxia*, *Myzus persicae*

(Sulzer) e *Acyrnothosiphon pisum* (Harris) (Heteroptera: Aphididae) a 30 e 34°C, com melhores resultados com a primeira presa, a 34°C (Miller, 1995).

*Hippodamia convergens*, *E. connexa* e *C. sanguinea* podem reduzir populações de *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae), no campo (Oliveira *et al.*, 2004). O desenvolvimento de *E. connexa* foi melhor com *M. persicae* que com *Tetranychus evansi* (Baker & Pritchard) (Acari: Tetranychidae) e as áreas das células do corpo gorduroso desse predador foram mais de três vezes superiores com *M. persicae* que com *T. evansi* (Sarmiento *et al.*, 2004). Esse predador apresentou resposta funcional exponencial (Tipo II) com *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) e sigmoideal (Tipo III) com *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae). Essa mudança de comportamento sugere que esse predador adota estratégias diferentes com o tipo de presa (Sarmiento *et al.*, 2007).

O objetivo deste trabalho foi estudar aspectos biológicos da fase imatura de *E. connexa*, com diferentes dietas artificiais e presas comuns aos agroecossistemas de milho e de sorgo, visando uma possível liberação inundativa desse inimigo natural nessas culturas, desenvolver metodologia de criação desse predador e fornecer subsídios para estudos com essa espécie ou outros Coccinellidae, nessas culturas.

A Introdução Geral e os Capítulos 1, 2 e 3 dessa dissertação foram escritos de acordo com as normas das revistas *Phytoparasitica*, *The Coleopterists Bulletin* e *Entomologia Experimentalis et Applicata*, respectivamente.

## REFERÊNCIAS

1. Andow DA & Risch SJ (1985) Predation in diversified agroecosystems: relations between a coccinellid predator *Coleomegilla maculata* and its food. *Journal of Applied Ecology* 22: 357-372.
2. Araújo-Siqueira M & Almeida LM (2006) Estudo das espécies brasileiras de *Cycloneda* Crotch (Coleoptera: Coccinellidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 23: 550-568.
3. Attallah YH & Newson LD (1966) Ecological and nutritional studies on *Coleomegilla maculata* De Geer (Coleoptera: Coccinellidae). I. The development of an artificial diet and laboratory rearing technique. *Journal of Economic Entomology* 59: 1173-1179.
4. Balduf WV (1926) The bionomics of *Dinocampus coccinellae* Schrank. *Annals of the Entomological Society of America* 19: 465-498.
5. Bortoli SA, Albergaria NMMS, Dòria HSO, Botti MV, Coutinho ELM, Berlingieri EB & Malheiros EB (2003) Aspectos biológicos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae) em *Sorghum bicolor* (L.) Moench sob diferentes níveis de potássio em laboratório. *Boletín Sanidad Vegetal de Plagas* 29: 575-580.
6. Botelho PSM, Parra JRP, Chagas Neto JF & Oliveira CPB (1999) Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 28: 491-496.

7. Cohen AC, Nordlund DA & Smith RA (1999) Mass rearing of entomophagous insects and predaceous insects and predaceous mites: are bottlenecks biological, engineering, economic, or cultural? *Biocontrol News and Information* 20: 85-90.
8. Cottrell TE & Yeargan KV (1998) Effect of pollen on *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae), population density, predation, and cannibalism in sweet corn. *Environmental Entomology* 27: 1375-1385.
9. Cruz I & Turpin FT (1982) Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 17: 355-359.
10. Cruz I & Turpin FT (1983) Yield impact of larval infestation of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) to mid-whorl growth stage of corn. *Journal of Economic Entomology* 76: 1052-1054.
11. Cruz I. & Vendramim JD (1989) Não preferência como mecanismo de resistência de sorgo ao pulgão-verde. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 24: 329-335.
12. Cruz I, Vendramim JD & Oliveira AC (1998) Determinação do período de avaliação de não preferência de sorgo ao pulgão-verde, *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 27: 299-302.
13. Cruz I, Figueiredo MLC, Oliveira AC & Vasconcelos CA (1999) Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminium saturation. *International Journal of Pest Management* 45: 293-296.
14. De Clercq P, Bonte M, Van Speybroeck K, Bolckmans K & Deforce K (2005) Development and reproduction of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae)

- on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Phycitidae) and pollen. Pest Management Science 61: 1129-1132.
15. Dong H, Ellington JJ & Remmenga MD (2001) An artificial diet for the lady beetle *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae). Southwestern Entomologist 26: 205-213.
  16. Figueiredo MLC, Cruz I & Della Lucia TMC (1999) Controle integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbott) utilizando-se o parasitóide *Telenomus remus* Nixon. Pesquisa Agropecuária Brasileira 34: 1975-1982.
  17. Figueiredo MLC, Martins-Dias AMP & Cruz I (2006a) *Exasticolus fuscicornis* em lagartas de *Spodoptera frugiperda*. Pesquisa Agropecuária Brasileira 41: 1321-1323.
  18. Figueiredo MLC, Martins-Dias AMP & Cruz I (2006b) Relação entre a lagarta-do-cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira 41: 1693-1698.
  19. Fonseca AR, Cruz I, Carvalho CF & Souza B (2005) Resistência de genótipos de sorgo ao pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae): II. Teste de confinamento. Revista Brasileira de Milho e Sorgo 4: 323-334.
  20. Fonseca AR, Cruz I, Carvalho CF & Souza B (2006) Avaliação de genótipos de sorgo para resistência ao *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) em teste de livre escolha. Revista Brasileira de Milho e Sorgo 5: 26-36.
  21. Gallo D, Nakano O, Silveira Neto S, Carvalho RPL, Baptista GC, Berti Filho E, Parra JRP, Zucchi RA, Alves SB, Vendramim JD, Marchini LC, Lopes JRS & Omoto C (2002) Entomologia Agrícola. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.



22. Geoghegan IE, Majerus TMO & Majerus MEN (1998) Differential parasitisation of adult and pre-imaginal *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) by *Dinocampus coccinellae* (Hymenoptera: Braconidae). *European Journal of Entomology* 95: 571-579.
23. Gravena S (1978) Ocorrência de parasitismo em *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) no município de Jaboticabal, SP, Brasil. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 20: 69-70.
24. Gyenge JE, Edelstein JD & Salto CE (1998) Efectos de la temperatura y la dieta en la biología de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 27: 345-356.
25. Hagen KS (1962) Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. *Annual Review of Entomology* 7: 289-326.
26. Hoballah ME, Degen T, Bergvinson D, Savidan A & Tamò C (2004) Occurrence and direct control potential of parasitoids and predators of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on maize in the subtropical Lowlands of Mexico. *Agricultural and Forest Entomology* 6: 83-88.
27. Hodek I (1967) Bionomics and ecology of predaceous Coccinellidae. *Annual Review of Entomology* 12: 79-104.
28. Hodek I (1973) *Biology of Coccinellidae*. Prague: Academy of Sciences 260 p.
29. Iperti G (1999) Biodiversity of predaceous Coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. *Agriculture Ecosystems & Environment* 74: 323-342.
30. Isikber AA & Copland MJW (2002) Effects of various aphid foods on *Cycloneda sanguinea*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 102: 93-97.

31. Kalaskar A & Evan EW (2001) Larval responses of aphidophagous lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) to weevil larvae versus aphids as prey. *Annals of the Entomological Society of America* 94: 76-81.
32. Kariluoto KT, Junnikkala E & Markkula M (1976) Attempts at rearing *Adalia bipunctata* L. (Col. Coccinellidae) on different artificial diets. *Annales Entomologici Fennici* 42: 91-97.
33. Kariluoto KT (1980) Survival and fecundity of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) and some other predatory insect species on an artificial diet and a natural prey. *Annales Entomologici Fennici* 46: 101-106.
34. Kato CM, Bueno VHP & Auad AM (1999a) Aspectos biológicos e etológicos de *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866) (Coleoptera: Coccinellidae) sobre *Psylla* sp. (Homoptera: Psyllidae). *Ciência e Agrotecnologia* 23: 19-23.
35. Kato CM, Bueno VHP, Moraes JC & Auad AM (1999b) Criação de *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 28: 455-459.
36. Katsarou I, Margaritopoulos JT, Tsitsipis JA, Perdakis DC & Zarpas KD (2005) Effect of temperature on development, growth and feeding of *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia convergens* reared on the tobacco aphid, *Myzus persicae nicotianae*. *BioControl* 50: 565-588.
37. Koyama S & Majerus MEN (2008) Interactions between the parasitoid wasp *Dinocampus coccinellae* and two species of coccinellid from Japan and Britain *BioControl* 50: 565-588.
38. Lima Filho M & Lima JOG (2001) Massas de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae) em cana-de-açúcar: número de ovos e porcentagem de parasitismo por *Trichogramma* spp. (Hymenoptera:

- Trichogrammatidae) em condições naturais. *Neotropical Entomology* 30: 483-487.
39. Lu W & ME Montgomery (2001) Oviposition, development, and feeding of *Scymnus (Neopullus) sinuanodulus* (Coleoptera: Coccinellidae): a predator of *Adelges tsugae* (Homoptera: Adelgidae). *Annals of the Entomological Society of America* 94: 64-70.
40. Lundgren JG & Wiedenmann RN (2004) Nutritional suitability of corn pollen for the predator *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Insect Physiology* 50: 567-575.
41. Maia WJMS, Carvalho CF, Cruz I, Souza B & Ferreira Maia TJA (2004) Influência da temperatura no desenvolvimento de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) em condições de laboratório. *Ciência e Agrotecnologia* 28: 520-529.
42. Maia WJMS, Cruz I, Carvalho CF, Souza B, Waquil JM, Von Pinho RG, SP Carvalho, Maia TJAF & I Loureiro (2005) Efeito do estágio fenológico do milho (*Zea mays* L.) sobre a infestação pelo pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856). *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 4: 308-315.
43. Maia WJMS, Louzada JNC, Cruz I, Ecolé CC & Maia TJAF (2006) Efeito da umidade do solo na biologia de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: aphididae) em milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 5: 37-47.
44. Majerus MEN, Geoghegan IE & Majerus TMO (2000) Adaptive preferential selection of young coccinellid hosts by the parasitoid wasp *Dinocampus coccinellae* (Hymenoptera: Braconidae). *European Journal of Entomology* 97: 161-164.
45. Matsuka M, Watanabe M & Nijjima K (1982) Longevity and oviposition of vedalia beetles on artificial diets. *Environmental Entomology* 11: 816-819.

46. Michaud JP & Browning HW (1999) Seasonal abundance of the brow citrus aphid, *Toxoptera citricida* (Homoptera: Aphididae) and its natural enemies in Puerto Rico. Florida Entomologist 82: 424-447.
47. Michaud JP (2000) Development and reproduction of ladybeetles (Coleoptera: Coccinellidae) on the Citrus aphids *Aphis spiraecola* Patch and *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae). Biological Control 18: 287-297.
48. Michaud JP (2001) Numerical response of *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae) to infestation of asian citrus psyllid, (Homoptera: Aphididae) in Florida. Florida Entomologist 84: 608-612.
49. Michaud JP (2003) A comparative study of larval cannibalism in three species of ladybird. Ecological entomology 28: 92-101.
50. Michaud, JP & Jyoti JL (2007) Dietary complementation across life stages in the poliphagous lady beetle *Coleomegilla maculata*. Entomologia Experimentalis et Applicata 126: 40-45.
51. Milléo J, Almeida LM & Gordon RD (2004) South American Coccinellidae (Coleoptera). Part X: A systematic revision of *Thalassa* Mulsant (Hyperaspidae). Revista Brasileira de Entomologia 48: 395-400.
52. Miller JC & JW Paustian (1992) Temperature-dependent development of *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). Environmental Entomology 21: 1139-1142.
53. Miller JC (1995) A comparison of techniques for laboratory propagation of a South American ladybeetle, *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). Biological Control 5: 462-465.
54. Mohagheh J & Amir-Maafi M (2007) Reproduction of the predatory stinkbug *Andrallus spinidens* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) on live and frozen prey. Applied Entomology and Zoology 42: 15-20.

55. Munyaneza J & Obrycki JJ (1998) Development of three populations of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on eggs of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology* 27: 117-122.
56. Nordlund DA & Morrison RK (1990) Handling time, prey preference, and functional response for *Chrysoperla rufilabris* in the laboratory. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 57: 237-242.
57. Obrycki JJ & Kring TJ (1998) Predaceous Coccinellidae in biological control. *Annual Review of Entomology* 43: 295-321.
58. Okuda T & Ceryngier P (2000) Host discrimination in *Dinocampus coccinellae* (Hymenoptera: Braconidae), a solitary parasitoid of coccinellid beetles. *Applied Entomology and Zoology* 35: 535-539.
59. Oliveira NC, Wilcken CF & Matos CAO (2004) Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinelídeos (Coleoptera: Coccinellidae) sobre o pulgão-gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae). *Revista Brasileira de Entomologia* 48: 529-533.
60. Omkar, Mishra G & Singh SK (2006) Optimal number of matings in two aphidophagous ladybirds. *Ecological Entomology* 31: 1-4.
61. Ozgokçe MS, Atlihan R & Karaça I. (2006) The life table of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) after different storage periods. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 4: 282-287.
62. Pereira CJ (1997) Respuesta agregativa de adultos de *Coleomegilla maculata* a la densidad y distribución de los huevos del cogollero del mayus. *Bioagro* 9: 35-42.

63. Pervez A & Omkar (2004) Prey-dependent life attributes of an aphidophagous ladybird beetle, *Propylea dissecta* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biocontrol Science and Technology* 14:385-396.
64. Phillips CB & Emberson RM (1999) Morphological discriminations between first instar larvae of four euphorine parasitoids. *BioControl* 44: 159-169.
65. Pilcher CD, Obrycki JJ & Rice ME (1997) Preimaginal development, survival, and field abundance of insect predators on transgenic *Bacillus thuringiensis* corn. *Environmental Entomology* 26: 446-454.
66. Racioppi JV, Burton RL & Eikenbary R (1981) Effects of various oligidic synthetic diets on the growth of *Hippodamia convergens*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 30: 68-72.
67. Risch SJ, Andow D & Altieri MA (1983) Agroecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions, and new research directions. *Environmental Entomology* 12: 625-629.
68. Rojas JC, Virgen A & Malo EA (2004) Seasonal and nocturnal flight activity of *Spodoptera frugiperda* males (Lepidoptera: Noctuidae) monitored by pheromones traps in the coast of Chiapas, Mexico. *Florida Entomologist* 87: 496-503.
69. Rossi MN & Fowler HG (2000) Ant predation of larval *Diatraea saccharalis* Fab. (Lep., Crambidae) in new sugarcane in Brazil. *Journal of Applied Entomology* 124: 245-247.
70. Santa-Cecília LVC, Gonçalves-Gervásio RCR, Tôrres RMS & Nascimento FR (2001) Aspectos biológicos e consumo alimentar de larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae). *Ciência e Agrotecnologia* 25: 1273-1278.

71. Santos GP & Pinto ACQ (1981) Biologia da *Cycloneda sanguinea* e sua associação com pulgão em mudas de mangueira. Pesquisa Agropecuária Brasileira 16: 473-476.
72. Santos TM & Bueno VHP (1999) Efeito da temperatura sobre o desenvolvimento de *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Coleoptera: Coccinellidae) Pesquisa Agropecuária Brasileira 4: 1093-1099.
73. Santos TM, Figueira LK, Boiça Junior AL, Lara FM & Cruz I (2003) Efeito da alimentação de *Schizaphis graminum* com genótipos de sorgo no desenvolvimento do predador *Cycloneda sanguinea*. Pesquisa Agropecuária Brasileira 38: 555-560.
74. Sarmiento RA, Oliveira HG, Holtz AM, Silva SM, Serrão JE & Pallini A (2004) Fat body morphology of *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) in function of two alimentary sources. Brazilian Archives of Biology and Technology 47: 407-411.
75. Sarmiento RA, Pallini A, Venzon M, Souza OF, Molina-Rugama AJ & Oliveira CL (2007) Functional response of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to different prey types. Brazilian Archives of Biology and Technology 50: 121-126.
76. Segonça C, Al-Zyoud F & Blaeser P (2005) Prey consumption by larval and adult stages of the entomophagous ladybird *Serangium parctosum* Sicard (Col., Coccinellidae) of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hom., Aleyrodidae), at two different temperatures. Journal of Pest Science 78: 179-186.
77. Silva RA, Almeida LM. & Busoli AC (2005) Morfologia de imaturos e dos adultos de *Coccidophilus citricola* Brèthes (Coleoptera: Coccinellidae,

- Sticholotidinae), predador de cochonilhas-de-carapaça (Hemiptera: Diaspididae) de citros. *Revista Brasileira de Entomologia* 49: 29-35.
78. Silva RB, Guimarães PS, Figueiredo MLC, Fonseca G & Cruz I (2004) *Biologia de Olla v-nigrum* (Mulsant, 1886) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1875) (Lepidoptera: Pyralidae) e dieta artificial. *In: XXV Congresso Nacional de Milho e Sorgo, I Simpósio Brasileiro sobre a lagarta-do-cartucho, Spodoptera frugiperda* 2004, Cuiabá. Da agricultura familiar ao agronegócio: tecnologia, competitividade e sustentabilidade - [resumos expandidos] Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Seção Trabalhos CD-Rom.
79. Silva RB, Fellet MRG, Redoan AC, Figueiredo MLC & Cruz I (2006a) Aspectos biológicos das fases imaturas de *Eriopis connexa* (Mulsant, 1886) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com presas naturais e dietas artificiais. *In: XXVI Congresso Nacional de Milho e Sorgo, II Simpósio Brasileiro sobre a lagarta-do-cartucho, Spodoptera frugiperda, I Simpósio sobre Colletotrichum graminicola* 2006, Belo Horizonte. - [resumos expandidos] Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Seção Trabalhos CD-Rom.
80. Silva RB, Fellet MRG, Costa MA, Figueiredo MLC & Cruz I (2006b) Desenvolvimento de fases imaturas de *Coleomegilla maculata* (Mulsant, 1886) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com ovos de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *In: XXVI Congresso Nacional de Milho e Sorgo, II Simpósio Brasileiro sobre a lagarta-do-cartucho, Spodoptera frugiperda, I Simpósio sobre Colletotrichum graminicola* 2006, Belo Horizonte. Inovação para sistemas integrados de produção - [resumos expandidos] Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Seção Trabalhos CD-Rom.



81. Silva RB, Zanuncio JC, Serrão JE, Lima ER, Figueiredo MLC & Cruz I (2009) Suitability of different artificial diets for development and survival of stages of predaceous ladybird beetle *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). *Phytoparasitica* 37: 115-123.
82. Smyrnioudis IN, Harrington R, Katis N & Clark SJ (2000) The effect of drought stress and temperature on spread of barley yellow dwarf virus (BYDV). *Agricultural and Forest Entomology* 2: 161-166.
83. Soares AO, Coderre D & Schanderl H (2004) Dietary self-selection behaviour by the adults of the aphidophagous ladybeetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Animal Ecology* 73: 478-486.
84. Specky O, Febvay G, Grenier S, Delobel B, Piotte C, Pageaux JF, Ferran A & Guillaud J (2003) Nutritional plasticity of the predator ladybeetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) comparison between natural and substitution prey. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 52: 81-91.
85. Stathas GJ (2000) *Rhyzobius lophanthae* prey consumption and fecundity. *Phytoparasitica* 28: 1-9.
86. Stoetzel MB & Miller GL (2001) Aerial feeding aphids of corn in the United States with reference to the root-feeding *Aphis maidiradicis* (Homoptera: Aphididae). *Florida Entomologist* 84: 83-98.
87. Thompson SN (1999) Nutrition and culture of entomophagous insects. *Annual Review of Entomology* 44: 561-592.
88. Waquil JM, Rodrigues JAS, Santos FG, Ferreira AS, Vilella FMF & Foster JE (2001) Resistance of commercial hybrids and lines of sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench., to *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae). *Neotropical Entomology* 30: 661-668.

89. Waquil JM, Oliveira E, Pinto NFJA, Fernandes, FT & Correia LA (1996) Viroses em milho, incidência e efeito na produção. *Fitopatologia Brasileira* 21: 460-463.
90. Wheeler D (1996) The role of nourishment in oogenesis. *Annual Review of Entomology* 41: 407-431.
91. Wyckhuys KAG & O'neil RJ (2006) Populations dynamics of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and associated arthropod natural enemies in Honduran subsistence maize. *Crop Protection* 25: 1180-1190.
92. Yu SJ, Nguyen SN & Abo-Elghar GE (2003) Biochemical characteristics of insecticida resistance in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 77: 1-11.

## **CAPÍTULO 1.**

---

---

**SUSTENTABILIDADE DE DIFERENTES DIETAS ARTIFICIAIS PARA *Eriopsis  
connexa* (GERMAR) (COLEOPTERA: COCINELLIDAE)**

---

---

**Sustentabilidade de diferentes dietas artificiais para *Eriopis connexa* (Germar)  
(Coleoptera: Coccinellidae)**

**RESUMO**

A “joaninha”, *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) é um importante inimigo natural de pragas. Este trabalho avaliou o potencial de criação de *E. connexa*, com 17 dietas artificiais. A porcentagem de adultos desse predador foi alta quando suas larvas receberam somente ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), após congelamento por um dia (92,5%), ou associados com dietas artificiais com água e mel (82,5 a 100%). A viabilidade de larva a adulto foi de 72,5%, com ovos de *A. kuehniella* (após um dia de congelamento) mais dieta artificial, baseada em *pet food*. Nenhum adulto de *E. connexa* foi obtido com dietas artificiais como única fonte de alimento. A duração do período de larva a adulto desse predador foi mais longa somente com ovos de *A. kuehniella* (após seis meses de congelamento) ou associados a dietas artificiais, mas com baixa viabilidade. Ovos de *A. kuehniella* (após um dia de congelamento), oferecidos separadamente ou associados com dietas artificiais, foram mais adequados para *E. connexa* e ambas dietas podem ser usadas para a criação desse inimigo natural.

**Palavras-chave:** alimentos alternativos, controle biológico, joaninhas, criação massal, predador

## **Suitability of different artificial diets for *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae)**

### **ABSTRACT**

The ladybug, *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) is an important natural enemy of insect pests. This work evaluated rearing procedures of *E. connexa*, with 17 artificial diets. The percentage of adult obtained was high (92.5%) when larvae received as food source, that had been frozen for one day eggs of *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), or one-day frozen eggs in mixture with artificial diets with water and honey (82.5 to 100%). Larva-adult viability was 72.5%, when the larva food source was one day frozen eggs of *A. kuehniella* together with artificial diet, made from on pet food. No adult of *E. connexa* was obtained using artificial diets as the only food source. Period of time from larva to adult of the predator was longer when the food source for larval development was only eggs of *A. kuehniella* (six months of freezing) or together with to artificial diets, but with low viability. Eggs of *A. kuehniella* (one day of freezing), offered separately or together with artificial diets, were more suitable as food source for *E. connexa* and both diets may be used for rearing the natural enemy under laboratory condition.

**Key-words:** alternatives foods, biological control, ladybugs, mass rearing, predator

## INTRODUÇÃO

A qualidade do alimento tem impacto sobre o crescimento, o desenvolvimento e a reprodução dos insetos. O conhecimento das relações alimentares de insetos predadores pode fornecer informações sobre a qualidade nutricional e a razão para escolha de um alimento específico (Omkar et al. 1997, 2006; Omkar e Pervez 2001; Zanuncio et al. 2002). A disponibilidade de alimentos de baixo custo pode reduzir os custos de criação massal de insetos predadores e, conseqüentemente, aumentar o uso desses insetos no controle biológico (Vandekerkhove et al. 2006).

Espécies de Coccinellidae (Coleoptera) são agentes importantes de controle biológico natural, por se alimentarem, durante as fases larval e adulta, de diferentes espécies de presas, incluindo ácaros, cochonilhas, moscas-branca, ovos e lagartas de Coleoptera e Lepidoptera, psilídeos e pulgões (Simmonds et al. 2000; Omkar e Pervez 2001; Ragkou et al. 2004; Silva e Bonani 2008).

O entendimento dos padrões nutricionais e ecológicos pode aumentar a eficiência de insetos entomófagos (Zanuncio et al. 1996; Simmonds et al. 2000; Pervez e Omkar 2004; Freitas et al. 2006; Mohaghegh e Ami-Maafi 2007). Estudos sobre a biologia, o comportamento e as técnicas de criação de insetos predadores são importantes, mas o uso desses inimigos naturais em programas de controle biológico e a produção de dietas adequadas representam problemas para a criação de Coccinellidae afidófagas (Kariluoto et al. 1976; Kariluoto 1980).

Uma dieta artificial deve ser nutricionalmente comparável a dietas naturais e de baixo custo. Insetos alimentados com dieta artificial devem apresentar alta taxa de sobrevivência, rápido período de desenvolvimento, alto ganho de peso e alta fecundidade (Scriber e Slansky 1981; Zanuncio et al. 1996; Saavedra et al. 1997; Dong et al. 2001). Dietas artificiais com fígado de porco e suplementos vitamínicos possibilitaram o desenvolvimento do predador *Coleomegilla maculata* (DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae) (Attalah e Newson 1966). Fígado fresco de porco foi

utilizado para criar *Adalia bipunctata* (L.), *Coccinella septempunctata* (L.), *Coccinella transversoguttata ricardsoni* (Brown), *Hippodamia tredecimpunctata tibialis* (Say) e *Propylea quatuordecimpunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) (Kariluoto et al. 1976; Kariluoto 1980). Além disso, espécies desses predadores têm sido criadas com dietas semidefinidas, sem carne, mas, geralmente, complementadas com presas ou outros insetos (Attalah e Newson 1966, Kariluoto et al. 1976; Matsuka et al. 1982). Por isso, a facilidade de obtenção e o baixo custo de ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) mostram o potencial dos mesmos para a substituição de presas para Coccinellidae (Kato et al. 1999a,b; Specty et al. 2003; De Clercq et al. 2005).

*Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) se alimenta de afídeos, em vários países da América do Sul (Gyenge et al. 1998) e sua criação massal é importante para programas de controle biológico. A criação de *E. connexa* foi testada com *Diuraphis noxia* (Mordvilko), *Myzus persicae* (Sulzer) e *Acyrthosiphon pisum* (Harris) (Hemiptera: Aphididae), a 30 e 34°C, com melhor resultado com a primeira presa, a 34°C (Miller e Paustian 1992; Miller 1995).

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes dietas artificiais, baseadas em ovos de *A. kuheniella*, e variações quantitativas e qualitativas de fontes alimentares processadas e/ou enriquecidas, para o desenvolvimento de larvas de *E. connexa*, em laboratório.

## MATERIAL & MÉTODOS

O experimento foi conduzido a  $25\pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 horas e umidade relativa de  $70\pm 10\%$ , no Laboratório de Criação de Insetos (LACRI) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Milho e Sorgo) em Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com 17 tratamentos (Tabela 1) e quatro repetições, cada uma com 10 larvas de *E. connexa*.

As dietas artificiais foram baseadas em mel e água (Tabela 2) e obtidas por estudos prévios, em laboratório, e a textura pastosa das mesmas foi obtida pelo potencial higroscópico do mel junto à água. A consistência pastosa da dieta possibilitou que fosse facilmente colocada no recipiente de criação, com espátula apropriada, permitindo a alimentação do predador e sua manutenção em condições ideais de alimentação. A dieta baseada em *pet food* (Tabela 2) é usada para criar o predador *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae) por mais de um ano, no LACRI, sendo formulada em pequenos grânulos e oferecida ao predador *E. connexa*, no fundo dos recipientes de criação.

Todas as larvas de *E. connexa* foram provenientes da mesma colônia do laboratório, obtidas a partir de adultos desse predador, alimentados com ovos de *A. kuehniella* congelados por, no máximo, uma semana, associados com a dieta artificial 2 (Tabela 2). Cada tratamento teve 40 larvas de *E. connexa*. Um dia após a eclosão, as larvas de *E. connexa* foram individualizadas em copos de plástico de 50 mL, fechados com tampas de acrílico transparentes e mantidos fixos em suporte de isopor. As dietas foram oferecidas *ad libitum* às larvas de *E. connexa* de acordo com o tratamento (Tabela 1).

Após a emergência, os adultos de *E. connexa* foram sexados, pesados em balança eletrônica (resolução de 0,1 mg) e transferidos para gaiolas de criação



(recipiente de vidro com 12 cm de diâmetro e 18 cm de altura) tampadas com filme PVC e alimentados de acordo com o tratamento.

Larvas e adultos de *E. connexa* foram observados diariamente, para avaliar o número de estádios (n= 20), a duração de cada estágio, a duração das fases pré-pupal, pupal e de larva a adulto (n= 20), a viabilidade larval, pré-pupal, pupal e de larva a adulto (n= 40) além do peso e a razão sexual (n= 40) dos mesmos.

Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e comparados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com o programa MSTAT-C, versão 2.1, Michigan State University (Russel 1989).

## RESULTADOS

*Eriopis connexa* apresentou quatro estádios (Tabela 3), mas a maioria das larvas desse predador morreu no primeiro estágio, quando alimentadas somente com dieta artificial. A duração do primeiro estágio de *E. connexa* foi menor nos tratamentos T15 e T17 que nos demais (Tabela 3). A duração do estágio larval de *E. connexa* foi maior com ovos de *A. kuehniella*, congelados por seis meses, isoladamente ou associados, com dietas artificiais, mas variou entre tratamentos (Tabela 3). A maior duração desse estágio para *E. connexa*, com ovos de *A. kuehniella* (seis meses de congelamento), separadamente ou associados com as dietas artificiais (Tabela 4), pode ser devido ao tipo de alimento, pois essa duração variou, nos demais tratamentos, de 12,4 a 13,2 dias (Tabela 4).

A viabilidade do estágio larval de *E. connexa* foi alta com ovos de *A. kuehniella*, congelados por um dia, separadamente ou associados com as dietas artificiais. O desenvolvimento de *E. connexa* com a dieta artificial 1, associada com ovos de *A. kuehniella*, congelados por seis meses ou um dia (T9 e T14), apresentou melhores valores para a viabilidade do estágio larval (Tabela 5). Além disso, a duração do estágio larval desse predador foi longo e com baixa viabilidade para indivíduos somente com ovos de *A. kuehniella* (seis meses de congelamento) ou associados com as dietas artificiais (Tabelas 4 e 5), exceto no tratamento T9, que apresentou 60% de emergência de adultos.

A duração do estágio pré-pupal de *E. connexa* variou de 1,0 a 1,4 dia (Tabela 4), sem diferença entre tratamentos, e a viabilidade dessa fase foi semelhante para todas as dietas, exceto para indivíduos, somente com ovos de *A. kuehniella* (Tabela 5).

A duração e a viabilidade da fase pupal de *E. connexa* diferiram entre tratamentos com valores de 3,7 a 4,9 dias e 78,6 a 100% (Tabelas 4 e 5). A duração do estágio pupal de *E. connexa* foi curta, mas com alta viabilidade, com ovos de *A.*

*kuehniella* congelados por um dia (T13) ou ovos de *A. kuehniella* congelados por um dia e dieta artificial 3 (T16) (Tabelas 4 e 5).

A duração de larva a adulto de *E. connexa* variou de 17,1 a 23,2 dias entre tratamentos (Tabela 4), com maior e menor duração com ovos de *A. kuehniella* congelados por seis meses (T8) ou um dia (T13), respectivamente (Tabela 4). A produção de adultos de *E. connexa* foi alta quando suas larvas foram alimentadas com ovos de *A. kuehniella* congelados por um dia, (T13) 92,5%, ou associados com as dietas artificiais 1 ou 2 (T14 e T15), com 100% e 92,5% (Tabela 5), respectivamente.

A razão sexual de *E. connexa* diferiu entre tratamentos de 0,37 a 0,78 (Tabela 6).

O peso de fêmeas e machos de *E. connexa* diferiu entre tratamentos com machos, apresentando menor peso que as fêmeas. O menor e o maior peso obtidos para fêmeas e machos foi de 6,2 e 3,9 mg, com ovos de *A. kuehniella* (congelados por seis meses) e 12,3 e 8,4 mg, com ovos de *A. kuehniella* (congelados por um dia) associados com a dieta artificial 1, respectivamente (Tabela 6).

## DISCUSSÃO

Alimentos inadequados podem aumentar o número de estádios de insetos. Os alimentos oferecidos a *E. connexa* foram nutricionalmente similares, pois esse predador apresentou o mesmo número de estádios em todos os tratamentos em que foram obtidos adultos, como relatado para *Stenomoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachidae), em dieta natural e artificial (Navas e Parra 2005). O número de estádios de *E. connexa* foi o mesmo relatado para *Coccinella undecimpunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae), com *Megoura persicae* (Buckton) e *Aphis fabae* (Scopoli) (Hemiptera: Aphididae) (Cabral et al. 2006), e para esse predador, com *D. noxia* e *R. maidis*, *D. noxia*, *A. pisum* e *M. persicae*, *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae) (Miller e Paustian 1992; Miller 1995; Oliveira et al. 2004) e para *Scymnus (Neopullus) sinuanodulus* Yu e Yao (Coleoptera: Coccinellidae), com folhagens de *Tsuga canadensis* (L.) infestadas com Aldegididae (Lu et al. 2002).

As dietas artificiais usadas neste estudo, isoladamente, não possibilitaram o desenvolvimento de *E. connexa*. Isso sugere a necessidade de nutrientes adicionais para as mesmas, como aminoácidos e sais minerais, devido ao comportamento generalista de Coccinellidae predadores, que podem se alimentar de diferentes presas e grãos de pólen (Ipertí 1999; Isikber e Copland 2002; Ragkou et al. 2004; Berkvens et al. 2008). Quando o alimento é insustentável para o desenvolvimento larval de Coccinellidae o primeiro estágio é raramente completado; entretanto, um balanço nutricional inadequado pode estar associado a um nutriente que torna limitado o desenvolvimento dos estágios finais (Michaud 2005). Larvas de *Coleomegilla maculata fuscilabris* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) não completaram seu desenvolvimento, somente, com *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae), mas tiveram excelente sobrevivência com essa mesma presa e uma dieta artificial apropriada durante o primeiro estágio (Michaud 2000).

A duração semelhante dos estádios larvais de *E. connexa* com ovos de *A. kuehniella*, congelados por um dia, separadamente ou associados a dietas artificiais, concorda com os relatados para os primeiro, segundo, terceiro e quarto estádios desse predador, com *C. atlantica* (Oliveira et al. 2004), mas com maiores valores que aqueles para esse predador com *D. noxia* e *R. padi*, 8,1 dias a 26°C (Miller 1992), *C. atlantica*, 10,82 dias (Oliveira et al. 2004) e *D. noxia*, *A. pisum* e *M. persicae*, 6,3-7,2; 8,1-8,4; 9,7-8,5 dias, respectivamente a 30 e 34°C (Miller e Paustian 1995).

O aumento da duração da fase larval de *E. connexa*, com ovos de *A. kuehniella* congelados por seis meses, mostra que essa presa não é adequada para o desenvolvimento desse predador. Esse aumento é comum para insetos com dietas de baixo valor nutricional e pode ser devido à maior demanda por nutrientes (Scriber e Slansky 1981; Thompson 1999; Stathas 2000). A qualidade do alimento afetou o tempo de desenvolvimento e a sobrevivência de larvas de Coccinellidae (Kalushkov e Hodek 2001, 2004; Isikber e Copland 2002). Ovos congelados podem ser estocados para criar insetos predadores com custos menores do que com presas frescas, mas o período de congelamento dos ovos de *A. kuehniella* afeta sua qualidade nutricional (Mohaghegh e Amir-Maafi 2007).

A maior duração do quarto estágio de *E. connexa*, em todos os tratamentos, pode ser devido à necessidade das larvas desse predador obterem nutrientes para pupação e metamorfose, como relatado para outros insetos (Scriber e Slansky 1981; Stathas 2000).

A menor duração do estágio larval de *E. connexa* com as dietas artificiais associadas com ovos de *A. kuehniella* do que somente com ovos de *A. kuehniella* congelados por seis meses mostra que um único alimento foi inadequado para *E. connexa*. Os melhores resultados foram com a dieta artificial 1, associada com ovos de *A. kuehniella*, independentemente do período de congelamento. Isso pode ser explicado

pelo comportamento generalista de Coccinellidae predadores (Iperti 1999; Isikber e Copland 2002; Ragkou et al. 2004; Berkvens et al. 2008).

A duração do estágio de pré-pupa de *E. connexa* não apresentou diferença entre tratamentos e com valores similares àqueles para *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville (Coleoptera: Coccinellidae), com ovos de *A. kuehniella* (Kato et al. 1999b), *C. sanguinea* com *M. persicae*, *Megoura viciae* (Buckton), *Aphis gossypii* (Glover) ou *A. fabae* (Isikber e Copland 2002) e *Stethorus punctillum* (Weise) (Coleoptera: Coccinellidae) com *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) (Ragkou et al. 2004), o que mostra adequação das dietas oferecidas.

A fase de pré-pupa de *E. connexa* teve início quando sua larva parou de se alimentar e se manteve fixa pelo último segmento abdominal no topo, no fundo ou nas laterais do recipiente de criação. A pré-pupa apresentava movimentos bruscos quando tocada, como observado para *Olla v-nigrum* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) (Kato et al. 1999a). A duração semelhante da fase pré-pupal de *E. connexa* indica que o alimento obtido durante a sua fase larval não afeta a sua fase de pré-pupa. Entretanto, a menor viabilidade desse estágio, somente com ovos de *A. kuehniella* congelados por seis meses (Tabela 5), sugere que as dietas artificiais associadas com ovos de *A. kuehniella* possibilitam melhor desenvolvimento ao predador e que pode haver transferência de nutrientes entre estádios e para a fase adulta (Scriber & Slansky, 1981; Thompson, 1999).

O estágio de pré-pupa de *E. connexa* apresentou padrão diferente do relatado para *S. sinvanodulus*, pois a pré-pupa desse predador foi considerada quando suas larvas paravam de se alimentar e liberavam da região anal líquidos em grande quantidade e se tornavam imóveis por um a dois dias (Lu et al. 2002), fato esse, também, observado para *E. connexa*. No entanto, algumas larvas de *S. sinvanodulus*, após o período de imobilidade, começavam a rastejar, formando a pupa após esse período de rastejamento,

e uma alta porcentagem das mesmas que exibiram esse comportamento morreram (Lu e Montgomery 2001; Lu et al. 2002). Esse comportamento de *S. sinvanodulus* foi associado a um mecanismo das larvas desse predador de buscar locais adequados para alimentação ou protegidos, para pupação (Lu et al. 2002).

O menor período do estágio pupal é importante para programas de controle biológico, por fornecer adultos em menor tempo e aumentar a densidade populacional de inimigos naturais (Nordlund e Greenberg 1994; Auad 2003). A viabilidade pupal de *E. connexa* foi semelhante à desse predador com *C. atlantica* (Oliveira et al. 2004) ou *D. noxia* e *R. padi* (Miller e Paustian, 1992; Miller 1995). A duração do estágio pupal de *E. connexa* foi menor e com alta viabilidade nos tratamentos T13 e T16.

A razão sexual (número de machos/número de machos + fêmeas) de *E. connexa* foi semelhante à desse predador com *M. persicae*, *D. noxia* ou *A. pisum* (Miller e Paustian 1992; Miller 1995) e *C. atlantica*, 0,46% (Oliveira et al. 2004) e para os Coccinellidae *H. convergens*, *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant), *Delphastus pusillus* (LeConte), *Harmonia axyridis* (Pallas), *Lindorus lophanthae* (Blais) e *Stethorus punctillum* (Weise) (Coleoptera: Coccinellidae) (Heimpel e Lundgren 2000).

Fêmeas mais pesadas que machos são comuns em Coccinellidae (Iperti 1999; Kato et al. 1999a; Sighinolf et al. 2008). O maior peso de fêmeas de *E. connexa* em todos os tratamentos, sugere que estas possam ser distinguidas de machos coespecíficos pelo seu peso, como relatado para *H. convergens* e *Coccinella septempunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) com *Myzus persicae nicotianae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) (Katsarou et al. 2005).

O maior peso das fêmeas de *E. connexa* se deve ao fato da capacidade de posturas dos insetos ser determinada pela ovogênese, processo fisiológico regulado pela disponibilidade de nutrientes no corpo da fêmea (Wheeler 1996; Zanuncio et al. 2002). Dessa forma, qualquer fator que afete a incorporação de nutrientes pode afetar a

ovogênese e, conseqüentemente, a taxa de postura de insetos. Geralmente, fêmeas maiores são mais fecundas que as menores, como relatado para *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae), que é mais pesada e fecunda com *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) que com *Aphis spiraecola* (Patch) (Hemiptera: Aphididae) (Michaud 2000).

A menor duração das fases imaturas e o maior peso de adultos de *E. connexa*, com ovos de *A. kuehniella* (congelados por um dia), isoladamente (T13) ou associados com a dieta artificial 1 (T14), mostram que representam a melhor alternativa para criação desse predador. Isto é importante, pois o peso é indicativo dos nutrientes e da energia armazenados, que podem influenciar na procura para cópula, voo de dispersão e fecundidade (Nordlund e Greenberg 1994; Thompson 1999; Omkar et al. 2006). Por outro lado, a maior duração das fases imaturas e o menor peso de *E. connexa*, com ovos de *A. kuehniella* congelados por seis meses, indica a necessidade de suplementação dessa dieta para criação desse predador. As dietas artificiais, separadamente, foram inadequadas para *E. connexa*, por não terem possibilitado seu completo desenvolvimento, mas esses resultados podem ser melhores quando ovos de *A. kuehniella* são, também, oferecidos. A associação da dieta artificial 1 com ovos de *A. kuehniella* representa a melhor dieta para a criação de *E. connexa*.



## REFERÊNCIAS

1. Attallah, Y.H., Newson, L.D. (1966) Ecological and nutritional studies on *Coleomegilla maculata* De Geer (Coleoptera: Coccinellidae). I. The development of an artificial diet and laboratory rearing technique. *J. Econ. Entomol.* 59:1173-1179.
2. Auad, A.M. (2003) Aspectos biológicos dos estágios imaturos de *Pseudodorus clavatus* (Fabricius) (Diptera: Syrphidae) alimentados com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. *Neotrop. Entomol.* 32:475-480.
3. Berkvens, N., Bonte, J., Berkvens, D., Deforce, K., Tirry, L., De Clercq, P. (2008) Pollen as an alternative food for *Harmonia axyridis*. *Biol. Control.* 53:201-210.
4. Cabral, S., Soares, A.O., Moura, R., Garcia, P. (2006) Suitability of *Aphis fabae*, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) as prey for *Coccinella undecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *BioControl.* 39:434-440.
5. De Clercq, P., Bonte, M., Van Speybroeck, K., Bolckmans, K., Deforce, K. (2005) Development and reproduction of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Phycitidae) and pollen. *Pest. Manag. Sci.* 61:1129-1132.
6. Dong, H., Ellington, J.J., Remmenga, M.D. (2001) An artificial diet for the lady beetle *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae). *South. Entomol.* 26:205-213.
7. Freitas, S.P., Evangelista Júnior, W.S., Zanuncio, J.C., Serrão, J.E. (2006) Development, survival and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) with salt and amino acids solutions supplementary diet. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 49:449-455.

8. Gyenge, J.E., Edeelstein, J.D., Salto, C.E. (1998) Efectos de la temperatura y la dieta en la biología de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). *An. Soc. Entomol. Bras.* 27:345-356.
9. Heimpel, G.E., Lundgren, J.G. (2000) Sex ratios of commercially reared biological control agents. *Biol. Control.* 19:77-93.
10. Ipert, G. (1999) Biodiversity of predaceous Coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74:323-342.
11. Isikber, A.A., Copland, M.J.W. (2002) Effects of various aphid foods on *Cycloneda sanguinea*. *Entomol. Exp. Appl.* 102:93-97.
12. Kalushkov, P., Hodek, I. (2001) New essential aphid prey for *Anatis ocellata* and *Calvia quatuordecimgottata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biocon. Sci. Technol.* 11:35-39.
13. Kalushkov, P., Hodek, I. (2004) The effects of thirteen species of aphids on some life history parameters of the ladybird *Coccinella septempunctata*. *BioControl.* 49:1984-1092.
14. Kariluoto, K.T. (1980) Survival and fecundity of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) and some other predatory insect species on an artificial diet and a natural prey. *Ann. Entomol. Fenn.* 46:101-106.
15. Kariluoto, K.T., Junnikkala, E., Markkula, M. (1976) Attempts at rearing *Adalia bipunctata* L. (Col. Coccinellidae) on different artificial diets. *Ann. Entomol. Fenn.* 42:91-97.
16. Kato, C.M., Auad, A.M., Bueno, V.H.P. (1999a) Aspectos biológicos e etológicos de *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866) (Coleoptera: Coccinellidae) sobre *Psylla* sp. (Homoptera: Psyllidae). *Ciênc. Agrotec.* 23:19-23.
17. Kato, C.M., Bueno, V.H.P., Moraes, J.C., Auad, A.M. (1999b) Criação de *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae) em ovos de

- Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). *An. Soc. Entomol. Bras.* 28:455-459.
18. Katsarou, I., Margaritopoulos, J.T., Tsitsipis, J.A., Perdikis, D.C., Zarpas, K.D. (2005) Effect of temperature on development, growth and feeding of *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia convergens* reared on the tobacco aphid, *Myzus persicae nicotianae*. *BioControl.* 50:565-588.
  19. Lu, W., Montgomery, M.E. (2001) Oviposition, development, and feeding of *Scymnus (Neopullus) sinuanodulus* (Coleoptera: Coccinellidae): a predator of *Adelges tsugae* (Homoptera: Adelgidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 94:64–70.
  20. Lu, W., Souphany, P., Montgomery, M.E. (2002) Descriptions of immature stages of *Scymnus (Neopullus) sinuanodulus* Yu and Yao (Coleoptera: Coccinellidae) with notes on life history. *Coleopt. Bull.* 56:127-141.
  21. Matsuka, M., Watanabe, M., Nijjima, K. (1982) Longevity and oviposition of vedalia beetles on artificial diets. *Environ. Entomol.* 11:816-819.
  22. Michaud, J.P. (2000) Development and reproduction of ladybeetles (Coleoptera: Coccinellidae) on the citrus aphids *Aphis spiraecola* Patch and *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae). *Biol. Control.* 18:287-297.
  23. Michaud, J.P. (2005) On assessment of prey suitability in aphidophagous Coccinellidae. *Eur. J. Entomol.* 102:385-390.
  24. Miller, J.F. (1995) A comparison of techniques for laboratory propagation of a South American ladybeetle, *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biol. Control.* 5:462-465.
  25. Miller, J.C., Paustian, J.W. (1992) Temperature-dependent development of *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environ. Entomol.* 21:1139-1142.

26. Mohaghegh, J., Amir-Maafi, M. (2007) Reproduction of the predatory stinkbug *Andrallus spinidens* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) on live and frozen prey. *Appl. Entomol. Zool.* 42:15-20.
27. Navas, D.E., Parra, J.R.P. (2005) Biologia de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) em dieta natural e artificial e estabelecimento de um sistema de criação. *Neotrop. Entomol.* 34:751-759.
28. Nordlund, D.A., Greenberg, S.M. (1994) Facilities and automation for the mass production of arthropod predator and parasitoids. *Biocon. News and Inform.* 4:45-50.
29. Oliveira, N.C., Wilcken, C.F., Matos, C.A.O. (2004) Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinelídeos (Coleoptera: Coccinellidae) sobre o pulgão-gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae). *Rev. Bras. Entomol.* 48:529-533.
30. Omkar, Pervez, A. (2001) Prey preference of ladybeetle, *Micraspis discolor* (Fabricius). *Entomon.* 26:195-197.
31. Omkar, Srivastava, S., James, B.E. (1997) Prey preferences of a ladybeetle, *Coccinella septempunctata* Linnaeus (Coleoptera: Coccinellidae). *J. Adv. Zool.* 18:96-97.
32. Omkar, Mishra, G., Singh, S.K. (2006) Optimal number of matings in two aphidophagous ladybirds. *Ecol. Entomol.* 31:1-4.
33. Pervez, A., Omkar. (2004) Prey-dependent life attributes of an aphidophagous ladybird beetle, *Propylea dissecta* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biocon. Sci. Technol.* 14:385-396.
34. Ragkou, V.S., Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., Tomanovié, Z. (2004) Daily consumption and predation rate of different *Stethorus punctillum* instars feeding on *Tetranychus urticae*. *Phytoparasitica.* 32:154-159.

35. Russel, D.F. (1989) MSTAT-C Statistical Package Program ver. 2.1. Michigan State University.
36. Saavedra, J.L.D., Zanuncio, J.C., Zanuncio, T.V., Guedes, R.N.C. (1997) Prey capture ability of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) reared for successive generations on meridic diets. *J. Appl. Entomol.* 121:327-330.
37. Scriber, J.M., Slansky, F.J. (1981) The nutritional ecology of immature insects. *Ann. Rev. Entomol.* 26:183-211.
38. Sighinolfi, L., Febvay, G., Dindo, M.L., Rey, M., Pageaux, J.F., Baronio, P. Grenier, S. (2008) Biological and biochemical characteristics for quality control of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) reared on a liver-based diet. *Arch. Inst. Biol. Phys.* 68:26-39.
39. Silva, L.D., Bonani, J.P. (2008) Ocorrência de *Stethorus* (*Stethorus*) *minualus* Gordon & Chapin (Coleoptera: Coccinellidae) predando *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em algodoeiro no Brasil. *Neotrop. Entomol.* 31:86-88
40. Simmonds, M.S.J., Manlove, J.D., Blaney, W.M., Khambay, B.P.S. (2000) Effect of botanical insecticides on the foraging and feeding behavior of the coccinellid predator *Cryptolaemus montrouzieri*. *Phytoparasitica.* 28:1-9.
41. Specty, O., Febvay, G., Grenier, S., Delobel, B., Piotte, C., Pageaux, J.F., Ferran, A., Guillaud, J. (2003) Nutritional plasticity of the predator ladybeetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) comparison between natural and substitution prey. *Arch. Inst. Biol. Phys.* 52:81-91.
42. Stathas, G.J. (2000) *Rhizobius lophanthae* prey consumption and fecundity *Phytoparasitica.* 28:1-9.
43. Thompson, S.N. (1999) Nutrition and culture of entomophagous insects. *Ann. Rev. Entomol.* 44:561-592.

44. Vandekerkhove, B., Van Baal, E., Bolckmans, K., De Clercq, P. (2006). Effect of diet and mating status on ovarian development and oviposition in the polyphagous predator *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae). *Biol. Control.* 39:532-538.
45. Wheeler, D. (1996) The role of nourishment in oogenesis. *Ann. Rev. Entomol.* 41:407-431.
46. Zanuncio, J.C., Saavedra, J.L.D., Oliveira, H.N., Degheele, D., De Clercq, P. (1996). Development of the predatory stinkbug *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) on different proportions of an artificial diet and pupae of *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). *Biocon. Sci. Technol.* 6:619-625.
47. Zanuncio, J.C., Molina-Rugama, A.J., Santos, G.P., Ramalho, F.S. (2002) Effect of body weight on fecundity and longevity of the stinkbug predator *Podisus rostralis*. *Pesq. Agropec. Bras.* 37:225-1230.

TABELA 1. Alimentos oferecidos a larvas de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 h e umidade relativa de  $70 \pm 10\%$

| Tratamentos | Alimento  |
|-------------|---|
| T1          | Dieta artificial 1  |
| T2          | Dieta artificial 2  |
| T3          | Dieta artificial 3  |
| T4          | Dieta artificial 4  |
| T5          | Dieta artificial 1 + Dieta artificial 4                                       |
| T6          | Dieta artificial 2 + Dieta artificial 4                                       |
| T7          | Dieta artificial 3 + Dieta artificial 4                                       |
| T8          | Ovos de <i>A. kuehniella</i> (congelados por seis meses)                      |
| T9          | Ovos de <i>A. kuehniella</i> (congelados por seis meses) + Dieta artificial 1 |
| T10         | Ovos de <i>A. kuehniella</i> (congelados por seis meses) + Dieta artificial 2 |
| T11         | Ovos de <i>A. kuehniella</i> (congelados por seis meses) + Dieta artificial 3 |
| T12         | Ovos de <i>A. kuehniella</i> (congelados por seis meses) + Dieta artificial 4 |
| T13         | Ovos de <i>A. kuehniella</i> (congelados por um dia)                          |
| T14         | Ovos de <i>A. kuehniella</i> (congelados por um dia) + Dieta artificial 1     |
| T15         | Ovos de <i>A. kuehniella</i> (congelados por um dia) + Dieta artificial 2     |
| T16         | Ovos de <i>A. kuehniella</i> (congelados por um dia) + Dieta artificial 3     |
| T17         | Ovos de <i>A. kuehniella</i> (congelados por um dia) + Dieta artificial 4     |

TABELA 2. Dietas artificiais oferecidas a *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) (Germar) a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 h e umidade relativa de  $70 \pm 10\%$

| Componentes (g)   | Dieta        | Dieta        | Dieta        | Dieta        |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                   | artificial 1 | artificial 2 | artificial 3 | artificial 4 |
| Mel               | 100          | 100          | 100          | -            |
| Levedo de cerveja | 100          | 100          | 90           | 46           |
| Farelo de soja    | -            | -            | 5            | -            |
| Gérmen de trigo   | -            | -            | 5            | 54           |
| FeSO <sub>4</sub> | -            | 1,5          | 1,5          | -            |
| Ácido ascórbico   | 1,5          | 1,5          | 1,5          | -            |
| Ácido propiônico  | 0,5          | 0,5          | 0,5          | -            |
| Ácido sórbico     | 0,25         | 0,25         | 0,25         | -            |
| Nipagin           | 0,25         | 0,25         | 0,25         | 0,25         |
| Leite em pó       | -            | -            | -            | 28           |
| * <i>Pet food</i> | -            | -            | -            | 72           |
| Água              | 60           | 60           | 60           | -            |

\*Milho; farinha de víscera, carne e ossos; quirera de arroz; farelo extrusado de soja; farinha de peixe; gordura animal estabilizada; farelo de glúten de milho-60; farelo de trigo; flavorizante, óleo vegetal, premix vitamínico mineral; lisina; cloreto de potássio; DL-Metionina; cloreto de sódio e taurina.



TABELA 3. Duração (dias) de cada estágio (média  $\pm$  erro padrão) de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae), com diferentes dietas, a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 h e umidade relativa de  $70 \pm 10\%$

| Tratamento | Estádio                           |                                  |                                   |                                  |
|------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|            | Primeiro                          | Segundo                          | Terceiro                          | Quarto                           |
| T8         | 3,9 $\pm$ 0,2 ab                  | 4,2 $\pm$ 0,1 a                  | 2,9 $\pm$ 0,3 ab                  | 5,9 $\pm$ 0,3 a                  |
| T9         | 3,4 $\pm$ 0,1 abc                 | 2,1 $\pm$ 0,1 b                  | 2,9 $\pm$ 0,2 ab                  | 5,2 $\pm$ 0,3 abc                |
| T10        | 3,5 $\pm$ 0,2 abc                 | 2,6 $\pm$ 0,1 b                  | 3,0 $\pm$ 0,2 ab                  | 4,3 $\pm$ 0,3 bcd                |
| T11        | 3,9 $\pm$ 0,1 ab                  | 2,7 $\pm$ 0,2 b                  | 2,9 $\pm$ 0,2 ab                  | 5,8 $\pm$ 0,7 a                  |
| T12        | 4,0 $\pm$ 0,2 a                   | 3,1 $\pm$ 0,1 ab                 | 3,8 $\pm$ 0,1 a                   | 5,6 $\pm$ 0,1 ab                 |
| T13        | 3,3 $\pm$ 0,1 bc                  | 2,9 $\pm$ 0,2 ab                 | 2,7 $\pm$ 0,2 b                   | 3,6 $\pm$ 0,1 d                  |
| T14        | 3,1 $\pm$ 0,1 a                   | 2,9 $\pm$ 0,1 ab                 | 2,9 $\pm$ 0,1 ab                  | 3,9 $\pm$ 0,2 cd                 |
| T15        | 3,0 $\pm$ 0,2 a                   | 2,7 $\pm$ 0,2 b                  | 3,3 $\pm$ 0,1 ab                  | 4,2 $\pm$ 0,1 cd                 |
| T16        | 3,1 $\pm$ 0,1 a                   | 2,3 $\pm$ 0,1 b                  | 3,3 $\pm$ 0,02 ab                 | 4,0 $\pm$ 0,2 cd                 |
| T17        | 3,0 $\pm$ 0,1 a                   | 2,8 $\pm$ 0,1 ab                 | 3,2 $\pm$ 0,3 ab                  | 4,2 $\pm$ 0,3 cd                 |
| CV (%)     | 7,2                               | 21,2                             | 12,6                              | 12,1                             |
| ANOVA      | (F= 10,6799, g.l.= 27, P< 0,2084) | (F= 3,4073, g.l.= 27, P< 0,4430) | (F= 2,7563, g.l.= 27, P < 0,2375) | (F= 9,6182, g.l.= 27, P< 0,0026) |

\*Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

TABELA 4. Duração (dias) dos estádios larval, pré-pupal, pupal e de larvas a adulto (média  $\pm$  erro padrão) de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae), com diferentes dietas, a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 h e umidade relativa de  $70 \pm 10\%$

| Tratamento | Larval                             | Pré-pupal              | Pupal                             | Larva a adulto                    |
|------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| T8         | 16,9 $\pm$ 0,8 a                   | 1,4 $\pm$ 0,1 a        | 4,9 $\pm$ 0,1 a                   | 23,2 $\pm$ 0,9 a                  |
| T9         | 13,6 $\pm$ 0,6 bc                  | 1,0 $\pm$ 0,0 a        | 4,1 $\pm$ 0,1 bc                  | 18,7 $\pm$ 0,6 bcd                |
| T10        | 13,4 $\pm$ 0,2 bc                  | 1,0 $\pm$ 0,0 a        | 4,0 $\pm$ 0,00 c                  | 18,4 $\pm$ 0,2 bcd                |
| T11        | 15,3 $\pm$ 0,6 ab                  | 1,4 $\pm$ 0,3 a        | 4,7 $\pm$ 0,2 ab                  | 21,4 $\pm$ 0,7 abc                |
| T12        | 16,5 $\pm$ 0,4 a                   | 1,1 $\pm$ 0,1 a        | 4,1 $\pm$ 0,1 bc                  | 21,7 $\pm$ 0,4 ab                 |
| T13        | 12,4 $\pm$ 0,4 c                   | 1,0 $\pm$ 0,0 a        | 3,7 $\pm$ 0,01 c                  | 17,1 $\pm$ 0,4 d                  |
| T14        | 12,8 $\pm$ 0,1 c                   | 1,0 $\pm$ 0,0 a        | 4,1 $\pm$ 0,1 bc                  | 17,9 $\pm$ 0,1 cd                 |
| T15        | 13,2 $\pm$ 0,2 bc                  | 1,0 $\pm$ 0,1 a        | 4,1 $\pm$ 0,1 bc                  | 18,3 $\pm$ 0,2 bcd                |
| T16        | 12,7 $\pm$ 0,2 c                   | 1,2 $\pm$ 0,1 a        | 3,9 $\pm$ 0,2 c                   | 17,8 $\pm$ 0,2 d                  |
| T17        | 13,2 $\pm$ 0,3 bc                  | 1,0 $\pm$ 0,0 a        | 4,2 $\pm$ 0,2 bc                  | 18,4 $\pm$ 0,4 bcd                |
| CV (%)     | 6,6                                | 20,2                   | 6,3                               | 5,0                               |
| ANOVA      | (F= 11,8194, g.l.= 27, P < 0,0303) | (F= 2,2217, g.l. = 27) | (F = 7,5040, g.l.= 27, P< 0,2970) | (F= 16,6308, g.l.= 27, P< 0,0569) |

\*Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

TABELA 5. Viabilidade (%) dos estágios larval, pré-pupal, pupal e de larva a adulto (média  $\pm$  erro padrão) de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae), com diferentes dietas, a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 h e umidade relativa de  $70 \pm 10\%$

| Tratamento | Larval                            | Pré-pupal                        | Pupal                            | Larva a adulto                    |
|------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| T8         | 42,5 $\pm$ 4,8 bc                 | 82,3 $\pm$ 2,8 b                 | 78,6 $\pm$ 4,3 c                 | 27,5 $\pm$ 7,5 de                 |
| T9         | 72,5 $\pm$ 10,3 ab                | 100,0 $\pm$ 0,0 a                | 82,7 $\pm$ 2,2 bc                | 60,0 $\pm$ 5,8 bcd                |
| T10        | 45,0 $\pm$ 8,7 bc                 | 93,7 $\pm$ 6,2 a                 | 94,1 $\pm$ 5,9 abc               | 40,0 $\pm$ 7,1 cde                |
| T11        | 42,5 $\pm$ 7,5 bc                 | 100,0 $\pm$ 0,0 a                | 88,2 $\pm$ 7,0 abc               | 37,5 $\pm$ 7,5 de                 |
| T12        | 22,5 $\pm$ 4,8 c                  | 100,0 $\pm$ 0,0 a                | 100,0 $\pm$ 0,0 a                | 22,5 $\pm$ 4,8 e                  |
| T13        | 92,5 $\pm$ 4,8 a                  | 100,0 $\pm$ 0,0 a                | 100,0 $\pm$ 0,0 a                | 92,5 $\pm$ 4,8 ab                 |
| T14        | 100,0 $\pm$ 0,0 a                 | 100,0 $\pm$ 0,0 a                | 100,0 $\pm$ 0,0 a                | 100,0 $\pm$ 0,0 a                 |
| T15        | 92,5 $\pm$ 2,5 a                  | 100,0 $\pm$ 0,0 a                | 100,0 $\pm$ 0,0 a                | 92,5 $\pm$ 2,5 ab                 |
| T16        | 82,5 $\pm$ 10,3 a                 | 100,0 $\pm$ 0,0 a                | 100,0 $\pm$ 0,0 a                | 82,5 $\pm$ 10,3 ab                |
| T17        | 75,0 $\pm$ 8,7 ab                 | 100,0 $\pm$ 0,0 a                | 96,7 $\pm$ 2,3 a                 | 72,5 $\pm$ 10,3 abc               |
| CV (%)     | 20,9                              | 4,4                              | 7,1                              | 21,3                              |
| ANOVA      | (F= 14,1767, g.l.= 27, P< 0,0009) | (F= 7,0817, g.l.= 27, P< 0,0032) | (F= 5,9031, g.l.= 27, P< 0,2243) | (F= 19,1007, g.l.= 27, P< 0,0000) |

\*Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

TABELA 6. Razão sexual (%) e peso (mg) de adultos (média  $\pm$  erro padrão) de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae), obtidos de larvas alimentadas com diferentes dietas, a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 h e umidade relativa de  $70 \pm 10\%$

| Tratamento | Razão sexual                     | Peso (mg)                         |                                   |
|------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|            |                                  | Fêmeas                            | Machos                            |
| T8         | 0,37 $\pm$ 0,05 b                | 6,2 $\pm$ 0,5 d                   | 3,9 $\pm$ 0,2 e                   |
| T9         | 0,39 $\pm$ 0,09 b                | 10,2 $\pm$ 1,0 abc                | 4,6 $\pm$ 0,3 de                  |
| T10        | 0,58 $\pm$ 0,08 ab               | 9,5 $\pm$ 0,3 bc                  | 5,4 $\pm$ 0,2 cd                  |
| T11        | 0,37 $\pm$ 0,04 b                | 8,1 $\pm$ 0,7 cd                  | 4,5 $\pm$ 0,2 de                  |
| T12        | 0,78 $\pm$ 0,07 a                | 7,6 $\pm$ 0,3 cd                  | 3,7 $\pm$ 0,4 e                   |
| T13        | 0,48 $\pm$ 0,05 ab               | 11,0 $\pm$ 0,5 ab                 | 7,0 $\pm$ 0,3 a                   |
| T14        | 0,55 $\pm$ 0,06 ab               | 12,3 $\pm$ 0,3 a                  | 8,4 $\pm$ 0,1 a                   |
| T15        | 0,57 $\pm$ 0,09 a                | 11,2 $\pm$ 0,2 ab                 | 8,2 $\pm$ 0,4 a                   |
| T16        | 0,52 $\pm$ 0,09 ab               | 11,0 $\pm$ 0,3 ab                 | 7,6 $\pm$ 0,3 ab                  |
| T17        | 0,52 $\pm$ 0,05 ab               | 9,1 $\pm$ 0,3 bc                  | 6,2 $\pm$ 0,3 bc                  |
| CV (%)     | 28,9                             | 11,2                              | 10,4                              |
| ANOVA      | (F= 2,7533, g.l.= 27, P< 0,3850) | (F= 12,2060, g.l.= 27, P< 0,0000) | (F= 34,8683, g.l.= 27, P< 0,0002) |

\*Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

## CAPÍTULO 2.

---

---

**DESENVOLVIMENTO DE *Eriopis connexa* (GERMAR) (COLEOPTERA:  
COCCINELLIDAE) COM OVOS DE *Spodoptera frugiperda* (SMITH)  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

---

---

**Desenvolvimento de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) com ovos de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**

**RESUMO**

*Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) é um predador importante e com potencial para o controle biológico de insetos-praga de milho e de sorgo. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de larvas de *E. connexa* com ovos de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) frescos, sem (T1) ou com (T2) escamas ou congelados por um dia (T3) ou seis meses (T4) ou lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* (T5). A porcentagem de adultos de *E. connexa* foi maior quando suas larvas receberam ovos frescos de *S. frugiperda* sem ou com escamas ou ovos dessa presa congelados por um dia (95, 100 e 92,5% de viabilidade, respectivamente) e menor com ovos desse Lepidoptera congelados por seis meses ou lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* (77,5 e 37,5% de viabilidade). A duração de larva a adulto de *E. connexa* foi de 15,7; 15,8; 16,0; 17,6 e 17,3 dias, respectivamente, com essas dietas. A alta viabilidade de *E. connexa* com ovos de *S. frugiperda* indica o potencial desse predador para programas de controle biológico dessa praga.

**Palavras-chave:** controle biológico, joaninha, lagarta-do-cartucho, milho, predador

**Development of *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) with eggs of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**

**ABSTRACT**

*Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) is an important predator with great potential for the biological control of corn and sorghum insect pests. The objective of this research was to evaluate the development of larvae of *E. connexa* with eggs of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) as a food source, fresh, without (T1) or with (T2) scales or frozen by one day (T3) or six months (T4) or newly hatched caterpillars (T5). The percentage of adults of *E. connexa* obtained was greater when its larvae received fresh eggs of *S. frugiperda* with or without scales or eggs frozen for one day (95, 100 and 92.5% of viability, respectively). Lower viability was obtained when the larva food source was eggs frozen for six months or newly hatched caterpillars of *S. frugiperda* (77.5 and 37.5% of viability). Period of time from larva to adult of *E. connexa* was 15.7; 15.8; 16.0; 17.6 and 17.3 days, respectively, with those diets. The highest viability of *E. connexa* with eggs of *S. frugiperda* indicates the potential of the predator as a component of biological control programs against the pest.

**Key-words:** biological control, ladybugs, fall armyworm, maize, predator

## INTRODUÇÃO

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), é praga importante das culturas de algodão, arroz, milho e sorgo (Yu *et al.* 2003; Rojas *et al.* 2004; Wyckhuys e O'Neil 2006) e considerada a principal praga de milho, no Brasil (Cruz *et al.* 1999; Figueiredo *et al.* 2006ab).

Métodos alternativos para a redução populacional de *S. frugiperda* têm sido estudados (Zanuncio *et al.* 1998; Cruz *et al.* 1999; Figueiredo *et al.* 1999, 2006ab; Diez-Rodríguez e Omoto 2001; Matos Neto *et al.* 2004ab; Dias *et al.* 2006; Zanuncio *et al.* 2008), incluindo o uso de Coccinellidae (Coleoptera), as quais são predadoras polípagas nas fases larval e adulta. Espécies de *Coleomegilla* (Coleoptera: Coccinellidae) foram observadas alimentando-se de ovos e lagartas jovens de *S. frugiperda*, no campo (Hoballah *et al.* 2004).

Estudos com predadores Coccinellidae são importantes, devido ao seu potencial para o controle biológico. A sustentabilidade de presas pode ser estimada pelo impacto nos atributos ecológicos de predadores (Kalushkov e Hodek 2001). Algumas são altamente nutritivas e aumentam as taxa de desenvolvimento e de reprodução dos mesmos (Kalushkov 1998; Kalushkov e Hodek 2001; Omkar e Srivastava 2003; Omkar, 2005). Portanto, a escolha do alimento e a sustentabilidade de presas pode viabilizar a utilização de predadores no manejo de pragas (Pervez e Omkar 2004).

*Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) é encontrada em vários países da América do Sul e com potencial para a redução populacional de afídeos (Miller e Paustian 1992; Miller 1995; Gyenge *et al.* 1998; Oliveira *et al.* 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a criação de *E. connexa* em laboratório, com ovos ou lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda*, visando à sua utilização em programas de controle biológico.



## MATERIAL & MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Criação de Insetos (LACRI) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Milho e Sorgo), em Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil, a  $25\pm 1^\circ\text{C}$ , 12 h fotofase e  $70\pm 10\%$  de umidade relativa. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos estabelecidos a partir do tipo de alimento (Tabela 1), com quatro repetições, cada uma com 10 larvas de *E. connexa*.

As larvas de *E. connexa* foram provenientes da mesma colônia do laboratório, obtidas a partir de adultos desse predador, alimentados com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) congelados por, no máximo, uma semana, associados com a dieta artificial (Tabela 2) (Silva *et al.* 2009). Essas larvas foram individualizadas, um dia após a eclosão, em copos de plástico de 50 mL e alimentadas, de acordo com o tratamento (Tabela 1), *ad libitum*. O tratamento, com lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda*, teve 20, 30, 50 e 70 das mesmas para os primeiro, segundo, terceiro e quarto estádios de *E. connexa*, respectivamente, sendo as presas não consumidas descartadas e o consumo anotado.

Os adultos de *E. connexa* foram sexados e pesados logo após a emergência e transferidos para gaiolas de criação (12 cm de diâmetro e 18 cm de altura), tampadas com filme PVC e alimentados de acordo com o tratamento.

A eclosão da larva até a emergência do adulto de *E. connexa* (n= 20) foi observada diariamente, para se avaliar o número de estádios, a duração das fases de larva, pré-pupa, pupa, larva a adulto (n= 20), a viabilidade da fase larval, pré-pupal, pupal e de larva a adulto (n= 40), além do peso dos adultos e a razão sexual de *E. connexa* (n= 40).

Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e comparados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, através do programa MSTAT-C, versão 2.1, Michigan State University (Russel 1989).

## RESULTADOS

*Eriopis connexa* apresentou quatro estádios, em todos os tratamentos. A duração dos primeiro, segundo e terceiro estádios desse predador foi semelhante entre tratamentos, mas a do quarto foi maior, com ovos de *S. frugiperda*, após seis meses de congelamento (Tabela 3).

Cada larva de *E. connexa* consumiu  $28,0 \pm 5,5$ ;  $55,8 \pm 5,2$ ;  $125,7 \pm 9,9$  e  $275,9 \pm 11,2$  lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* durante os primeiro, segundo, terceiro e quarto estádios, respectivamente, com consumo total de  $485,4 \pm 14,8$  lagartas dessa presa, durante a fase larval.

A duração da fase larval de *E. connexa* foi maior com ovos de *S. frugiperda* congelados durante seis meses ou com lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* (Tabela 3).

A fase de pré-pupa de *E. connexa* foi determinada quando a larva desse predador deixava de se alimentar e se fixava, com o último segmento abdominal, nas superfícies do recipiente de criação. A duração dessa fase variou de um a 1,2 dia, sem diferença entre tratamentos (Tabela 4).

A viabilidade da fase larval de *E. connexa* foi maior com ovos de *S. frugiperda* que com lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* (Tabela 5). A viabilidade da pré-pupa com lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* (76%) foi inferior à dos demais tratamentos, exceto a do T1 (Tabela 5).

O tipo de alimento não afetou a duração e a viabilidade da fase pupal de *E. connexa* (Tabelas 4 e 5).

A duração da fase de larva a adulto de *E. connexa* (Tabela 4) variou de 15,7 a 17,6 dias, sem diferença entre tratamentos. A porcentagem de emergência de adultos desse predador foi maior quando suas larvas receberam ovos frescos de *S. frugiperda*

sem (T3) ou com (T4) escamas ou ovos congelados por 24 h (T2) e menor com ovos desse Lepidoptera congelados por seis meses (Tabela 5).

A razão sexual de *E. connexa* foi semelhante entre tratamentos, variando de 0,44 a 0,61 (Tabela 6).

Fêmeas de *E. connexa* foram mais pesadas que os machos, em todos os tratamentos (Tabela 6), e indivíduos de ambos os sexos apresentaram menor peso com lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* (T5).

## DISCUSSÃO

O número de estádios de *E. connexa* foi semelhante ao relatado para esse predador com as presas *Diuraphis noxia* (Mordvilko), *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), *D. noxia*, *Acyrtosiphon pisum* (Harris), *Myzus persicae* (Sulzer) e *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae) (Miller e Paustian 1992; Miller 1995), para *Scymnus* (*Neopullus*) *sinuanodulus* Yu e Yao (Coleoptera: Coccinellidae), em folhas de *Tsuga canadensis* (L.) infestadas por Aldegidae (Lu *et al.* 2002) e para *Coccinella undecimpunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae), com *Megoura persicae* (Buckton) e *Aphis fabae* (Scopoli) (Hemiptera: Aphididae) (Cabral *et al.* 2006).

A duração do primeiro, segundo, terceiro e quarto estádios de *E. connexa* foi semelhante à relatada com *C. atlantica* (Oliveira *et al.* 2004), mas superior àqueles com *D. noxia* e *R. padi* (Miller e Paustian 1992). Isso pode ser devido ao tipo de presa, pois *D. noxia* e *R. padi* podem ter melhor qualidade nutricional que as presas oferecidas para *E. connexa*. *Coccinella septempunctata* teve desenvolvimento larval mais curto com *Lipaphis erysimi* Kaltenbach (Hemiptera: Aphididae) que com outras cinco espécies de afídeos, o que foi atribuído ao maior teor de proteína da primeira presa (Omkar e Srivastava 2003).

O fato de ovos e lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* não terem alterado o número de estádios de *E. connexa* mostra que são presas adequadas para esse predador, pois Coccinellidae raramente completam o primeiro estágio com presas inadequadas (Michaud 2005). Por isso, o tipo de alimento é importante para que o número de estádios de insetos não varie (Scriber e Slansky 1981; Thompson 1999; Navas e Parra 2005) e mostra que as dietas oferecidas para *E. connexa* foram adequadas.

A maior duração dos primeiro e quarto estádios de *E. connexa* sugere a necessidade de maior acúmulo de nutrientes nos mesmos, o que pode estar associado à maior necessidade metabólica do estágio seguinte (Scriber e Slansky 1981; Thompson

1999). Os menores valores da duração dos estádios de *E. connexa* com *D. noxia* e *R. padi* (Miller e Paustian 1992) podem ser devido ao fato de afídeos serem presas preferenciais de Coccinellidae. A qualidade do alimento afeta o tempo de desenvolvimento e a sobrevivência de larvas de Coccinellidae (Kalushkov e Hodek 2001, 2004; Isikber e Copland 2002). No entanto, diferenças na morfologia, comportamento e constituição química de suas presas podem alterar o desenvolvimento desses predadores, como relatado para *Propylea dissecta* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) e *C. septempunctata* (Omkar e Srivastava 2003; Omkar 2005). Por isso, o uso de ovos e lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* demonstra que essa presa possibilita o desenvolvimento desse predador.

A viabilidade da fase larval de *E. connexa* foi maior com ovos que com lagartas de *S. frugiperda* e semelhante à desse predador com *D. noxia* e *R. padi* (Miller e Paustian 1992) e *M. persicae* e *D. noxia* (Miller 1995). Embora a viabilidade larval desse predador, com lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda*, tenha sido baixa em relação àquela com ovos desse Lepidoptera, foi semelhante à desse predador com *A. pisum* (Miller 1995). A baixa viabilidade larval de *E. connexa* com lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* pode, também, ser devido a fatores não nutricionais, como a mobilidade e a textura da presa, que podem dificultar a alimentação e comprometer o desenvolvimento desse predador. Larvas de primeiro estágio de Coccinellidae têm maior dificuldade de se alimentar de presas grandes e ativas (Phoofolo e Obrycki 1997). As taxas de crescimento, sobrevivência larval e reprodução de Coccinellidae estão associadas com a qualidade da presa. O melhor desempenho de larvas de Coccinellidae com determinadas presas pode ser devido ao alto nível de proteína ou ao maior consumo das mesmas (Omkar e Srivastava 2003; Zhang *et al.* 2007).

Ovos frescos de *S. frugiperda*, sem ou com escamas, representam a melhor dieta para larvas de *E. connexa*, pela menor duração e maior viabilidade da fase larval desse

predador. Isso mostra que as escamas e o córion dos ovos não foram barreiras para a alimentação larval, como relatado para *Coleomegilla maculata* (DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae), com ovos de *Ostrinia nubilabis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) (Phoofolo *et al.* 2007).

O consumo de lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* por *E. connexa* aumentou com a mudança de estádios, como relatado para *P. dissecta*, com várias espécies de Aphididae (Pervez e Omkar 2004). Larvas recém-eclodidas de Coccinellidae têm reduzida capacidade de predação (Hemphill *et al.* 1992), baixa taxa de consumo (Ponsonby e Copland 2000) e menor voracidade, o que é atribuído ao seu pequeno tamanho e mobilidade (Pervez e Omkar 2004), como verificado para *E. connexa*.

O maior consumo de lagartas de *S. frugiperda* por *E. connexa*, no quarto estágio, pode ser explicado pela maior necessidade de nutrientes para a pupação, como relatado para *Rhyzobius lophanthae* (Blaisdell) (Coleoptera: Coccinellidae), com *Parlatoria pergandii* Comstock (Heteroptera: Diaspididae), que aumentou o consumo de presas nesse estágio (Stathas 2000). O maior consumo no quarto estágio, por espécies de Coccinellidae, indica, também, a qualidade do alimento oferecido, pois o tamanho final da larva determina aquele do adulto (Phoofolo *et al.* 2007). A maior necessidade de alimento para crescimento e desenvolvimento pode explicar o aumento do consumo no quarto estágio (Pervez e Omkar 2004).

Lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda*, provavelmente, possuem menor valor nutritivo e ovos desse Noctuidae congelados por seis meses podem ter perdido parte de suas substâncias nutritivas, comprometendo o desenvolvimento de *E. connexa*. No entanto, a vantagem do uso de ovos congelados como presa, para criação de insetos predadores, está relacionada à possibilidade de seu armazenamento e estocagem, o que reduziria o custo efetivo para a criação, em relação ao uso de presas frescas, mas o

congelamento pode alterar sua qualidade nutricional (Adams 2000, Mohaghegh e Amir-Maafi 2007).

A duração da fase de pré-pupa de *E. connexa* foi semelhante à relatada para *Olla v-nigrum* (Mulsant) (Kato *et al.* 1999a) e *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae), com ovos de *A. kuehniella* (Kato *et al.* 1999b) e *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) com *M. persicae*, *Megoura viciae* Buckton, *Aphis gossypii* Glover ou *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae) (Isikber e Copland 2002). O estágio de pré-pupa de *E. connexa* apresentou padrão diferente do relatado para *S. sinvanodulus*, pois a pré-pupa desse predador foi considerada quando suas larvas paravam de se alimentar e liberavam da região anal líquidos em grande quantidade e se tornavam imóveis por um a dois dias (Lu *et al.* 2002), fato esse, também, observado para *E. connexa*. No entanto, algumas larvas de *S. sinvanodulus*, após o período de imobilidade, começavam a rastejar, formando a pupa após esse período de rastejamento, e uma alta porcentagem das mesmas que exibiram esse comportamento morreram (Lu e Montgomery 2001; Lu *et al.* 2002). Esse comportamento de *S. sinvanodulus* foi associado a um mecanismo das larvas desse predador de buscar locais adequados para alimentação ou protegidos, para pupação (Lu *et al.* 2002).

A maior duração da fase pupal de *E. connexa* que a desse predador com *D. noxia* e *R. padi* (Miller e Paustian 1992) mostra variação desse estágio, com valores semelhantes entre tratamentos com *C. atlantica* (Oliveira *et al.* 2004) e *D. noxia* e *R. padi* (Miller e Paustian 1992; Miller 1995). Uma menor duração da fase pupal é importante, pois seu aumento no campo pode ser desfavorável, pelo fato da pupa ser, praticamente, imóvel, o que aumentaria os riscos de ataque por inimigos naturais (Auaud 2003). A alta viabilidade pupal, em todos os tratamentos, demonstra que o alimento fornecido ofereceu os nutrientes necessários para esse predador se transformar em



adulto, pois esse estágio é uma fase crítica no desenvolvimento dos insetos e depende da alimentação obtida na fase imatura (Scriber e Slansky 1981; Thompson 1999).

A duração semelhante da fase de larva a adulto pode indicar a melhor qualidade nutricional de ovos de *S. frugiperda* frescos ou congelados por um dia, pois sua inadequação pode prolongar o ciclo de vida dos insetos (Scriber e Slansky 1981; Thompson 1999). A falta de determinados aminoácidos durante a fase imatura pode comprometer ou aumentar a duração desse estágio em insetos (Hacker e Bertness 1996; Bottrell *et al.* 1998). Ovos de *A. kuehniella* parecem ser melhor alimento para *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) que *A. pisum* e essa presa possui melhor composição de aminoácidos e ácidos graxos que *A. kuehniella* (Berkvens *et al.* 2008).

A baixa viabilidade de larva a adulto de *E. connexa* com lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* sugere que essa presa tenha menor valor nutritivo ou que, por ser móvel, aumente os custos de forrageamento, reduzindo a probabilidade de captura e o ganho energético desse predador (Sih e Christensen 2001; Lemos *et al.* 2005; Provost *et al.* 2006).

O desenvolvimento adequado de *E. connexa* com ovos de *S. frugiperda* mostra que o fato desse inseto colocar os mesmos em camadas sobrepostas e com escamas aderidas não dificultou a alimentação desse predador (Bezerra *et al.* 2002). Além disso, ovos desse Noctuidae devem possuir alto valor nutritivo, comparados àqueles de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), que são relativamente pequenos e com alta concentração de nitrogênio e, por isso, considerados presas de alta qualidade para predadores generalistas (Eubanks e Denno 2000).

O tipo de alimento não afetou a razão sexual (número de machos/número de machos + fêmeas) de *E. connexa*, sendo semelhante à desse predador com *M. persicae*, *D. noxia* e *A. pisum* (Miller 1995) e *C. atlantica* (Oliveira *et al.* 2004) e à relatada para

*H. convergens* e *Coccinella septempunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) com *Myzus persicae nicotianae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) (Katsarou *et al.* 2005).

O maior peso de fêmeas de *E. connexa* que de machos, em todos os tratamentos, mostra que a quantidade e a qualidade do alimento consumido na fase larval podem afetar o peso de Coccinellidae (Omkar e Srivastava 2003). Isso sugere que fêmeas podem ser distinguidas dos machos coespecíficos pelo seu peso, como observado para *H. convergens* e *C. septempunctata* com *M. nicotianae* (Katsarou *et al.* 2005). O maior peso das fêmeas desse predador pode, também, estar relacionado à ovogênese, processo fisiológico regulado pela disponibilidade de nutrientes no corpo da fêmea (Wheeler 1996). O peso de fêmeas de *E. connexa* foi maior com ovos de *S. frugiperda*, o que é desejável, pois aquelas mais pesadas podem produzir maior número de descendentes, como relatado para fêmeas do predador *Podisus rostralis* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) (Zanuncio *et al.* 2002).

Ovos frescos de *S. frugiperda* são presas melhores para *E. connexa*, devido à menor duração das fases imaturas e ao maior peso desse predador.

## REFERÊNCIAS

1. **Adams, T.S. 2000.** Effect of diet and mating status on ovarian development in a predaceous stink bug *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae). *Annals of Entomological Society of America* 93(3):529-35.
2. **Auad, A.M. 2003.** Aspectos biológicos dos estágios imaturos de *Pseudodorus clavatus* (Fabricius) (Diptera: Syrphidae) alimentados com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. *Neotropical Entomology* 32(3):475-480.
3. **Berkvens, N., J. Bonte, D. Berkvens, L. Tirry, P. De Clercq. 2008.** Influence of diet and photoperiod on development and reproduction of European populations of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). *BioControl* 53(1):211-221.
4. **Bezerra, E.B., C.T. Dias, J.R.P. Parra. 2002.** Distribution and natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs at different phenological stages of corn. *Florida Entomologist* 85(3):588-593.
5. **Bottrell, D.G., P. Barbosa, F. Gould. 1998.** Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy? *Annual Review of Entomology* 43:347-367.
6. **Cabral, S., A.O. Soares, R. Moura, P. Garcia. 2006.** Suitability of *Aphis fabae*, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) as prey for *Coccinella undecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *BioControl* 39(3):434-440.
7. **Cruz, I., M.L.C, Figueiredo, A.C. Oliveira, C.A. Vasconcelos. 1999.** Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminium saturation. *International Journal of Pest Management* 45(4):293-296.

8. **Dias, A.M.P.M., M.L.C., Figueiredo, M.M., Dias, T.C., Osório, I. Cruz. 2006.** First host for *Exasticolus fuscicornis* (Cameron, 1887) (Hymenoptera: Braconidae: Homolobinae). *Zoologische Mededelingen* 80(1):109-112.
9. **Diez-Rodríguez, G.I., C. Omoto. 2001.** Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambda-cialotrina. *Neotropical Entomology* 30(2):311-316.
10. **Eubanks, M.D., R.F. Denno. 2000.** Health food versus fast food: the effects of prey quality and mobility on prey selection by a generalist predator and interactions among prey species. *Ecological Entomology* 25(2):140-146.
11. **Figueiredo, M.L.C, I., Cruz, T.M.C. Della Lucia. 1999.** Controle integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbott) utilizando-se o parasitóide *Telenomus remus* Nixon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34(11):1975-1982.
12. **Figueiredo, M.L.C, A.M.P. Martins-Dias, I. Cruz. 2006a.** *Exasticolus fuscicornis* em lagartas de *Spodoptera frugiperda*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41(8):1321-1323.
13. **Figueiredo, M.L.C, A.M.P. Martins-Dias, I. Cruz. 2006b.** Relação entre a lagarta-do-cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41(8):1693-1698.
14. **Gyenge, J.E., J.D. Edelstein, C.E. Salto. 1998.** Efectos de la temperatura y la dieta en la biología de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 27(3):345-356.
15. **Hacker, S.D., M.D. Bertness. 1996.** Trophic consequences of a positive plant interaction. *American Naturalist* 148(3):559-575.
16. **Hemptine, J.L., A.F.G. Dixon, J. Coffin. 1992.** Attack strategy of ladybird beetles (Coccinellidae) factors shaping their numerical response. *Oecologia* 90(2):238-245.

17. **Hoballah, M.E., T. Degen, D. Bergvinson, A. Savidan, C. Tamò. 2004.** Occurrence and direct control potential of parasitoids and predators of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on maize in the subtropical Lowlands of Mexico. *Agricultural and Forest Entomology* 6(1):83-88.
18. **Isikber, A.A., M. J.W. Copland. 2002.** Effects of various aphid foods on *Cycloneda sanguinea*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 102(1):93-97.
19. **Kalushkov, P. 1998.** Ten aphid species (Sternorrhyncha: Aphididae) as prey for *Adalia bipunctata*. *European Journal of Entomology* 95(3):343-349.
20. **Kalushkov, P., I. Hodek. 2001.** New essential aphid prey for *Anatis ocellata* and *Calvia quatuordecimguttata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biocontrol Science and Technology* 11(1):35-39.
21. **Kalushkov, P., I. Hodek. 2004.** The effects of thirteen species of aphids on some life history parameters of the ladybird *Coccinella septempunctata*. *BioControl* 49(1):1984-1092.
22. **Kato, C.M., V.H.P. Bueno, A.M. Auad. 1999a.** Aspectos biológicos e etológicos de *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866) (Coleoptera: Coccinellidae) sobre *Psylla* sp. (Homoptera: Psyllidae). *Ciência e Agrotecnologia* 23(1):19-23.
23. **Kato, C.M., V.H.P. Bueno, J.C. Moraes, A.M. Auad. 1999b.** Criação de *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 28(3):455-459.
24. **Katsarou, I., J.T. Margaritopoulos, J.A. Tsitsipis, D.C. Perdikis, K.D. Zarpas. 2005.** Effect of temperature on development, growth and feeding of *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia convergens* reared on the tobacco aphid, *Myzus persicae nicotianae*. *BioControl* 50(4):565-588.

25. **Lemos, W.P., J.C. Zanuncio, J.E. Serrão. 2005.** Attack behavior of *Podisus rostralis* (Heteroptera, Pentatomidae) adults on caterpillars of *Bombyx mori* (Lepidoptera, Bombycidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 48(6):975-981.
26. **Lu, W., M.E. Montgomery. 2001.** Oviposition, development, and feeding of *Scymnus (Neopullus) sinuanodulus* (Coleoptera: Coccinellidae): a predator of *Adelges tsugae* (Homoptera: Adelgidae). *Annals of the Entomological Society of America* 94(1):64-70.
27. **Lu, W., P. Souphany, M.E. Montgomery. 2002.** Descriptions of immature stages of *Scymnus (Neopullus) sinuanodulus* Yu and Yao (Coleoptera: Coccinellidae) with notes on life history. *The Coleopterists Bulletin* 56(1):127-141.
28. **Matos Neto, F. C., I. Cruz, J.C. Zanuncio, C.H.O. Silva, M.C. Picanço. 2004a.** Parasitism by *Campoletis flavicineta* (Hym.: Ichneumonidae) on *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) on corn. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39(11):1077-1081.
29. **Matos Neto, F.C., J.C. Zanuncio, I. Cruz, R.N. Guedes, M.C. Picanço. 2004b.** Progeny production and parasitism by *Campoletis flavicineta* (Hym.: Ichneumonidae) as affected by female ageing. *Biological Agriculture and Horticulture* 22(4):369-378.
30. **Michaud, J.P. 2005.** On assessment of prey suitability in aphidophagous Coccinellidae. *European Journal of Entomology* 102(3):385-390.
31. **Miller, J.C. 1995.** A comparison of techniques for laboratory propagation of a South American ladybeetle, *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control* 5(3):462-465.
32. **Miller, J.C., J.W. Paustian. 1992.** Temperature-dependent development of *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology* 21(5):1139-1142.

33. **Mohaghegh, J., M. Amir-Maafi. 2007.** Reproduction of the predatory stinkbug *Andrallus spinidens* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) on live and frozen prey. *Applied Entomology and Zoology* 42(1):15-20.
34. **Navas, D.E., J.R.P. Parra. 2005.** Biologia de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) em dieta natural e artificial e estabelecimento de um sistema de criação. *Neotropical Entomology* 34(5):751-759.
35. **Oliveira, N.C., C.F. Wilcken, C.A.O. Matos. 2004.** Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinelídeos (Coleoptera: Coccinellidae) sobre o pulgão-gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae). *Revista Brasileira de Entomologia* 48(4):529-533.
36. **Omkar, G.M. 2005.** Preference performance of a generalist predatory ladybird: a laboratory study. *Biological Control* 34(2):187-195.
37. **Omkar, S. Srivastava. 2003.** Influence of six aphid prey species on development and reproduction of ladybird beetle, *Coccinella septempunctata*. *BioControl* 48(4):379-393.
38. **Pervez, A., Omkar. 2004.** Prey-dependent life attributes of an aphidophagous ladybird beetle, *Propylea dissecta* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biocontrol Science and Technology* 14(4):385-396.
39. **Phoofolo, M.W., J.J. Obrycki. 1997.** Comparative prey suitability of *Ostrinia nubilalis* eggs and *Acyrtosiphon pisum* for *Coleomegilla maculata*. *Biological Control* 9(3):167-172.
40. **Phoofolo, M.W., K.L. Giles, N.C. Elliott. 2007.** Quantitative evaluation of suitability of the greenbug, *Schizaphis graminum*, and the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi*, as prey for *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control* 41(1):25-32.

41. **Ponsonby, D.J., M.J.W. Copland. 2000.** Maximum feeding potential of larvae and adults of the scale insect predator, *Chilocorus nigritus* with a new method of estimating food intake. *BioControl* 45(3):295-310.
42. **Provost, C., E. Lucas, D. Coderre, G. Chouinard. 2006.** Prey selection by the lady beetle *Harmonia axyridis*: the influence of prey mobility and prey species. *Journal of Insect Behavior* 19(2):265-277.
43. **Rojas, J.C., A. Virgen, E.A. Malo. 2004.** Seasonal and nocturnal flight activity of *Spodoptera frugiperda* males (Lepidoptera: Noctuidae) monitored by pheromones traps in the coast of Chiapas, Mexico. *Florida Entomologist* 87(4):496-503.
44. **Russel, D.F. 1989.** MSTAT-C Statistical Package Program ver. 2.1. Michigan State University.
45. **Scriber, J.M., F.J. Slansky. 1981.** The nutritional ecology of immature insects. *Annual Review of Entomology* 26:183-211.
46. **Sih, A., B. Christensen. 2001.** Optimal diet theory: When does it work, and when and why does it fail? *Animal Behaviour* 61(2):379-390.
47. **Silva, R.B., J.C. Zanuncio, J.E. Serrão, E.R. Lima, M.L.C. Figueiredo, I. Cruz. 2009.** Suitability of different artificial diets for development and survival of stages of predaceous ladybird beetle *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). *Phytoparasitica* 37(2):115-123.
48. **Stathas, G.J. 2000.** *Rhizobius lophanthae* prey consumption and fecundity. *Phytoparasitica* 28(3):1-9.
49. **Thompson, S.N. 1999.** Nutrition and culture of entomophagus insects. *Annual Review of Entomology* 44:561-592.
50. **Wheeler, D. 1996.** The role of nourishment in oogenesis. *Annual Review of Entomology* 41:407-431.



51. **Wyckhuys, K.A.G., R.J. O’Neil. 2006.** Population dynamics of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) and associated arthropod natural enemies in Honduran subsistence maize. *Crop Protection* 25(11):1180–1190
52. **Yu, S.J., S.N. Nguyen, G.E. Abo-Elghar. 2003.** Biochemical characteristics of insecticida resistance in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 77(1):1-11.
53. **Zanuncio, J.C., V.C. Batalha, R.N.C. Guedes, M.C. Picanço. 1998.** Insecticide selectivity to *Supputius cincticeps* (Stal) (Het.: Pentatomidae) and its prey *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lep.: Noctuidae). *Journal of Applied Entomology* 122(8):457-460.
54. **Zanuncio, J.C., A.J. Molina-Rugama, G.P. Santos, F.S. Ramalho. 2002.** Effect of body weight on fecundity and longevity of the stinkbug predator *Podisus rostralis*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37(9):1225-1230.
55. **Zanuncio, J.C., C.A.D. Silva, E.R. Lima, F.F. Pereira, F.S. Ramalho, J.E. Serrão. 2008.** Predation rate of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae with and without defense by *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 51(1):121-125.
56. **Zhang, S.Z., F. Zhang, B.Z. Hua. 2007.** Suitability of various prey types for development of *Propylea japonica* (Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology* 104(1):149-152.

**Tabela 1.** Alimentos oferecidos às larvas de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 horas e umidade relativa de  $70 \pm 10\%$

| Tratamentos | Alimentos   |
|-------------|---|
| T1          | Ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> (seis meses de congelamento) |
| T2          | Ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> (um dia de congelamento)     |
| T3          | Ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> (frescos, sem escamas)       |
| T4          | Ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> (frescos, com escamas)       |
| T5          | Lagartas recém-eclodidas de <i>Spodoptera frugiperda</i>          |

**Tabela 2.** Dieta artificial para alimentação de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) a temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 horas e umidade relativa de  $70 \pm 10\%$

| Componentes (g)   | Dieta artificial |
|-------------------|------------------|
| Mel               | 100              |
| Levedo de cerveja | 90               |
| Sulfato ferroso   | 1,5              |
| Ácido ascórbico   | 1,5              |
| Ácido propiônico  | 0,50             |
| Ácido sórbico     | 0,25             |
| Nipagin           | 0,25             |
| Água              | 60               |

**Tabela 3.** Duração (dias), de cada estágio e da fase larval (média  $\pm$  erro padrão) de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae), com diferentes dietas, a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 horas e umidade relativa de  $70 \pm 10\%$

| Tratamento | Primeiro                       | Segundo                        | Terceiro                       | Quarto                           | Fase larval                      |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| T1         | 3,5 $\pm$ 0,2 A                | 2,5 $\pm$ 0,1 A                | 2,6 $\pm$ 0,1 A                | 4,2 $\pm$ 0,4 A                  | 12,8 $\pm$ 0,6 A                 |
| T2         | 3,4 $\pm$ 0,1 A                | 2,2 $\pm$ 0,0 A                | 2,4 $\pm$ 0,1 A                | 3,2 $\pm$ 0,2 BC                 | 11,2 $\pm$ 0,2 B                 |
| T3         | 3,4 $\pm$ 0,1 A                | 2,7 $\pm$ 0,2 A                | 2,5 $\pm$ 0,2 A                | 2,6 $\pm$ 0,1 C                  | 11,2 $\pm$ 0,2 B                 |
| T4         | 2,9 $\pm$ 0,2 A                | 2,6 $\pm$ 0,4 A                | 2,3 $\pm$ 0,1 A                | 3,3 $\pm$ 0,2 ABC                | 11,1 $\pm$ 0,7 B                 |
| T5         | 3,2 $\pm$ 0,1 A                | 2,8 $\pm$ 0,2 A                | 2,9 $\pm$ 0,3 A                | 3,8 $\pm$ 0,2 AB                 | 12,7 $\pm$ 0,4 A                 |
| CV (%)     | 10,3                           | 18,2                           | 14,1                           | 12,7                             | 7,5                              |
| ANOVA      | (F= 1,7277, g.l.= 12, P= 0,21) | (F= 1,0042, g.l.= 12, P= 0,44) | (F= 1,6002, g.l.= 12, P= 0,24) | (F= 7,6797, g.l.= 12, P= 0,0026) | (F= 3,8733, g.l.= 12, P= 0,0303) |

\*Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

**Tabela 4.** Duração (dias) das fases de pré-pupa, pupa e larva a adulto (média  $\pm$  erro padrão) de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae), com diferentes dietas, a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 horas e umidade relativa do ar de  $70 \pm 10\%$

| Tratamento | Pré-pupa                         | Pupa                           | Larva a adulto                 |
|------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| T1         | 1,0 $\pm$ 0,0 A                  | 3,8 $\pm$ 0,2 A                | 17,6 $\pm$ 0,6 A               |
| T2         | 1,1 $\pm$ 0,1 A                  | 3,7 $\pm$ 0,2 A                | 16,0 $\pm$ 0,1 A               |
| T3         | 1,2 $\pm$ 0,1 A                  | 3,3 $\pm$ 0,1 A                | 15,7 $\pm$ 0,2 A               |
| T4         | 1,1 $\pm$ 0,1 A                  | 3,6 $\pm$ 0,2 A                | 15,8 $\pm$ 0,8 A               |
| T5         | 1,0 $\pm$ 0,0 A                  | 3,6 $\pm$ 0,1 A                | 17,3 $\pm$ 0,3 A               |
| CV (%)     | 16,7                             | 9,0                            | 5,7                            |
| ANOVA      | (F= 0,8210, g.l.= 12, P= 0,021 ) | (F= 1,3847, g.l.= 12, P= 0,30) | (F= 3,1084, g.l.= 12, P= 0,06) |

\*Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

**Tabela 5.** Viabilidade (%) das fases larval, pré-pupal, pupal e de larva a adulto (média  $\pm$  erro padrão) de *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae), com diferentes dietas, a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 horas e umidade relativa do ar de  $70 \pm 10\%$

| Tratamento | Larval                         | Pré-pupal                      | Pupal                          | Larva a adulto                  |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| T1         | 90,0 $\pm$ 7,1 A               | 87,5 $\pm$ 4,8 AB              | 100,0 $\pm$ 0,0 A              | 77,5 $\pm$ 7,5 A                |
| T2         | 95,0 $\pm$ 2,9 A               | 97,5 $\pm$ 2,5 A               | 97,5 $\pm$ 2,5 A               | 92,5 $\pm$ 4,8 A                |
| T3         | 90,0 $\pm$ 0,0 A               | 97,5 $\pm$ 2,5 A               | 97,5 $\pm$ 2,5 A               | 95,0 $\pm$ 2,9 A                |
| T4         | 100,0 $\pm$ 0,0 A              | 100,0 $\pm$ 0,0 A              | 100,0 $\pm$ 0,0 A              | 100,0 $\pm$ 0,0 A               |
| T5         | 57,5 $\pm$ 8,5 B               | 76,0 $\pm$ 5,8 B               | 87,5 $\pm$ 8,0 A               | 37,5 $\pm$ 7,5 B                |
| CV (%)     | 12,3                           | 8,1                            | 8,3                            | 13,2                            |
| ANOVA      | (F= 9,8824, g.l.= 12, P< 0,01) | (F= 7,3086, g.l.= 12, P< 0,01) | (F= 1,6559, g.l.= 12, P= 0,22) | (F= 23,0444, g.l.= 12, P< 0,01) |

\*Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

**Tabela 6.** Razão sexual (%) e peso de adultos (mg) (média  $\pm$  erro padrão) de *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) originados de larvas com diferentes dietas, a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 horas e umidade relativa de  $70 \pm 10\%$

| Tratamentos | Razão Sexual (%)                 | Peso (mg)                       |                                 |
|-------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|             |                                  | Fêmeas                          | Machos                          |
| T1          | 0,44 $\pm$ 0,02 A                | 11,0 $\pm$ 0,3 AB               | 7,3 $\pm$ 0,07 A                |
| T2          | 0,48 $\pm$ 0,04 A                | 10,9 $\pm$ 0,2 A                | 7,7 $\pm$ 0,20 A                |
| T3          | 0,61 $\pm$ 0,05 A                | 12,7 $\pm$ 0,3 A                | 7,8 $\pm$ 0,61 A                |
| T4          | 0,51 $\pm$ 0,07 A                | 11,2 $\pm$ 0,2 A                | 7,9 $\pm$ 0,12 A                |
| T5          | 0,62 $\pm$ 0,13 A                | 8,6 $\pm$ 0,1 B                 | 5,1 $\pm$ 0,20 B                |
| CV (%)      | 27,6                             | 4,6                             | 8,9                             |
| ANOVA       | (F= 1,1375, g.l.= 12, P< 0,3850) | (F= 33,1176, g.l.= 12, P< 0,01) | (F= 13,8063, g.l.= 12, P< 0,01) |

\*Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

### **CAPÍTULO 3.**

---

---

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Eriopis connexa* (GERMAR) (COLEOPTERA:  
COCCINELLIDAE) COM DIFERENTES INSETOS-PRAGA DOS  
AGROECOSSISTEMAS DE MILHO E DE SORGO**

---

---

**Aspectos biológicos de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) com diferentes insetos-praga dos agroecossistemas de milho e de sorgo**

**RESUMO**

*Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) pode ser encontrada em diversos países da América do Sul e sua criação em larga escala é importante para programas de controle biológico. Este trabalho teve como objetivo avaliar aspectos biológicos das fases imaturas de *E. connexa* com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) congelados por um dia, ovos frescos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae), ovos de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) congelados por um dia, lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda*, ninfas de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) e de *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), em sala climatizada a  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $70\pm 10\%$ , umidade relativa e fotofase de 12 horas. O experimento foi em blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições, tendo cada uma 10 larvas de *E. connexa*, exceto para o tratamento com ninfas de *R. maidis*, que teve cinco larvas por repetição. As presas foram oferecidas *ad libitum* a *E. connexa*. A duração das fases larval, pupal e de larva a adulto diferiu, mas a de pré-pupa teve valores semelhantes entre tratamentos. As viabilidades das fases larval, pupal, pré-pupal e de larva a adulto foi igual ou maior que 87,5% em todos os tratamentos, exceto para aquele com lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda*. *Eriopis connexa* mostrou grande capacidade de se adaptar a diferentes presas, o que evidencia o hábito polífago de predadores Coccinellidae. Em campo, esse predador não é restrito a um único alimento e pode modular sua dieta com alimentos alternativos, o que evidencia o potencial desse inimigo natural para controlar pragas de milho e de sorgo.

**Palavras-chave:** *Anagasta kuehniella*, *Diatraea saccharalis*, *Rhopalosiphum maidis*, *Schizaphis graminum*, *Spodoptera frugiperda*



**Biological aspects of *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) with different insect pest f the maize and sorghum agroecosystems**

**ABSTRACT**

*Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) may be found in several South American countries and their mass scale rearing procedure is important for biological control programs. The objective of this work was to evaluate some biological aspects of the immature phases of *E. connexa* using as food source, eggs (frozen by one day) of *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), eggs (fresh) of *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae), eggs (frozen) and newly hatched caterpillars of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), nymphs of *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) or of *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) reared inside acclimatized room under  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $70\pm 10\%$  RH and 12 hours of photophase. The experimental design was entirely randomized block, with four replications, each one composed by 10 larvae of *E. connexa*, except for the treatment with nymphs of *R. maidis*, with five larvae for replication. The preys were offered *ad libitum*. Period of time for larva, pupa and larva-adult varied according to food source. Pre-pupal period was similar among treatments. Viability of the larval, pupal, pre-pupal and larva to adult period was the equal among or greater than 87.5% in all the treatments, except for that with newly hatched larvae of *S. frugiperda* as food source. *Eriopis connexa* showed a good capacity to adapt to the different food source, which is an evidence of the polyphagous predation habit of the Coccinellidae family. In the field, that predator is not restricted to only one food source and it can modulate its diet with alternative pray, which is also an evidence of the potential of the species as a natural enemy to be used against corn and sorghum insect pests.

**Key-words:** *Anagasta kuehniella*, *Diatraea saccharalis*, *Rhopalosiphum maidis*, *Schizaphis graminum*, *Spodoptera frugiperda*

## INTRODUÇÃO

A demanda por milho, *Zea mays* (L.), e sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench (Poales: Poaceae), tem aumentado a sua área cultivada e, conseqüentemente, os problemas com insetos-praga nessas culturas (Cruz *et al.*, 1999; Waquil *et al.*, 2001; Hoballah *et al.*, 2004; Figueiredo *et al.*, 2006ab).

Espécies de Coccinellidae afidófagas desenvolvem-se melhor com afídeos que com outras presas; entretanto, colônias dessas presas representam recursos efêmeros, que podem ser muito abundantes, mas por pouco tempo (Michaud & Jyoti, 2007). A capacidade das larvas desses predadores completarem seu desenvolvimento com presas que não sejam afídeos tem sido pouco documentada, mas ovos de insetos têm sido usados como presa substituta. Várias espécies de Coccinellidae predadoras tem sido criadas sucessivamente com ovos de Coleoptera e Lepidoptera (Kalaskar & Evans, 2001).

O hábito alimentar polífago de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) foi relatado em diversos estudos (Miller & Paustian, 1992, Miller, 1995; Gyenge *et al.*, 1998; Oliveira *et al.*, 2004; Sarmiento *et al.*, 2004; Sarmiento *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2009); isso indica que esse predador possa se alimentar de um grande número de insetos-praga das culturas de milho e de sorgo, mas a disponibilidade e a sustentabilidade do alimento são fundamentais para o estabelecimento de uma espécie em uma nova área (Eubanks & Denno, 2000; Roger *et al.*, 2000; Soares *et al.*, 2004, 2005; Berkvens *et al.*, 2008).

O objetivo deste trabalho foi estudar aspectos biológicos de *E. connexa*, com diferentes insetos-praga dos agroecossistemas de milho e de sorgo, visando à utilização desse predador em programas de controle biológico nessas culturas.

## MATERIAL & MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Criação de Insetos (LACRI) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Milho e Sorgo), em Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , 12 h fotofase e  $70 \pm 10\%$  umidade relativa.

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com seis tratamentos (Tabela 1), estabelecidos a partir do tipo de alimento (Tabela 2) e com quatro repetições, cada uma com 10 larvas de *E. connexa*, exceto para o tratamento com ninfas de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (Hemiptera: Aphididae), que foi realizado com cinco larvas de *E. connexa* por repetição.

As larvas de *E. connexa* foram provenientes da mesma colônia do laboratório, obtidas a partir de adultos desse predador, alimentados com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) congelados por, no máximo, uma semana, associados com a dieta artificial (Tabela 2) (Silva *et al.*, 2009).

Ovos de *A. kuehniella*, *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae) e *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) foram oferecidos *ad libitum* em copos de plástico de 50 mL, fechados com tampas de acrílico transparentes, de acordo com o tratamento (Tabela 1). As lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* foram, também, oferecidas de forma semelhante a esse predador, mas com quantidade estabelecida de 20, 30, 50 e 70 das mesmas para os primeiro, segundo, terceiro e quarto estádios de *E. connexa*, respectivamente, sendo as presas não consumidas descartadas e o consumo anotado.

Os recipientes de criação das larvas de *E. connexa*, no tratamento com ninfas de *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) e *R. maidis*, consistiram de copos de plástico de 50 mL, com papel filtro umedecido em 2 mL de água, secções de 2 cm<sup>2</sup> de folhas de *S. bicolor* BRS 310 e ninfas de até terceiro estágio desses afídeos *ad libitum*. Esses copos foram fechados com tampas de acrílico transparentes e dispostos

em um suporte de isopor, com todos os tratamentos, onde as larvas de *E. connexa* permaneceram até a emergência do adulto desse predador.

Os adultos de *E. connexa* foram sexados e pesados em balança eletrônica (precisão de 0,1 mg), logo após a emergência, e transferidos para gaiolas de criação (recipiente de vidro de 12 cm de diâmetro e 18 cm de altura), tampadas com filme PVC e alimentados de acordo com o tratamento.

Observações da eclosão da larva até a emergência do adulto de *E. connexa* foram feitas diariamente, para se avaliar o número de estádios (n= 20), a duração dos estádios pré-pupal, pupal e de larva a adulto (n= 20), a viabilidade das fases larval, pré-pupal, pupal e de larva a adulto (n= 40), além do peso de adultos e a razão sexual (n= 40) desse predador. Todas as larvas do tratamento com *R. maidis* foram avaliadas em todos os parâmetros descritos, devido ao menor número de repetições nesse tratamento (n= 20).

Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e comparados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, através do programa MSTAT-C, versão 2.1, Michigan State University (Russel, 1989).

## RESULTADOS

*Eriopis connexa* apresentou quatro estádios em todos os tratamentos. A duração dos estádios larvais de *E. connexa* diferiu entre tratamentos, especialmente, para o segundo e quarto estádios sendo os primeiro e quarto estádios mais longos, em todos os tratamentos (Tabela 3).

A duração da fase larval de *E. connexa* diferiu entre tratamentos (Tabela 3). Os valores encontrados para esse predador, com ovos de *S. frugiperda* congelados por um dia (T2) e ovos frescos de *D. saccharalis* (T3), foram semelhantes. Ovos de *A. kuehniella* e lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* proporcionaram duração semelhante da fase larval de *E. connexa* (Tabela 3), enquanto larvas supridas com *S. graminum* (T5) apresentaram duração semelhante às obtidas com *D. saccharalis*. A alimentação desse predador com ninfas de *R. maidis* (T6) proporcionou menor duração da fase larval e diferiu dos demais tratamentos (Tabela 3).

*Eriopis connexa* consumiu  $28,0 \pm 5,5$ ;  $55,8 \pm 5,2$ ;  $125,7 \pm 9,9$  e  $275,9 \pm 11,2$  lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda*, durante os primeiro, segundo, terceiro e quarto estádios, respectivamente, com consumo total de  $485,4 \pm 14,8$  lagartas dessa presa, durante a sua fase larval.

A duração da fase de pré-pupa de *E. connexa* (Tabela 4) foi semelhante entre tratamentos. A viabilidade dessa fase foi semelhante entre tratamentos, exceto com lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* (T4), de 76%, enquanto os demais tratamentos ficaram entre 90 e 100% (Tabela 5).

O tipo de alimento afetou a duração da fase pupal de *E. connexa*, com variação de 3,1 a 3,7 dias (Tabela 4). A viabilidade pupal de *E. connexa* não diferiu entre tratamentos (Tabela 5).

A duração da fase larval foi menor com ninfas de *R. maidis* (T6), 8,5 dias (Tabela 3). A duração de larva a adulto de *E. connexa* foi de 12,6 a 17,2 dias, diferindo

entre tratamentos (Tabela 4). A porcentagem de emergência de adultos desse predador (Tabela 5) foi alta em todos os tratamentos, acima de 90 e 97,5%, exceto para o tratamento com lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* de 37,5% (T4).

A razão sexual de *E. connexa* foi semelhante, entre tratamentos, variando entre 0,48 e 0,62 (Tabela 6).

O peso de fêmeas de *E. connexa* foi maior que o de machos, em todos os tratamentos, e diferiu entre tratamentos (Tabela 6).

## DISCUSSÃO

O número de estádios de *E. connexa* foi igual ao relatado para esse predador, alimentado com as presas *Coccinella undecimpunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae), com *Megoura persicae* (Buckton) e *Aphis fabae* (Scopoli) (Hemiptera: Aphididae) (Cabral *et al.*, 2006), *Diuraphis noxia* (Mordvilko) e *R. maidis*, *D. noxia*, *Acyrthosiphon pisum* (Harris) e *Myzus persicae* (Sulzer), *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae), respectivamente (Miller & Paustian, 1992; Miller, 1995; Oliveira *et al.*, 2004) e de *Scymnus (Neopullus) sinuanodulus* Yu & Yao (Coleoptera: Coccinellidae) com Aldegidae (Lu *et al.*, 2002).

Predadores generalistas podem obter balanço nutricional de suas dietas, pela inclusão de vários alimentos que, nutricionalmente, complementem a sua dieta (Roger *et al.*, 2000; Snyder & Clevenger, 2004). Alimentos inadequados podem aumentar o número de estádios e, por isto aqueles oferecidos a *E. connexa* foram nutricionalmente semelhantes, pois, esse predador apresentou o mesmo número de estádios em todos os tratamentos como relatado para *Stenomacrus catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachidae) com dieta natural e artificial (Navas & Parra, 2005).

A maior duração dos primeiro e quarto estádios de *E. connexa* mostram a necessidade de acúmulo de nutrientes para esse predador nesses estádios (Scriber & Slansky, 1981; Thompson, 1999). A maior duração do quarto estágio foi, também, observada para *Pseudodorus clavatus* (Fabricius) (Diptera: Syrphidae) com *S. graminum*, o que é interessante, pois nesse estágio há maior capacidade de predação (Aquad, 2003).

O aumento do consumo de lagartas recém-eclodidas com a mudança de estágio de *E. connexa* concorda com o relatado para *Propylea dissecta* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) e mostra que larvas neonatas de Coccinellidae tem sua capacidade de forrageamento reduzida (Hemphill *et al.*, 1992), baixa taxa de consumo (Ponsonby &

Copland, 2000) e reduzida voracidade (Pervez & Omkar, 2004). O menor consumo de presas nos estádios iniciais de *P. dissecta* foi atribuído ao tamanho e mobilidade das mesmas.

O maior consumo de lagartas de *S. frugiperda* por *E. connexa*, no quarto estágio, pode ser explicado pela maior necessidade de nutrientes para a pupação, como relatado para o aumento do consumo por *Rhyzobius lophanthae* (Blaisdell) (Coleoptera: Coccinellidae) com *Parlatoria pergandii* Comstock (Homoptera: Diaspididae), pela maior necessidade metabólica para crescimento larval e desenvolvimento de cada estágio desse predador (Stathas, 2000) ou a grande necessidade de alimento para crescimento e desenvolvimento (Sharma *et al.*, 1997). O aumento do consumo de alimento, no quarto estágio, por Coccinellidae é, também, indicativo da sustentabilidade do alimento, pois o tamanho final das larvas nesse estágio, determina aquele do adulto (Phoofolo *et al.*, 2007).

A duração da fase larval de *E. connexa* com ovos de *A. kuehniella*, *D. saccharalis* e ovos e lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* é considerada próxima à relatada para *E. connexa* com *C. atlantica*, 10,82 dias (Oliveira *et al.*, 2004), enquanto os obtidos com ninfas de *S. graminum* e *R. maidis* semelhantes com *D. noxia* e *R. padi* de 8,1 dias, a 26°C (Miller & Paustian, 1992) e com *D. noxia*, *A. pisum* e *M. persicae* de 7,2 e 6,3; 8,1 e 8,4; 9,7 e 8,5 dias, a 30 e 34°C (Miller, 1995), respectivamente. A viabilidade da fase larval de *E. connexa* foi semelhante entre tratamentos, como relatado para esse predador com *D. noxia* e *R. padi*, de 92,7% a 26°C (Miller & Paustian, 1992) e *M. persicae* e *D. noxia*, de 87,5 e 91,7%; 90,0 e 89,3%, a 30 e 34°C (Miller, 1995), respectivamente, exceto para o tratamento com lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda*.

A semelhança de duração da fase de pré-pupa de *E. connexa*, entre tratamentos, mostra que as presas foram adequadas para esse predador, pois larvas utilizam recursos



para crescimento e desenvolvimento e alimentos inadequados podem comprometer os estágios seguintes (Scriber & Slansky, 1981; Thompson, 1999; Michaud, 2007). A duração da fase de pré-pupa foi semelhante à de *Olla v-nigrum* (Mulsant) e *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville (Coleoptera: Coccinellidae) com ovos de *A. kuehniella*, 1,1 dias (Kato *et al.*, 1999ab) e *C. sanguinea* com *M. persicae*, *Megoura viciae* (Buckton), *Aphis gossypii* (Glover) e *Aphis fabae* (Scopoli) (Hemiptera: Aphididae), de 1,0; 1,0; 1,0 e 1,3 dia, respectivamente (Isikber & Copland, 2002).

O estágio de pré-pupa de *E. connexa* apresentou padrão diferente do relatado para *S. sinvanodulus*, pois a pré-pupa desse predador foi considerada quando suas larvas paravam de se alimentar, liberavam líquidos da região anal em grande quantidade e se tornavam imóveis por um a dois dias (Lu *et al.*, 2002). Este fato foi também observado para *E. connexa*, mas algumas larvas de *S. sinvanodulus* exibiram comportamento diferente (Lu *et al.*, 2002); após o período de imobilidade, começavam a rastejar e formavam a pupa após esse período de rastejamento. Entretanto, uma alta porcentagem de pupas de *S. sinvanodulus* que exibiram esse comportamento morreram (Lu & Montgomery, 2001; Lu *et al.*, 2002). O rastejamento de *S. sinvanodulus* foi associado a um mecanismo das larvas desse predador para dispersão, buscando locais adequados para alimentação ou protegidos para pupação (Lu *et al.*, 2002).

A duração da fase de pupa com ovos de *D. saccharalis* (T3) foi semelhante à dos demais tratamentos (Tabela 4), enquanto, com ninfas de *R. maidis* (T6) e ovos de *D. saccharalis*, não apresentou diferença, sendo de 3,1 e 3,4 dias, respectivamente, e semelhante à desse predador com *D. noxia* e *R. padi* a 26°C, 3,1 dias (Miller & Paustian, 1992). A menor duração da fase de pupa com ovos frescos de *D. saccharalis* (T3) e ninfas de *R. maidis* (T6) é importante, pois a pupa é praticamente imóvel e o prolongamento dessa fase pode aumentar as chances de predação e parasitismo. Por outro lado, o aumento da duração desse estágio, nos demais tratamentos, pode ser

benéfico para o armazenamento a determinadas temperaturas, visando ao momento correto da liberação (Auad, 2003). A viabilidade pupal de *E. connexa* foi semelhante à desse predador com *C. atlantica*, 100% (Oliveira *et al.*, 2004), e *D. noxia* e *R. padi* a 26°C, de 100% (Miller & Paustian, 1992; Miller, 1995). A alta viabilidade pupal de *E. connexa*, em todos os tratamentos, sugere que os alimentos oferecidos supriram as necessidades metabólicas desse predador nos estágios anteriores. Isto é importante, pois o tipo de presa pode afetar a fecundidade e outras características biológicas do predador (Ferkovich *et al.*, 2007).

A menor duração da fase de larva a adulto de *E. connexa* com *R. maidis* pode indicar melhor qualidade nutricional desse afídeo, pois o alimento inadequado pode prolongar o ciclo de vida de insetos (Scriber & Slansky, 1981; Thompson, 1999). O período de desenvolvimento de Coccinellidae pode aumentar com alimentos de baixo valor nutricional ou em quantidade insatisfatória (Michaud & Jyoti, 2007). Além disso, a falta de determinado aminoácido durante a fase imatura pode comprometer ou aumentar a duração desse estágio em insetos (Hacker & Bertness, 1996; Bottrell *et al.*, 1998). Coccinellidae afidófagas se desenvolveram mais rápido com afídeos que com outras presas (Michaud & Jyoti, 2007).

A baixa viabilidade de larva a adulto de *E. connexa* com lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* sugere que essa presa tenha menor valor nutritivo ou que, por ser móvel, aumente os custos de forrageamento, reduzindo a probabilidade de captura e o ganho energético desse predador (Sih & Christensen, 2001; Lemos *et al.*, 2005; Provost *et al.*, 2006).

A razão sexual (número de machos/ número de machos + fêmeas) semelhante de *E. connexa* com as diferentes presas concorda com o relatado para esse predador, com *M. persicae*, *D. noxia* e *A. pisum* (Miller, 1995) e *C. atlantica*, de 0,46% (Oliveira *et al.*, 2004) e *Diomus austrinus* (Gordon) (Coleoptera: Coccinellidae), com *Phenacoccus*

*madeirensis* (Green) e *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae), de 0,51; 0,54; 0,53 e 0,47; 0,56 e 0,50, nas temperaturas de 20, 25 e 30°C, respectivamente (Chong *et al.*, 2005), e de *Stethorus punctillum* (Weise) (Coleoptera: Coccinellidae), de 0,52; 0,47; 0,48; 0,52; 0,48 e 0,50, respectivamente (Heimpel & Lundgren, 2000).

A relação negativa entre o tempo de desenvolvimento e o peso de Coccinellidae é conhecida (Michaud & Jyoti, 2007) e isso foi também observado para *E. connexa*, com menor período de desenvolvimento e maior peso com *R. maidis* e *S. graminum*. O maior peso de fêmeas de *E. connexa*, em todos os tratamentos, pode ser devido à ovogênese, processo fisiológico regulado pela disponibilidade de nutrientes presentes no corpo da fêmea (Wheeler, 1996) e, dessa forma, qualquer fator que afete a incorporação dos mesmos pelo inseto pode afetar a ovogênese e a postura. Fêmeas de *E. connexa* foram mais pesadas com ninfas de *S. graminum* e *R. maidis* (T5 e T6), o que é desejável para a criação desse predador, pois fêmeas mais pesadas podem produzir maior número de descendentes (Zanuncio *et al.*, 2002; Omkar & Srivastava; 2003).

O peso dos adultos de *E. connexa* pode ser utilizado como dimorfismo sexual, pois as fêmeas foram mais pesadas que os machos, em todos os tratamentos, como relatado para *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) e *H. convergens* com *Myzus persicae nicotianae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) (Katsarou *et al.*, 2005).

A alta viabilidade das fases imaturas e o maior peso de *E. connexa*, em todos os tratamentos, exceto com lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda*, corroboram o hábito polífago desse predador. Isso demonstra a grande plasticidade alimentar e a capacidade desse predador se adaptar a diferentes alimentos, o que é interessante para o manejo de pragas de milho e de sorgo e evidencia o seu potencial para o controle biológico de pragas.

Os resultados de laboratório foram relevantes, mas o potencial de *E. connexa* no controle biológico necessita ser estudado em condições de campo. Esse predador não ocorre com grande frequência nas culturas de milho e de sorgo, e por isso, estudos mais aprofundados são necessários, para se avaliar a sua adaptação e atuação nessas culturas visando contribuir para sua correta liberação, a fim de melhorar sua eficiência e evitar problemas, como a predação intraguilda, entre outros, que podem comprometer os inimigos naturais nativos dessas culturas.

## REFERÊNCIAS

1. Auad AM (2003) Aspectos biológicos dos estágios imaturos de *Pseudodorus clavatus* (Fabricius) (Diptera: Syrphidae) alimentados com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. *Neotropical Entomology* 32: 475-480.
2. Berkvens N, Bonte J, Berkvens D, Tirry L & De Clercq P (2008) Influence of diet and photoperiod on development and reproduction of European populations of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). *BioControl* 53: 211-221.
3. Bottrell DG, Barbosa P & Gould F (1998) Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy? *Annual Review of Entomology* 43: 347-367.
4. Cabral S, Soares AO, Moura R & Garcia P (2006) Suitability of *Aphis fabae*, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) as prey for *Coccinella undecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *BioControl* 39: 434-440.
5. Chong JH, Oetting RD & Osborne LS (2005) Development of *Diomus austrinus* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae) on two mealybug prey species at five constant temperatures. *Biological Control* 33: 39-48.
6. Cruz I, Figueiredo MLC, Oliveira AC & Vasconcelos CA (1999) Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminium saturation. *International Journal of Pest Management* 45: 293-296.
7. Eubanks MD & Denno RF (2000) Health food versus fast food: the effects of prey quality and mobility on prey selection by a generalist predator and interactions among prey species. *Ecological Entomology* 25: 140-146.
8. Ferkovich SM, Venkatesan T, Shapiro JP & Carpenter JE (2007) Presentation of artificial diet: effects of composition and size of prey and diet domes on egg

- production by *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae). Florida Entomologist 90: 502-508.
9. Figueiredo MLC, Martins-Dias AMP & Cruz I (2006a) *Exasticolus fuscicornis* em lagartas de *Spodoptera frugiperda*. Pesquisa Agropecuária Brasileira 41: 1321-1323.
  10. Figueiredo MLC, Martins-Dias AMP & Cruz I (2006b) Relação entre a lagarta-do-cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira 41: 1693-1698.
  11. Gyenge JE, Edelstein JD & Salto CE (1998) Efectos de la temperatura y la dieta en la biología de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 27: 345-356.
  12. Hacker SD & Bertness MD (1996) Trophic consequences of a positive plant interaction. American Naturalist 148: 559-575.
  13. Heimpel GE & Lundgren JG (2000) Sex ratios of commercially reared biological control agents. Biological Control 19: 77-93.
  14. Hemptine JL, Dixon AFG & Coffin J (1992) Attack strategy of ladybird beetles (Coccinellidae) factors shaping their numerical response. Oecologia 90: 238-245.
  15. Hoballah ME, Degen T, Bergvinson D, Savidan A & Tamò C (2004) Occurrence and direct control potential of parasitoids and predators of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on maize in the subtropical Lowlands of Mexico. Agricultural and Forest Entomology 6: 83-88.
  16. Isikber AA & Copland MJW (2002) Effects of various aphid foods on *Cycloneda sanguinea*. Entomologia Experimentalis et Applicata 102: 93-97.
  17. Kalaskar A & Evan EW (2001) Larval responses of aphidophagous lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) to weevil larvae versus aphids as prey. Annals of the Entomological Society of America 94: 76-81.

18. Kato CM, Bueno VHP & Auad AM (1999a) Aspectos biológicos e etológicos de *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866) (Coleoptera: Coccinellidae) sobre *Psylla* sp. (Homoptera: Psyllidae). *Ciência e Agrotecnologia* 23: 19-23.
19. Kato CM, Bueno VHP, Moraes JC & Auad AM (1999b) Criação de *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 28: 455-459.
20. Katsarou I, Margaritopoulos JT, Tsitsipis JA, Perdakis DC & Zarpas KD (2005) Effect of temperature on development, growth and feeding of *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia convergens* reared on the tobacco aphid, *Myzus persicae nicotianae*. *BioControl* 50: 565-588.
21. Lemos WP, Zanuncio JC & Serrão JE (2005) Attack behavior of *Podisus rostralis* (Heteroptera, Pentatomidae) adults on caterpillars of *Bombyx mori* (Lepidoptera, Bombycidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 48: 975-981.
22. Lu W & Montgomery ME (2001) Oviposition, development, and feeding of *Scymnus (Neopullus) sinuanodulus* (Coleoptera: Coccinellidae): a predator of *Adelges tsugae* (Homoptera: Adelgidae). *Annals of the Entomological Society of America* 94: 64-70.
23. Lu W, Souphany P & Montgomery ME (2002) Descriptions of immature stages of *Scymnus (Neopullus) sinuanodulus* Yu and Yao (Coleoptera: Coccinellidae) with notes on life history. *The Coleopterists Bulletin* 56: 127-141.
24. Michaud, JP & Jyoti JL (2007) Dietary complementation across life stages in the poliphagous lady beetle *Coleomegilla maculata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 126: 40-45.

25. Miller JC (1995) A comparison of techniques for laboratory propagation of a South American ladybeetle, *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control* 5: 462-465.
26. Miller JC & Paustian JW (1992) Temperature-dependent development of *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology* 21: 1139-1142.
27. Navas DE & Parra JRP (2005) Biologia de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) em dieta natural e artificial e estabelecimento de um sistema de criação. *Neotropical Entomology* 34: 751-759.
28. Oliveira NC, Wilcken CF & Matos CAO (2004) Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinelídeos (Coleoptera: Coccinellidae) sobre o pulgão-gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae). *Revista Brasileira de Entomologia* 48: 529-533.
29. Omkar & Srivastava S (2003) Influence of six aphid prey species on development and reproduction of ladybird beetle, *Coccinella septempunctata*. *BioControl* 48: 379-393.
30. Pervez A & Omkar (2004) Prey-dependent life attributes of an aphidophagous ladybird beetle, *Propylea dissecta* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biocontrol Science and Technology* 14: 385-396.
31. Phoofolo MW, Giles KL & Elliott NC (2007) Quantitative evaluation of suitability of the greenbug, *Schizaphis graminum*, and the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi*, as prey for *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control* 41: 25-32.
32. Ponsonby DJ & Copland MJW (2000) Maximum feeding potential of larvae and adults of the scale insect predator, *Chilocorus nigritus* with a new method of estimating food intake. *BioControl* 45: 295-310.



33. Provost C, Lucas E, Coderre D & Chouinard G (2006) Prey selection by the lady beetle *Harmonia axyridis*: the influence of prey mobility and prey species. *Journal of Insect Behavior* 19: 265-277.
34. Roger C, Coderre D & Boivin G (2000) Differential prey utilization by the generalist predator according to prey size and species. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 94: 3-13.
35. Russel DF (1989) MSTAT-C Statistical Package Program ver. 2.1. Michigan State University.
36. Sarmiento RA, Oliveira HG, Holtz AM, Silva SM, Serrão JE & Pallini A (2004) Fat body morphology of *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) in function of two alimentary sources. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 47: 407-411.
37. Sarmiento RA, Pallini A, Venzon M, Souza OF, Molina-Rugama AJ & Oliveira CL (2007) Functional response of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to different prey types. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 50: 121-126.
38. Scriber JM & Slansky FJ (1981) The nutritional ecology of immature insects. *Annual Review of Entomology* 26: 183-211.
39. Sharma DK, Varma GC & Kishore L (1997) Feeding capacity of predators of mustard aphid, *Lipaphis erysimi*. *Journal of Aphidology* 11: 171-174.
40. Sih A & Christensen B (2001) Optimal diet theory: When does it work, and when and why does it fail? *Animal Behaviour* 61: 379-390.
41. Silva RB, Zanuncio JC, Serrão JE, Lima ER, Figueiredo MLC & Cruz I (2009) Suitability of different artificial diets for development and survival of stages of predaceous ladybird beetle *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). *Phytoparasitica* 37: 115-123.

42. Snyder WE & Clevenger GM (2004) Negative dietary effects of Colorado potato beetle eggs for the larvae of native and introduced ladybird beetles. *Biological Control* 31: 353-361.
43. Soares AO, Coderre D & Schanderl H (2004) Dietary self-selection behaviour by the adults of the aphidophagous ladybeetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Animal Ecology* 73: 478-486.
44. Soares AO, Coderre D & Schanderl H (2005) Influence of prey quality on the fitness of two phenotypes of *Harmonia axyridis* adults. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 114: 227-232.
45. Specty O, Febvay G, Grenier S, Delobel B, Piotte C, Pageaux JF, Ferran A & Guillaud J (2003) Nutritional plasticity of the predatory ladybeetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) comparison between natural and substitution prey. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 52: 81-91.
46. Stathas GJ (2000) *Rhizobius lophanthae* prey consumption and fecundity. *Phytoparasitica* 28: 1-9.
47. Thompson SN (1999) Nutrition and culture of entomophagous insects. *Annual Review of Entomology* 44: 561-592.
48. Waquil J M, Rodrigues JAS, Santos FG, Ferreira AS, Vilella FM.F & Foster JE (2001) Resistance of commercial hybrids and lines of sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench., to *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae). *Neotropical Entomology* 30: 661-668.
49. Wheeler D (1996) The role of nourishment in oogenesis. *Annual Review of Entomology* 41: 407-431.
50. Zanuncio JC, Molina-Rugama AJ, Santos GP & Ramalho FS (2002) Effect of body weight on fecundity and longevity of the stinkbug predator *Podisus rostralis*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37: 1225-1230.

**Tabela 1** Alimentos oferecidos às larvas de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae), à temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 horas e umidade relativa de  $70 \pm 10\%$

| Tratamentos | Alimentos  |
|-------------|--|
| T1          | Ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> (congelados por um dia)   |
| T2          | Ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> (congelados por um dia) |
| T3          | Ovos frescos de <i>Diatraea saccharalis</i>                  |
| T4          | Lagartas recém-eclodidas de <i>Spodoptera frugiperda</i>     |
| T5          | Ninfas de <i>Schizaphis graminum</i>                         |
| T6          | Ninfas de <i>Rhopalosiphum maidis</i>                        |

**Tabela 2** Dieta artificial para alimentação de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae), à temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 horas e umidade relativa de  $70 \pm 10\%$

| Componentes (g)   | Dieta artificial |
|-------------------|------------------|
| Mel               | 100              |
| Levedo de cerveja | 90               |
| Sulfato ferroso   | 1,5              |
| Ácido ascórbico   | 1,5              |
| Ácido propiônico  | 0,50             |
| Ácido sórbico     | 0,25             |
| Nipagin           | 0,25             |
| Água              | 60               |

**Tabela 3** Duração (dias) de cada estágio e da fase larval (média  $\pm$  erro padrão) de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae), com diferentes dietas, à temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 horas e umidade relativa de  $70 \pm 10\%$

| Tratamento | Primeiro                          | Segundo                          | Terceiro                         | Quarto                            | Fase larval                       |
|------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| T1         | 3,3 $\pm$ 0,09 A                  | 2,9 $\pm$ 0,25 A                 | 2,7 $\pm$ 0,17 AB                | 3,6 $\pm$ 0,12 AB                 | 12,5 $\pm$ 0,4 A                  |
| T2         | 3,4 $\pm$ 0,12 A                  | 2,2 $\pm$ 0,00 BC                | 2,4 $\pm$ 0,08 AB                | 3,2 $\pm$ 0,17 BC                 | 11,2 $\pm$ 0,2 B                  |
| T3         | 2,5 $\pm$ 0,05 B                  | 2,5 $\pm$ 0,05 AB                | 2,8 $\pm$ 0,05 AB                | 2,8 $\pm$ 0,05 A                  | 10,6 $\pm$ 0,1 BC                 |
| T4         | 3,2 $\pm$ 0,08 A                  | 2,8 $\pm$ 0,19 A                 | 2,9 $\pm$ 0,27 A                 | 3,9 $\pm$ 0,18 A                  | 12,8 $\pm$ 0,4 A                  |
| T5         | 2,4 $\pm$ 0,08 A                  | 2,4 $\pm$ 0,05 A                 | 2,2 $\pm$ 0,09 AB                | 2,8 $\pm$ 0,09 A                  | 9,8 $\pm$ 0,2 C                   |
| T6         | 2,1 $\pm$ 0,06 B                  | 1,9 $\pm$ 0,05 C                 | 2,0 $\pm$ 0,00 A                 | 2,5 $\pm$ 0,17 D                  | 8,5 $\pm$ 0,2 D                   |
| CV (%)     | 6,4                               | 9,7                              | 12,5                             | 7,5                               | 4,1                               |
| ANOVA      | (F= 38,3879, g.l.= 15, P< 0,0000) | (F= 9,6824, g.l.= 15, P< 0,0003) | (F= 4,5552, g.l.= 15, P< 0,0100) | (F= 20,2957, g.l.= 15, P< 0,0000) | (F= 53,2757, g.l.= 15, P< 0,0000) |

\*Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

**Tabela 4** Duração (dias) das fases de pré-pupa, pupa e de larva a adulto (média  $\pm$  erro padrão) de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae), com diferentes dietas, à temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 horas e umidade relativa do ar de  $70 \pm 10\%$

| Tratamento | Pré-pupa                         | Pupa                             | Larva a adulto                    |
|------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| T1         | 1,0 $\pm$ 0,00 A                 | 3,7 $\pm$ 0,01 A                 | 17,2 $\pm$ 0,44 AB                |
| T2         | 1,1 $\pm$ 0,10 A                 | 3,7 $\pm$ 0,18 A                 | 16,0 $\pm$ 0,11 BC                |
| T3         | 1,1 $\pm$ 0,05 A                 | 3,4 $\pm$ 0,08 AB                | 15,1 $\pm$ 0,09 C                 |
| T4         | 1,0 $\pm$ 0,00 A                 | 3,6 $\pm$ 0,06 A                 | 17,4 $\pm$ 0,30 A                 |
| T5         | 1,0 $\pm$ 0,00 A                 | 3,6 $\pm$ 0,06 A                 | 14,4 $\pm$ 0,26 C                 |
| T6         | 1,0 $\pm$ 0,00 A                 | 3,1 $\pm$ 0,06 B                 | 12,6 $\pm$ 0,23 E                 |
| CV (%)     | 10,9                             | 6,8                              | 3,4                               |
| ANOVA      | (F= 0,8242, g.l.= 15, P= 0,0002) | (F= 7,5523, g.l.= 15, P< 0,0010) | (F= 47,0283, g.l.= 15, P< 0,0000) |

\*Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

**Tabela 5** Viabilidade (%) das fases larval, pré-pupal, pupal e de larva a adulto (média  $\pm$  erro padrão) de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae), com diferentes dietas, à temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 horas e umidade relativa do ar de  $70 \pm 10\%$

| Tratamento | Larval                            | Pré-pupal                        | Pupal                             | Larva a adulto                    |
|------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| T1         | 92,5 $\pm$ 4,8 A                  | 100,0 $\pm$ 0,0 A                | 100,0 $\pm$ 0,0 A                 | 92,5 $\pm$ 4,8 A                  |
| T2         | 95,0 $\pm$ 4,8 A                  | 97,5 $\pm$ 2,5 A                 | 95,0 $\pm$ 2,9 A                  | 92,5 $\pm$ 4,8 A                  |
| T3         | 100,0 $\pm$ 0,0 A                 | 90,0 $\pm$ 4,1 A                 | 100,0 $\pm$ 0,0 A                 | 90,0 $\pm$ 4,1 A                  |
| T4         | 57,5 $\pm$ 8,5 B                  | 76,0 $\pm$ 5,8 B                 | 87,5 $\pm$ 7,9 A                  | 37,5 $\pm$ 7,5 B                  |
| T5         | 100,0 $\pm$ 0,0 A                 | 97,5 $\pm$ 2,5 A                 | 100,0 $\pm$ 0,0 A                 | 97,5 $\pm$ 2,5 A                  |
| T6         | 100,0 $\pm$ 0,0 A                 | 100,0 $\pm$ 0,0 A                | 95,0 $\pm$ 0,0 A                  | 95,0 $\pm$ 2,9 A                  |
| CV (%)     | 8,8                               | 6,8                              | 7,7                               | 9,3                               |
| ANOVA      | (F= 17,1724, g.l.= 15, P< 0,0000) | (F= 8,5856, g.l.= 15, P< 0,0005) | (F = 1,7630, g.l.= 15, P< 0,1812) | (F= 34,6364, g.l.= 15, P< 0,0000) |

\*Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

**Tabela 6** Razão sexual (%) e peso de adultos (mg) (média  $\pm$  erro padrão) de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) originados de larvas criadas com diferentes dietas, à temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 horas e umidade relativa de  $70 \pm 10\%$

| Tratamentos | Razão sexual (%)                 | Peso (mg)                         |                                  |
|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|             |                                  | Fêmeas                            | Machos                           |
| T1          | 0,48 $\pm$ 0,05 A                | 11,0 $\pm$ 0,56 B                 | 7,0 $\pm$ 0,26 C                 |
| T2          | 0,48 $\pm$ 0,04 A                | 10,9 $\pm$ 0,20 B                 | 7,7 $\pm$ 0,17 BC                |
| T3          | 0,53 $\pm$ 0,04 A                | 12,4 $\pm$ 0,08 A                 | 7,9 $\pm$ 0,07 A                 |
| T4          | 0,62 $\pm$ 0,13 A                | 8,65 $\pm$ 0,12 C                 | 5,1 $\pm$ 0,20 D                 |
| T5          | 0,61 $\pm$ 0,05 A                | 13,3 $\pm$ 0,04 A                 | 8,9 $\pm$ 0,07 A                 |
| T6          | 0,52 $\pm$ 0,05 A                | 13,2 $\pm$ 0,11 A                 | 8,9 $\pm$ 0,06 A                 |
| CV (%)      | 23,0                             | 4,6                               | 4,2                              |
| ANOVA       | (F= 1,0024, g.l.= 15, P< 0,4496) | (F= 44,3452, g.l.= 15, P< 0,0000) | (F= 79,8464, g.l.= 15, P< 0,000) |

\*Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle biológico representa uma ferramenta de grande importância para o Manejo Integrado de Pragas (MIP). A criação massal de inimigos naturais, para liberação em áreas de cultivo, é a prática geralmente proposta para a regulação de populações de pragas. É, portanto, indispensável a disponibilidade de técnicas de criação de insetos em larga escala e com qualidade comparável àqueles da natureza, para projetos de MIP.

Uma das limitações ao desenvolvimento de pesquisas com Coccinellidae predadores é a dificuldade de sua criação em laboratório. Neste estudo, *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) teve maior viabilidade com a associação da dieta artificial 1 (mel, levedo de cerveja, FeSO<sub>4</sub>, ácido ascórbico, ácido propiônico, nipagin e água) com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) congelados por seis meses ou um dia. Isso deverá ser estudado em novos trabalhos, para o estabelecimento de uma dieta artificial que possibilite a criação desse predador, com nenhuma ou menor quantidade de presas naturais.

Ovos de *A. kuehniella* (um dia de congelamento), *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae) ou de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e ninfas de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) e *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) foram adequados para os diferentes estágios de desenvolvimento de *E. connexa*, o que facilita sua criação em laboratório.

*Eriopis connexa* apresenta grande potencial de utilização para programas de controle biológico de *D. saccharalis*, *S. frugiperda*, *R. maidis* e *S. graminum*, devido à sua grande plasticidade alimentar e capacidade de se adaptar a diferentes alimentos, o que é interessante para o manejo dessas pragas nas culturas de milho e de sorgo. No entanto, para a utilização desse inimigo natural nas culturas de milho e de sorgo, será necessária uma liberação inundativa desse predador nessas culturas; pois sua frequência



é muito baixa nesses agroecossistemas, entretanto para que tal fato possa ocorrer, estudos aplicados em laboratório, campo e casas-de-vegetação devem ser conduzidos, para evitar problemas como a competição intraguilda, predação intraguilda, entre outros.