**MORFOLOGIA E ASPECTOS BIOLÓGICOS DA “JOANINHA
ASIÁTICA MULTICOLORIDA” *Harmonia axyridis* (PALLAS, 1773)
(COLEOPTERA, COCCINELLIDAE) PREDADOR DO “PULGÃO
PRETO DOS CITROS” *Toxoptera citricida* (KIRKALDY, 1907)
(HEMIPTERA, APHIDIDAE).**

GERALDO PEREIRA DE ARRUDA FILHO

Engenheiro Agrônomo

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

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de
São Paulo, para obtenção do título de Doutor em
Ciências, Área de Concentração: Entomologia.

PIRACICABA

Estado de São Paulo – Brasil

Agosto – 2005

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Arruda Filho, Geraldo Pereira de
Morfologia e aspectos biológicos da "joaninha asiática multicolorida" *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae) predador do "pulgão preto dos citros" *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera, Aphididae) / Geraldo Pereira de Arruda Filho. - - Piracicaba, 2005.
69 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2005.

1. Biologia animal 2. Citricultura 3. Controle biológico (Fitossanidade)
4. Desenvolvimento animal 5. Joaninha 6. Morfologia animal 7. Predação (Biologia)
8. Pulgão I. Título

CDD 595.76

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

**"Muita especialização, só pensando na utilidade
direta das coisas, é a morte do espírito".**

Albert Einstein

Ao meu avô, Mário Bezerra de Carvalho (*in memoriam*), Prof. Titular do Departamento de Biologia, Área de Entomologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

OFEREÇO

À minha esposa Carolina Maranhão Fernandes de Arruda e aos meus filhos Geraldo Fernandes de Arruda e Antônio de Pádua Fernandes de Arruda que, com amor, companheirismo e compreensão, apoiaram-me em todos os momentos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da minha vida, por iluminar meus caminhos e me proporcionar uma realização profissional.

Ao Prof. Dr. Evoneo Berti Filho pela orientação, confiança, amizade, paciência e principalmente pelo apoio concedido em todos os momentos.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” ESALQ/USP, principalmente ao Setor de Entomologia, pelo apoio concedido.

Aos Professores do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola (ESALQ/USP), pelos ensinamentos transmitidos.

À Dra. Lúcia Massutti de Almeida, pelo auxílio na identificação da joaninha, como também por me atender atenciosamente e contribuir com sugestões.

Ao Dr. Carlos Roberto Souza e Silva, pelo auxílio na identificação do afídeo.

Ao Prof. Dr. Sinval Silveira Neto, pelas preciosas sugestões no decorrer do trabalho, em especial, na elaboração das tabelas de vida de fertilidade.

À Dra. Marinéia de Lara Haddad, pelas sugestões e orientações nas análises estatísticas.

Ao colega e amigo Dr. Dori Edson Nava, pelo auxílio nas análises estatísticas e determinação das exigências térmicas.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola (ESALQ/USP), principalmente a Ana Gabriela B. Falretti e Regina Célia B. de Moraes, por sempre me atenderem com prontidão.

Aos colegas de pós-graduação do curso de Entomologia, pelo convívio e amizade. Em especial, à colega Patrícia Millano pelas sugestões, informações oferecidas além da colaboração e apoio.

Aos estagiários do Laboratório de Entomologia Florestal, pelo convívio pacífico e harmonioso.

Às bibliotecárias da ESALQ, Eliana Maria Garcia e Silvia Maria Zinsly, pela ajuda na elaboração e correções das referências bibliográficas.

À Central Açucareira Santo Antônio S/A, pelo apoio recebido durante o curso.

À minha família pelo apoio. Em especial aos meus pais, Eneide Carvalho de Arruda e Geraldo Pereira de Arruda, pelo amor e dedicação; à minha irmã, Sandra Roberta Carvalho de Arruda, por estar presente em todos os momentos e a minha tia Yolanda Maria Porto de Carvalho, pelo constante apoio e incentivo.

Agradeço finalmente a todos que, direta ou indiretamente, me ajudaram a dar continuidade ao meu trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ix
SUMMARY.....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Importância da citricultura para o Estado de São Paulo.....	3
2.2 Pragas que ocorrem em citros.....	4
2.3 Ocorrência de coccinelídeos em agroecossistemas.....	5
2.4 Importância dos coccinelídeos no agroecossistema citrícola.....	7
2.5 Joaninha asiática multicolorida <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773).....	9
2.6 Posição sistemática e aspectos morfológicos de <i>H. axyridis</i>	10
2.7 Dados biológicos de <i>H. axyridis</i>	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Morfologia de <i>H. axyridis</i>	15
3.2 Criação de <i>H. axyridis</i>	15
3.3 Aspectos biológicos de <i>H. axyridis</i> a 25°C.....	16
3.4 Exigências térmicas.....	18
3.5 Comparação de dietas natural e alternativa por meio de tabela de vida de fertilidade.....	19
3.6 Estudos da capacidade de consumo de <i>T. citricida</i> por <i>H. axyridis</i>	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 Morfologia de <i>H. axyridis</i>	21
4.1.1 Ovo.....	21
4.1.2 Larva.....	21
4.1.3 Pré-pupa.....	27

4.1.4 Pupa.....	28
4.1.5 Adulto.....	29
4.2 Técnicas de criação de <i>H. axyridis</i>	34
4.3 Aspectos biológicos de <i>H. axyridis</i>	34
4.3.1 Ovo.....	34
4.3.2 Fase de larva.....	35
4.3.3 Fase de pré-pupa.....	36
4.3.4 Fase de pupa.....	36
4.3.5 Fase adulta.....	36
4.4 Exigências térmicas.....	37
4.4.1 Fase de ovo.....	38
4.4.2 Fase de larva.....	39
4.4.3 Fase de pupa.....	40
4.4.4 Ciclo total (ovo-adulto).....	42
4.5 Comparação de dietas natural e alternativa por meio de tabela de vida de fertilidade.....	50
4.6 Capacidade de consumo de <i>T. citricida</i> por <i>H. axyridis</i>	57
5 CONCLUSÕES.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

MORFOLOGIA E ASPECTOS BIOLÓGICOS DA “JOANINHA ASIÁTICA MULTICOLORIDA” *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (COLEOPTERA, COCCINELLIDAE) PREDADOR DO “PULGÃO PRETO DOS CITROS” *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (HEMIPTERA, APHIDIDAE).

Autor: GERALDO PEREIRA DE ARRUDA FILHO

Orientador: Prof. Dr. EVONEO BERTI FILHO

RESUMO

Harmonia axyridis (Pallas, 1773) (Coleoptera; Coccinellidae) é uma joaninha originária da Ásia, utilizada em programas de controle biológico de pulgões de pecan, alfafa, algodão, tabaco e diversas plantas ornamentais. Com o objetivo de conhecer a morfologia e aspectos de biologia e capacidade de predação da joaninha para as condições do Brasil, foram caracterizados os diferentes estágios de desenvolvimento do inseto e realizados estudos de alguns parâmetros biológicos. Estudou-se: o ciclo biológico em cinco diferentes temperaturas (18, 20, 22, 25, e 28°C) e a capacidade de consumo de *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera; Aphididae) por machos e fêmeas do coccinelídeo. Realizou-se ainda a comparação de dietas natural e alternativa na criação do predador, por meio de tabela de vida de fertilidade. *H. axyridis*, quando criada a $25 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 12 horas, apresentou o período embrionário de três dias, a fase larval com quatro instares, uma fase intermediária de pré-pupa de aproximadamente 24 horas de duração e a fase de pupa de quatro a cinco dias. Os resultados obtidos na criação a diferentes temperaturas parecem sugerir que o coccinelídeo esteja em fase de adaptação às condições climáticas do Brasil. A dieta alternativa testada [pólen + ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera,

Pyralidae)] serve para manter a população de joaninhas, mas não substitui, de forma satisfatória, a presa natural. No laboratório, observaram-se 16 diferentes padrões de coloração dos indivíduos adultos. Este é o primeiro registro da ocorrência de *H. axyridis* no Estado de São Paulo.

MORPHOLOGY AND BIOLOGICAL ASPECTS OF THE “MULTICOLORED ASIAN LADY BEETLE” *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (COLEOPTERA, COCCINELLIDAE) PREDATOR OF THE “CITRUS BROWN APHID” *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (HEMIPTERA, APHIDIDAE).

Author: GERALDO PEREIRA DE ARRUDA FILHO

Adviser: Prof. Dr. EVONEO BERTI FILHO

SUMMARY

Harmonia axyridis (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae), a lady beetle native from Asia, is used in programs of biological control of aphid pests on pecan, alfalfa, cotton, tobacco and many ornamental plants. This paper deals with the morphology, biology and preying ability of this lady beetle to the Brazilian conditions. The following parameters were evaluated: life cycle in five different temperatures (18, 20, 22, 25 and 28°C); the consumption of the citrus brown aphid, *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera: Aphididae), by *H. axyridis* males and females; fertility life table to compare natural and alternative diets in the rearing of the predator and characterization of the different stages of development. When reared at 25 °C $\pm$ 2 and 12-hour photophase, *H. axyridis* presented a 3-day egg period, 4 larval instars, a 24-hour prepupal period and a pupal period varied from 4 to 5 days. The results obtained in the rearing at different temperatures seems to suggest that this coccinellid is in a process of adaptation to the environmental conditions of southern Brazil. The alternative diet [pollen + *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) eggs] can be used to maintain the lady beetle populations but it is not as good as the natural prey (aphids). A total of 16 different color patterns were observed in the laboratory reared adults. This is the first register of the occurrence of *H. axyridis* in the State of São Paulo, Brazil.

1 INTRODUÇÃO

A citricultura é considerada uma das mais importantes agroindústrias brasileiras, respondendo por um faturamento anual da ordem de US\$ 1,5 bilhão. O Brasil é, atualmente, o maior produtor mundial de citros. A exportação de suco concentrado ou da fruta “in natura”, tem acarretado maior geração de empregos e aumento da renda interna. A produtividade média, de 22 ton/ha é considerada muito baixa quando comparada à de outros países produtores, como os Estados Unidos da América do Norte, provavelmente devido a ocorrência de pragas e doenças. Portanto, os principais desafios da citricultura nacional estão quase todos relacionados a problemas de ordem fitossanitária (Astua-Monge et al., 2004).

Os coleópteros conhecidos vulgarmente por joaninhas pertencem à família Coccinellidae que, em sua maioria, é constituída por espécies predadoras, importantes agentes na regulação de populações de insetos fitófagos. Estes insetos fazem parte da história do controle biológico clássico. As formas imaturas e adultas alimentam-se de inúmeros insetos fitófagos, pertencentes às mais variadas ordens, como Hemiptera, Lepidoptera, Coleoptera, Diptera e Thysanoptera. Os coccinelídeos são insetos cosmopolitas, sendo encontrados em diversos ecossistemas no mundo. Na cultura do citros, são eficientes agentes de controle de pragas primárias e secundárias, como pulgões, cochonilhas e ácaros.

Apesar de sua importância, os coccinelídeos foram pouco estudados no Brasil, sendo escassas as informações sobre seus aspectos morfológicos, biológicos, grau de especificidade, distribuição geográfica e a taxonomia das espécies presentes no país.

Recentemente foi assinalada a presença da joaninha asiática multicolorida, originária da região Paleártica, *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), em pomares de citros da região de Piracicaba, Estado de São Paulo (Arruda Filho, et al., 2004). Apesar de ser um inseto comercializado na Europa, para controle biológico de pulgões de diversas

culturas, inclusive de plantas ornamentais, pouco se sabe sobre aspectos biológicos e morfológicos deste inseto no Brasil.

A joaninha (*H. axyridis*) é uma espécie utilizada em controle biológico de pulgões. Alimenta-se principalmente de hemípteros (afídeos, cochonilhas e psílídeos) e é considerada um excelente agente de controle biológico na Ásia. Na China é um dos principais controladores de afídeos na cultura do algodão (Almeida & Silva, 2002).

Este coccinelídeo, comumente encontrado em florestas, predando diversas espécies de afídios na Ásia, também pode se alimentar de algumas espécies de cochonilhas e duas espécies de crisomelídeo. Por apresentar características de um bom predador, como boa capacidade de busca de seu alimento e alta taxa de consumo, esta joaninha pode ser candidata ao desenvolvimento de criações massais para programas de controle biológico. *H. axyridis* pode ser utilizada como agente de controle de pragas, tanto em casas de vegetação como em condições de campo.

O presente trabalho visa estudar os caracteres morfológicos de *H. axyridis*, conhecer aspectos da biologia e da capacidade de predação desta espécie, para as condições do Brasil e desenvolver tecnologia de criação deste inseto em laboratório, para sua utilização em programas de controle biológico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da citricultura para o Estado de São Paulo

A citricultura surgiu como atividade econômica no Estado de São Paulo no início do século XX, sendo uma cultura alternativa ao café (Maia, 1996). Os primeiros pomares foram plantados no Vale do Paraíba e se deslocaram pelas demais regiões do Estado, valendo-se da infra-estrutura montada para produção e beneficiamento do café, logo alcançando cidades como Limeira e Rio Claro (Machado, 1999).

Antes de 1920 já havia no município de Limeira, Estado de São Paulo, a formação de um núcleo citrícola que depois de abastecer o Estado, começou a exportar as sobras da produção para a Argentina e para países europeus, como a Inglaterra. Assim, antes do término da década de 20, a citricultura já se firmava no Rio de Janeiro e em São Paulo como uma promissora atividade agrícola (Rodriguez et al., 1991).

O Brasil é o maior produtor mundial de citros, sendo responsável por cerca de 25% da produção de frutas frescas e 50% da produção de suco de laranja concentrado. A citricultura é um setor que ocupa posição de destaque na economia brasileira, devido à geração de divisas e, principalmente, renda interna, emprego e contribuição em termos nutricionais (Neves, 1992; Agrianual, 2002).

Os Estados de São Paulo (Brasil) e da Flórida (EUA) produzem mais de 50% de toda laranja consumida e industrializada no mundo (FAO, 2002). Em São Paulo, o suco concentrado é o segundo mais importante na pauta de exportações paulistas por produto, perdendo apenas para a indústria aeronáutica – EMBRAER (Dragone, 2003). Em São Paulo e na Flórida a citricultura gera divisas superiores a US\$ 1 bilhão anuais. Os dois Estados possuem regiões produtoras específicas que, juntas produzem aproximadamente

90% de todo suco de laranja concentrado e congelado comercializado no mundo (Associação Brasileira dos Exportadores de Cítricos – ABECITRUS, 2004).

Atualmente, a produção brasileira atinge cerca de 30% da safra mundial, com 16.935.500 toneladas em 2003 ocupando uma área de 820.700 hectares. A laranja representa 49% da fruticultura nacional. São Paulo é responsável por 79% da fruta, produto com o terceiro maior valor de produção da agroindústria do Estado, perdendo apenas para a cana-de-açúcar e pecuária. Em 2003, foram produzidas 13.347.100 toneladas, nos 586 mil hectares de área plantada no Estado (Nussio, 2004).

2.2 Pragas que ocorrem em citros

Existem basicamente dois grupos de insetos fitófagos que atacam a cultura do citros: os insetos mastigadores e os sugadores (Hume, 1952). As pragas-chave da cultura são representadas por moscas-das-frutas, ácaros da ferrugem e da leprose e cochonilhas. As pragas secundárias são representadas por pulgões, percevejos, lagartas, coleobrocas, cigarrinhas das frutíferas, mosca branca, abelha-cachorro, besouros e ácaro purpúreo. Tais pragas podem provocar prejuízos relevantes, porém se estima uma perda em torno de 20% por ano, devido à incidência delas (Gravena, 1984; Alves et al., 1992).

Entre as pragas secundárias que ocorrem em citros está o “pulgão preto” *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera, Aphididae). Este inseto infesta ramos e frutos novos, é de coloração marrom na forma jovem e preta nos adultos. Os adultos ápteros medem cerca de 2,0 mm, enquanto as formas aladas são pouco menores, cerca de 1,8 mm. Nas condições brasileiras, reproduzem-se exclusivamente por partenogênese telítoca (isto é, sem o concurso do macho, originando-se sempre fêmeas). Atacam os ponteiros da planta, causando encarquilhamento e atrofia das folhas e brotos novos, pela sucção contínua de seiva. Provocam o aparecimento da fumagina, que se desenvolve sobre o líquido açucarado que excretam. Este fungo é altamente prejudicial à respiração e fotossíntese da planta. Sua importância econômica é devido à disseminação e inoculação do vírus da tristeza dos citros (Alves et al., 1992; Gallo et al., 2002).

Alguns artrópodos podem causar problemas também na pós-colheita de citros. Os ataques de pragas na pós-colheita podem ser divididos em dois grupos: aqueles que causam danos apenas na aparência e os que causam problemas microbiológicos, devido aos danos internos acarretando o apodrecimento. Os ácaros *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari; Tenuipalpidae) (ácaro-da-leprose), *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead, 1879) (Acari; Eriophyidae) (ácaro-da-ferrugem), e *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari; Tarsonemidae) (ácaro-branco) são pragas que causam danos na aparência. Esses ácaros estão amplamente disseminados na citricultura nacional e seu controle é uma exigência desde o início do desenvolvimento dos frutos. Outro grupo de pragas importantes são as cochonilhas *Selenaspidus articulatus* (Morgan, 1889) (Hemiptera; Diaspididae), que provocam manchas deprimidas na superfície dos frutos, *Parlatoria ziziphus* (Lucas, 1883) (Hemiptera; Diaspididae) e *Orthezia praelonga* Douglas, 1891 (Hemiptera; Ortheziidae), que provocam o desenvolvimento de fumagina na superfície do fruto. Dentre as pragas que causam o apodrecimento dos frutos estão *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera; Tortricidae) (bicho-furão), *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) e *Anastrepha* spp. (Diptera; Tephritidae) (moscas-das-frutas) (Pozzan, 2004).

2.3 Ocorrência de coccinelídeos em agroecossistemas

Os coccinelídeos tiveram sua importância demonstrada em culturas onde ocorreram surtos de pragas primárias e secundárias, após a aplicação de inseticidas em que os inimigos naturais foram exterminados. Este fato chamou a atenção de agricultores e pesquisadores para a importância destes insetos nos mais variados agroecossistemas, pois sempre têm atuado no controle de insetos fitófagos, mantendo suas populações abaixo do nível de dano econômico (Hodek, 1973).

Os Coccinellidae entomófagos apresentam características desejáveis para serem considerados predadores eficientes e obterem sucesso no controle biológico de diversas pragas agrícolas. Algumas destas características são: capacidade de busca de presas, alto grau de sincronia com a presa, alta taxa de crescimento populacional e adaptação a

diferentes ambientes com consideráveis variações climáticas (Hagen, 1970; Hodek, 1973; Obrycki & Kring, 1998).

As diferentes espécies de joaninhas apresentam considerável variação e especificidade em relação ao hábito alimentar. Cada subfamília dentro da família Coccinellidae possui uma categoria de alimento preferido, tendo espécies que se alimentam de cochonilhas, afídeos, ácaros, fungos e até mesmo de plantas (Guerreiro, 2004).

A quantidade de presas consumidas por estes insetos varia de acordo com inúmeros fatores, como temperatura, estação do ano, estágio de vida, tamanho da joaninha e densidade de presa (Hodek, 1967).

As joaninhas predadoras possuem uma ampla gama de presas aceitáveis para seu desenvolvimento. Diversos hemípteros e ácaros servem de alimento para os coccinelídeos. Para permanecerem vivas por longos períodos na natureza, em ausência de alimento adequado, as joaninhas podem se alimentar de pólen e néctar de plantas nativas (Gravena, 1995). Hodek (1973) dividiu os alimentos das joaninhas em essenciais e alternativos: o primeiro garante o desenvolvimento larval completo e a oviposição, já o segundo serve apenas como fonte de energia prolongando a sobrevivência dos adultos.

A ocorrência de coccinelídeos em diferentes culturas agrícolas tem sido relatada em diversos trabalhos (Putman, 1957; Santos et al., 1990; Lima, 2001; Arruda Filho & Arruda, 2002; Parra et al., 2003). Os estudos sobre o papel dos coccinelídeos em agroecossistemas foram estimulados a partir do primeiro caso de sucesso de controle biológico clássico, que foi a introdução da joaninha australiana *Rodolia cardinalis* (Mulsant, 1850) na Califórnia em 1888, para o controle da cochonilha *Icerya purchasi* Maskell, 1879 em citros (De Bach, 1964; Gallo et al., 2002).

Nos Estados Unidos da América uma espécie exótica de joaninha vem sendo bastante utilizada para controlar espécies de cochonilhas que ocorrem em citros. Diversas colônias de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, 1853, conhecida vulgarmente por “joaninha australiana”, foram enviadas da Austrália para a Califórnia entre 1891-92. Esta foi considerada a introdução inicial do predador naquele Estado norte americano. Atualmente existem cerca de 37 empresas que produzem massalmente este predador e o

comercializa para liberação inoculativa no controle de cochonilhas. No Brasil, *C. montrouzieri* foi introduzido pela Embrapa Mandioca e Fruticultura em fevereiro de 1998, proveniente do Chile, com a finalidade de ser utilizado em programas de controle biológico de cochonilhas e pulgões em fruteiras (Sanches et al., 2002).

Avaliando as joaninhas presentes na cultura do algodão, Guerreiro et al. (2001) observaram que diversas espécies ocorreram em maiores quantidades na fase inicial da cultura, atraídas principalmente por afídeos, e permanecendo na cultura durante o período de desenvolvimento, alimentando-se de outros insetos.

Nas áreas de cultivo da cactácea palma forrageira, na região Nordeste do Brasil estão presentes diversas espécies de coccinelídeos, que realizam um eficiente controle da cochonilha *Diaspis echinocacti* (Bouché, 1833). O diaspidídeo é a principal praga da cultura na região do semi-árido nordestino no país (Arruda Filho & Arruda, 2002).

Embora haja um conhecimento razoável sobre a preferência alimentar e condições edafo-climáticas mais adequadas aos coccinelídeos, pouco se sabe sobre a ocorrência destes insetos na maioria das plantas anuais e perenes cultivadas no Brasil. Tais trabalhos são raros, principalmente devido à falta de pesquisadores especialistas, nos mais variados grupos de insetos dentro da família Coccinellidae, pois muitos destes indivíduos coletados no país ainda não foram identificados (Guerreiro, 2004).

2.4 Importância dos coccinelídeos no agroecossistema citrícola

Em pomares citrícolas é possível encontrar uma rica fauna de artrópodos, composta por aranhas, ácaros, insetos fitófagos e entomófagos (predadores e parasitóides). Dentre os insetos que podem se tornar pragas agrícolas do agroecossistema citrícola destacam-se: moscas-das-frutas, cochonilhas, cigarrinhas, bicho-furão, minador-dos-citros, psilídeos e pulgões, que integram o complexo de pragas primárias e secundárias dos citros (Busoli, 1992; Parra et al., 2003).

Apesar da expressão econômica que a citricultura representa para a economia brasileira, inúmeras pesquisas direcionadas a esta cultura têm se limitado aos levantamentos e flutuações populacionais de insetos-praga e seus inimigos naturais.

Muitas espécies de predadores estão associadas às plantas cítricas, exercendo um importante papel no controle de diversos insetos-praga desta cultura. Sob este aspecto, os coccinelídeos e os crisopídeos merecem atenção especial, pela abundância e frequência com que ocorrem em um agroecossistema citrícola, constituindo-se importantes agentes de controle de populações de insetos fitófagos (Gravena, 1986; Berti Filho, 1990; Chagas et al., 1982; Guerreiro, 2000).

Em levantamentos realizados em pomares cítricos na região Nordeste do Estado de São Paulo, já foi observada a ocorrência de 17 espécies de Coccinellidae na copa das plantas, alimentando-se de outros fitófagos. Dentre as espécies já relatadas pode-se citar: *Azya luteipes* Mulsant, 1850, *Brachyacantha* sp., *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763), *Delphastus* sp., *Diomus* spp. (quatro espécies), *Eriopis connexa* (Germar, 1824), *Hippodamia convergens* (Guérin-Méneville, 1846), *Hyperaspis festiva* Mulsant, 1850, *Mycroscymnus* sp., *Pentilia egea* Mulsant, 1850, *Pseudoazyza* sp., *Scymnus (Pullus)* sp. e *Stethorus* sp. Destas, as espécies *Scymnus* sp., *P. egea* e *Stethorus* foram predominantes (Pinto et al, 2002). Além destas, também foram assinaladas em plantas cítricas em outras regiões do Estado de São Paulo as espécies: *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866), *Cycloneda conjugata* (Mulsant, 1866), *Neojauravia naeida* Gordon & Almeida, 1991, *Chilocorus nigritus* (Fabricius, 1798) e *Coccidophilus citricola* Brèthes, 1905 (Parra et al., 2003).

Entre as pragas da ordem Hemiptera que ocorrem em pomares citrícolas, o pulgão preto, *T. citricida*, é considerado uma praga importante devido principalmente a transmissão do vírus da “tristeza dos citros” (Gallo et al., 2002).

Dos inimigos naturais do pulgão preto, os coccinelídeos são considerados como um dos mais importantes, seja pela sua ocorrência constante no pomar ou por apresentar estreita relação com sua presa (Guerreiro, 2004).

Segundo Michaud (1998) a joaninha *C. sanguinea* foi a de maior ocorrência dentre todas as espécies observadas, sendo a mais importante no controle de *T. citricida*, em diversos países da América Latina.

C. sanguinea alimenta-se de diversas espécies de afídeos que atacam citros, sendo o mais abundante de todos os predadores, devido à sua ocorrência ao longo do ano. O seu ciclo vital varia com a estação e a temperatura, e cada adulto consome em média 16 pulgões por dia (Machado, 1982).

2.5 Joaninha asiática multicolorida *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773)

H. axyridis é uma joaninha originária da Ásia, utilizada em programas de controle biológico de pulgões de pecan, alfafa, algodão, tabaco e diversas plantas ornamentais. A joaninha alimenta-se principalmente de pulgões, cochonilhas e psílídeos e é considerada um excelente agente de controle biológico. É um dos principais predadores de afídeos na cultura do algodão (Almeida & Silva, 2002).

O coccinelídeo ocorre no sul da Sibéria, Manchúria, China, Formosa, Korea, Japão, Ilhas Ryukyu e Ilhas Bonin. Foi assinalada também no Território de Khabarovsk, Região de Amur, de Primorye, Ilhas de Sakhalina, Kurilas (Ilha de Kunashir) e no norte do Kazaquistão (Dobzhanky, 1933; Almeida & Silva, 2002).

Segundo Gordon (1985) os indivíduos de gênero *Harmonia* Mulsant, 1850, que possui cerca de 17 espécies, “são predadores de 22 espécies de afídeos [*Acyrtosiphum pisum* (Harris), *Aphis gossypii* Glover, *Aphis nerii* Boyer de Fonscolombe, *Aphis pomi* de Geer, *Aphis punicae* Passerini, *Amphorophora oleraceae* (Van der Goot), *Cinara lauricola* (Matsumura), *Cinara todocola* (Ihouye), *Cryptosiphum gallarum* (Kaltenbach), *Eriosoma lanigerum* (Hausmann), *Hyadaphis erysimi* (Kaltenbach), *Hyalopterus pruni* (Geoffroy), *Macrosiphum ibarae* Matsumura, *Megoura crassicauda* Mordvilko, *Melanaphis sacchari* (Zehntner), *Myzus malisucta* Matsumara, *Mysus persicae* (Sulzer), *Neophyllaphis podocarpi* Takahashi, *Nippolachnus piri* Matsumara, *Periphyllus californicus* David, *Rhopalosiphum padi* (L.) e *Toxoptera piricola* Matsumara], sete espécies de cochonilhas [*Chrysomphalus aonidum* (L.), *Dactylopius* sp., *Icerya purchasi* Maskell, “*Lecanium*” sp., *Phenacoccus pergandei* Cockerell, *Pulvinaria* sp. e *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell)] e uma espécie de psílídeo (*Anomoneura mori* Schwarz)” .

A joaninha encontra-se distribuída por todo continente asiático e é considerada importante predador da cochonilha *Matsucoccus matsumurae* (Kuwana) (Hemiptera, Margarodidae) no Japão. Também é comumente encontrada, predando a mesma cochonilha, na Korea e na parte continental leste da China, mas sua capacidade de controle da população do margarodídeo nestes países não está devidamente documentada (McClure, 1987).

Na América do Sul, *H. axyridis* foi detectada pela primeira vez na Argentina no final de 2001, alimentando-se de *Monellia caryella* (Fitch, 1855) (Hemiptera, Aphididae) em árvores de pecan (*Carya* sp.). Foram coletadas 20 diferentes formas de coloração, que variavam do amarelo até o laranja com 0 a 20 máculas negras. Em levantamento realizado nos arredores de Buenos Aires, para avaliar o complexo de predadores de afídeos de pecan, constatou-se que cerca de 51% das espécies amostradas eram *H. axyridis* (Almeida & Silva, 2002).

No Brasil, larvas desta espécie foram coletadas pela primeira vez em Curitiba, Estado do Paraná em abril de 2002, alimentando-se de *Tinocallis kahawaluokalani* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera, Aphididae) em estremosa, *Lagerstroemia indica* L. (Lythraceae), espécie comumente utilizada na arborização da cidade. Em seguida, foram coletados indivíduos adultos e larvas alimentando-se de *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) e *Cinara pinivora* (Wilson, 1919) em espécies de *Pinus* spp. As larvas foram encontradas nas partes mais baixas em plantas novas de *Pinus* spp. (Almeida & Silva, 2002).

2.6 Posição sistemática e aspectos morfológicos de *H. axyridis*

H. axyridis pertence a sub-família Coccinellinae, tribo Coccinellini da família Coccinellidae. A espécie foi descrita pela primeira vez como *Coccinella axyridis* Pallas, oito sinónimas júnior foram criadas para esta espécie (*Coccinella bisex-notata* Herbest 1793, *Coccinella 19-sinata* Faldermann 1835, *Coccinella conspicua* Faldermann 1835, *Coccinella aulica* Faldermann 1835, *Harmonia spectabilis* Faldermann 1835, *Coccinella succinea* Hop 1845, *Anatis circe* Mulsant 1850 e *Ptychanatis yedoensis* Takizawa 1917). Em 1885, Weise propôs que a joaninha fosse transferida para o

subgênero *Harmonia* dentro do gênero *Coccinella*. Jacobson em 1915, elevou *Harmonia* ao nível de gênero (Timberlake, 1943; Koch, 2003).

Os ovos de *H. axyridis* são ovais alongados com um comprimento médio de 1,2 mm. Inicialmente apresentam coloração amarelo palha, tornando-se em seguida amarelo escuro. Aproximadamente 24 horas após a postura, os ovos férteis tornam-se acinzentados (Koch, 2003).

H. axyridis apresenta quatro instares larvais, semelhante a outras espécies de coccinelídeos que se alimentam de afídeos (Hodek, 1973). As larvas de primeiro e segundo instares são semelhantes quanto a coloração, diferindo apenas pela mancha de cor laranja nas áreas dorso-laterais no primeiro ou primeiro e segundo segmentos abdominais. A partir do terceiro instar, as manchas de cor laranja tornam-se maiores e mais evidentes, indo do segundo até o quinto segmento abdominal (Koch, 2003). A larva de *H. axyridis* apresenta várias protuberâncias, chamadas de lobos, armadas com setas. Cada segmento abdominal possui seis lobos variáveis em vista dorsal, três de cada lado (dorsal, dorso lateral e lateral). As regiões pleurais do mesotórax e do metatórax são equipadas com um pequeno lobo anterior e um posterior maior. Cada segmento torácico possui um par de placas dorsais ou tergitos. As placas dorsais do pronoto podem ser lateralmente comprimidas ou completamente subdivididas por áreas membranosas (Gordon & Vandenberg, 1991).

O adulto apresenta o corpo de forma oval, convexa, cabeça amarelo palha sem manchas, com duas filas longitudinais de pontos fracos ou um ponto de coloração negra no clipeo, às vezes se estendendo para o labro e a cabeça. Antena e peças bucais marrom amareladas, às vezes de cor negra, pronoto amarelo palha com quatro manchas negras e geralmente uma fraca marca acima do escutelo, ou pontos laterais que se juntam em forma de “M” que se estende até a margem anterior; ocasionalmente apresentam o centro do pronoto preto. O escutelo apresenta uma coloração amarelo palha, élitros laranja amarelados, cada élitro, em indivíduos que apresentam muitas manchas, com marcas fracas atrás do escutelo. Processo intercoxal do proesterno com carenas, coloração das pernas variando de marrom amarelada a negra, com o lado posterior e os tarsos mais claros. O comprimento pode variar de 4,81 até 7,47 mm e a largura variando de 3,80 até 5,89 mm. Já foram descritas mais de 100 formas de cores diferentes (Chapin & Brou, 1991).

2.7 Dados biológicos de *H. axyridis*

Nos Estados Unidos da América do Norte as larvas de *H. axyridis* são maiores que a maior larva de Coccinellidae nativa. As larvas da joaninha asiática multicolorida são especialmente encontradas em colônias de pulgões *Tinocallis kahawaluokalani* (Kirkaldy), que ocorrem apenas em *Lagerstroemia indica* L. Estes pulgões são originários da Ásia assim como a joaninha (Mizell, 2001). *H. axyridis* é uma das espécies de Coccinellidae citadas como importante fator de mortalidade em colônias de *T. citricida* na Flórida (Michaud, 1999).

Na França, observou-se que a população do coccinelídeo era bivoltina, com a primeira geração apresentando atividade estival e a segunda geração ocorrendo durante o inverno. A duração total do ciclo (ovo – adulto) variou de dois meses a três semanas. A joaninha permaneceu em atividade de abril a outubro e interrompeu a reprodução quando a temperatura atingiu patamares inferiores a 12°C e houve redução nas horas de luz (dias mais curtos) (Ongagna et al., 1993).

Segundo Lanzoni et al. (2004) em condições de laboratório a 25°C e tendo como presa o afídeo *Myzus persicae* (Sulzer, 1776), foram observadas diferenças significativas entre os períodos de desenvolvimento das formas imaturas de *H. axyridis*, quando comparadas com as espécies nativas da Europa *Hippodamia variegata* (Goeze, 1777) e *Adalia bipunctata* (Linnaeus, 1758). *H. axyridis* apresentou um período de desenvolvimento de aproximadamente 19,8 dias, enquanto *H. variegata* e *A. bipunctata* apresentaram, 18,1 e 18,4 dias, respectivamente. Diferenças também foram evidenciadas no período de duração das fases de ovo, larva e pupa. Não houve diferenças entre as três espécies em relação à fecundidade, taxa de oviposição e longevidade dos adultos. *H. axyridis* apresentou o maior período de pré-oviposição (aproximadamente 13,7 dias). A taxa líquida de reprodução, a capacidade inata de aumentar em número e a duração média de uma geração da espécie *H. axyridis* apresentaram valores intermediários entre *H. variegata* e *A. bipunctata*.

O período de desenvolvimento dos estágios imaturos, sobrevivência, longevidade, fecundidade e os parâmetros da tabela de vida de fertilidade para *H. axyridis*, alimentada com ovos frescos e ovos submetidos a refrigeração de *Sitotoga*

cereallega (Olivier) (Lepidoptera, Gelechiidae) em condições de laboratório foram estudados por Abdel-Salam & Abdel-Baky (2001). O período total de desenvolvimento de ovo a adulto variou de $18,89 \pm 0,32$ a $22,5 \pm 0,21$ dias nas dietas de ovos frescos e ovos submetidos a refrigeração, respectivamente. Apesar das variações significativas na fecundidade das fêmeas e na longevidade dos machos, não houve diferença significativa na longevidade das fêmeas.

A joaninha asiática multicolorida pode tornar-se uma forte candidata ao desenvolvimento de criações massais, para fins de controle biológico, tanto em casas de vegetação como em condições de campo, porque possui boa atividade de busca de suas presas, alta taxa de consumo e grande diversidade de presas [36 espécies de afídeos, 12 espécies de outras sete famílias de Sternorrhyncha, uma espécie de Arctiidae (Lepidoptera) e duas de Chrysomelidae (Coleoptera)] (Teddars & Schaefer, 1994).

Segundo Hodek (1973) *H. axyridis* é uma espécie altamente prolífera e que pode viver mais de três anos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia Florestal do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo.

A criação do inseto foi realizada em dois locais diferentes, no interior de câmaras climatizadas (BOD), com o fotoperíodo de 12: 12 horas (fotofase: escotofase), temperatura de $25 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $60 \pm 15\%$ e em caixas de madeira de 70,0 X 40,0 X 20,0 cm, fechadas com tampa de vidro com 3,0 mm de espessura, apoiada sobre uma fina camada de espuma de polietileno. As caixas foram perfuradas lateralmente e nos orifícios foi colocado tecido tipo “voil”, permitindo a ventilação do seu interior. Estas caixas foram mantidas em sala com temperatura, umidade e fotoperíodo controlados, nas mesmas condições das câmaras climatizadas (BOD).

Para iniciar a criação, as joaninhas foram coletadas em colônias de *T. citricida* no pomar de citros localizado no campus da ESALQ/USP, Piracicaba, por meio de tubos sugadores de insetos, transferidas para tubos plásticos transparentes de 8,0 cm de altura por 4,0 cm de diâmetro e levadas ao laboratório.

O inseto estudado foi enviado para uma especialista em sistemática de Coccinellidae Dra. Lúcia Massutti de Almeida do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná, para identificação.

3.1 Morfologia de *H. axyridis*

Ovos, larvas, pupas e adultos da espécie em estudo foram caracterizados por meios de desenhos esquemáticos. Foram identificados os caracteres morfológicos, utilizados na sexagem dos indivíduos, através da observação de 40 casais em cópula. Os diferentes padrões de coloração, observados no decorrer do trabalho, foram detalhados e registrados por meio de fotografias.

3.2 Criação de *H. axyridis*

Os adultos de *H. axyridis* foram coletados no Campus da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP no município de Piracicaba – São Paulo, no período de março a abril de 2004, no horário compreendido entre 8:00 e 9:00 horas, por apresentar temperaturas mais amenas.

Os coccinelídeos foram transportados ao Laboratório de Entomologia Florestal do Setor de Entomologia Agrícola do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ – USP, para manutenção de uma população de estoque. As joaninhas foram acondicionadas em caixas de madeira de 70,0 X 40,0 X 20,0 cm, fechadas com tampa de vidro com 3,0 mm de espessura, apoiada sobre uma fina camada de espuma. As caixas foram perfuradas lateralmente e nos orifícios foi colocado tecido tipo “voil”, permitindo a ventilação. No interior destas caixas foram colocados ramos de citros, contendo colônias de *T. citricida* e placas de petri com pólen comercial macerado e ovos de *A. kuehniella*, para alimentação dos coccinelídeos. Os afídeos foram enviados para um especialista em sistemática de Aphididae, Dr. Carlos Roberto Souza e Silva do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da Universidade Federal de São Carlos, para confirmação da espécie. As gaiolas foram mantidas em sala climatizada com temperatura de $25 \pm 4,0^{\circ}\text{C}$, fotoperíodo de 12 horas e umidade relativa de $60 \pm 20\%$.

3.3 Aspectos biológicos de *H. axyridis* a 25°C

O ciclo biológico do predador foi estudado mantendo-se a joaninha sobre colônias de *T. citricida*. Ovos recém-postos foram acondicionados em placas de petri de 6,0 cm de diâmetro por 2,0 cm de altura contendo um pedaço de algodão hidrófilo, umedecido com água destilada no interior de cada placa, para manter a umidade do conjunto, com o objetivo de obter larvas de 1º instar. As placas de petri foram mantidas em câmaras de germinação (BOD) a $25 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 12 horas. Foram colocadas 50 larvas recém-emergidas obtidas da criação de laboratório em placas de petri de 6,0 cm de diâmetro por 2,0 cm de altura, forradas em seu interior por papel filtro, trocado a cada dois dias, contendo um pequeno pedaço de algodão hidrófilo, umedecido com água destilada, no interior de cada placa. A umidade do conjunto foi mantida pelo algodão umedecido com água destilada. Foram realizadas observações a cada 24 horas, para determinação da quantidade de instares, assim como a duração de cada um. Também foram observadas as fases de pré-pupa e pupa, com relação à duração de cada uma. A fase de pré-pupa foi considerada a partir do momento em que a larva de 4º instar parava de se alimentar e fixava os urogonfos tomando uma posição característica, levemente recurvada, até o momento em que se dava o aparecimento da pupa. Após o surgimento dos adultos foi realizada a sexagem onde se comparou a duração do ciclo total (ovo-adulto) de 10 machos e 10 fêmeas.

Os adultos foram mantidos em cilindros de vidro de 25,0 cm de altura e 22,5 cm de diâmetro, fechados em sua extremidade superior com tecido voil e mantidos sobre papel filtro. Colocou-se uma placa de petri de 6,0 cm de diâmetro, contendo algodão hidrófilo, umedecido com água destilada, no interior de cada cilindro. As populações dos coleópteros foram mantidas em câmaras de germinação (BOD) a $25 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 15\%$ e fotofase de 12 horas. As observações desta fase foram efetuadas por meio da elaboração de tabela de vida de fertilidade.

Seguindo as orientações de Parra (2000) de parâmetros biológicos a serem analisados, no estudo da biologia de um inseto, foram observados:

Fase de ovo:

- período de incubação;
- viabilidade;
- local e característica de postura;
- coloração dos ovos.

Fase de larva:

- número de ínstaes;
- duração de cada ínstar;
- duração do período larval;
- viabilidade.

Fase de pré-pupa:

- duração;
- viabilidade.

Fase de pupa:

- duração;
- viabilidade.

Fase adulta:

- período de “pré-oviposição”;
- fecundidade (número de ovos por fêmea);
- longevidade de fêmea e macho;
- razão sexual.

3.4 Exigências térmicas

Os limites térmicos inferiores de desenvolvimento (T_b) e constantes térmicas (K) para *H. axyridis*, foram calculados pelo método da hipérbole (Haddad & Parra, 1984), utilizando-se o software Mobae, a partir das durações e viabilidades das fases de ovo, larva, pré-pupa e pupa (ovo-adulto) quando os insetos foram criados em quatro diferentes temperaturas (18, 20, 25 e 28°C) em câmaras climatizadas (BOD) com fotofase de 12 horas. A umidade do recipiente de criação foi mantida por meio de um pedaço de algodão hidrófilo, umedecido com água destilada.

Para determinação das exigências térmicas da fase de ovo, estes foram coletados nas gaiolas de criação mantidas em câmaras climatizadas a $25 \pm 2,0^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 15\%$ e fotofase de 12 horas. Os ovos foram distribuídos em placas de petri de 6,0 cm de diâmetro por 2,0 cm de altura. As placas foram desinfetadas com álcool. As placas contendo os ovos foram fechadas e levadas às câmaras, nas temperaturas anteriormente referidas, verificando-se diariamente a presença de larvas eclodidas e tendo o cuidado de se manter a umidade do conjunto por meio de um pedaço de algodão hidrófilo, umedecido com água destilada.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis repetições, sendo cada uma constituída de 20 ovos de *H. axyridis*.

Para determinação das exigências térmicas da fase de larva, cada inseto recém eclodido foi mantido individualmente em placa de petri de 9,0 cm de diâmetro por 1,5 cm de altura, contendo um pedaço de papelão corrugado, de aproximadamente 4,0 cm X 2,5 cm, para abrigo. A umidade do conjunto foi mantida por meio de um pequeno pedaço de algodão hidrófilo umedecido com água destilada. Para alimentação das larvas foi oferecido diariamente ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) + pólen comercial. Cada recipiente foi observado diariamente, para anotações da duração e viabilidade do período em estudo e para troca de alimento. As temperaturas e o procedimento estatístico utilizados foram próximos aos referidos para a fase de ovo.

Para a determinação das exigências térmicas das fases de pré-pupa e pupa, os insetos foram mantidos em câmaras climatizadas, reguladas nas mesmas temperaturas

descritas para a fase de ovo. O procedimento estatístico e a forma de determinação da temperatura base foram os mesmos utilizados para o período embrionário.

3.5 Comparação de dietas natural e alternativa por meio de tabela de vida de fertilidade

Foram colocados 100 ovos do coccinelídeo, obtidos de criação de laboratório, em cilindros de vidro de 25,0 cm de altura e 22,5 cm de diâmetro, fechados em sua extremidade superior com tecido tipo “voil” e mantidos sobre papel filtro. Colocou-se uma placa de petri de 6,0 cm de diâmetro, contendo algodão hidrófilo, umedecido com água destilada, no interior de cada cilindro. As populações dos coleópteros foram mantidas no laboratório, em câmaras de germinação (BOD) a $25 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $60\% \pm 15$ e fotofase de 12 horas. Foram colocados pedaços de papelão corrugado, de 10,0 X 15,0 cm no interior das gaiolas de criação e um tubete com uma muda de *Citrus* sp., para abrigo e substrato de oviposição, respectivamente. Ovos de *A. kuehniella* e o pólen foram oferecidos diariamente, em recipientes separados. Os alimentos foram colocados em placas de petri de 6,0 cm de diâmetro forradas com papel filtro.

As dietas natural (*T. citricida*) e alternativa [ovos de *A. kuehniella* + pólen comercial] foram comparadas através da elaboração de duas tabelas de vida de fertilidade com as populações criadas nas respectivas dietas, calculando-se a duração média de uma geração (T), a capacidade inata de aumentar em número (r_m), razão finita de aumento (λ) e a taxa líquida de reprodução (R_0), de acordo com Silveira Neto et al. (1976) e Parra (2001). Além da tabela de vida de fertilidade foi calculada a mortalidade indispensável para as diferentes fases de desenvolvimento do predador alimentado com a dieta alternativa.

3.6 Estudos da capacidade de consumo de *T. citricida* por *H. axyridis*

Larvas e adultos do predador foram avaliados, quanto ao número de pulgões consumidos. Foram utilizados pedaços de folhas de *Citrus* sp. de aproximadamente 3,0 X 3,0 cm, infestados com *T. citricida*, com número determinado de pulgões, oferecidos a joaninhas *H. axyridis*. Foram individualizadas 50 larvas de *H. axyridis*, 24 horas após a eclosão em placas de petri de 6,0 cm de diâmetro e 2,0 cm de altura, previamente desinfetadas com álcool e forradas com papel filtro. As placas de petri foram mantidas no interior das câmaras de germinação (BOD) com temperatura de $25 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 12 horas. A umidade nas placas foi mantida por meio de um pedaço de algodão hidrófilo, umedecido com água destilada. Foram avaliadas 10 larvas que estavam iniciando o quarto instar até atingirem a fase de pré-pupa. Os pulgões foram oferecidos diariamente às joaninhas em número conhecido, de forma que sempre restasse pelo menos um afídeo na avaliação realizada 24 horas após a colocação destes nas placas. Na fase adulta, foram avaliados 10 machos e 10 fêmeas separadamente. Os predadores foram sexados e individualizados em pequenas gaiolas cilíndricas de plástico transparente, de 10 cm de diâmetro por 8,0 cm de altura fechadas em suas extremidades com tampas de pvc. Nestas gaiolas foram oferecidas quantidades conhecidas de afídeos, seguindo-se o mesmo critério adotado para as larvas, avaliados 24 horas após a colocação destes. Os pulgões, ofertados diariamente, apresentavam diferentes tamanhos, como forma de aproximar, tanto quanto possível da condição das colônias de *T. citricida* encontradas no campo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Morfologia de *H. axyridis*

4.1.1 Ovo

Os ovos de *H. axyridis* possuem córion liso, forma elíptica, comprimento variando de 1,1-1,2 mm por 0,5 mm de largura (n=15^{*}) afilado no ápice e truncado na base (Figura 1). Quando recém-postos, são de coloração amarelo claro intensa e brilhante. Cerca de 24 horas após a postura os ovos fertilizados tornam-se foscos, amarelo escuros, posteriormente acinzentados, e finalmente de coloração negra, pouco antes da eclosão das larvas. Estes dados estão de acordo com os descritos por Koch (2003).

4.1.2 Larva

As larvas têm quatro ínstaes, corroborando Hodek (1973), segundo o qual a joaninha asiática multicolorida, semelhante a outras espécies de coccinelídeos que se alimentam de afídeos, apresenta quatro ínstaes larvais. A larva recém eclodida é do tipo campodeiforme, de coloração negra e comprimento variando de 1,3-2,0 mm (n=15^{*}). A cápsula cefálica é mais larga do que longa (Figura 2).

^{*}número de repetições.

A larva de segundo ínstar apresenta coloração semelhante ao primeiro, exceto pelo aparecimento de pequenas manchas laranja amareladas, localizadas dorso-lateralmente no primeiro e segundo segmentos abdominais (Figura 3). No terceiro ínstar, as manchas aumentam em tamanho, convergindo dorso-lateralmente até o quinto segmento abdominal (Figura 4). No quarto ínstar as manchas tornam-se mais evidentes, e a larva pode atingir 6,5-12,0 mm de comprimento por 1,8-4,2 mm de largura ($n=15^*$) (Figura 5). Quando a larva atinge o segundo ínstar é possível detectar a presença de protuberâncias (lobos) armadas com setas bastante evidentes. Cada segmento abdominal possui seis lobos variáveis em vista dorsal, três de cada lado (dorsal, dorso lateral e lateral). Estas observações concordam com as de Gordon & Vandenberg (1991).

Figura 1 – Esquema dos ovos de *H. axyridis*

Figura 2 – Vista dorsal da larva de 1º ínstar de *H. axyridis*

Figura 3 – Vista dorsal da larva de 2º instar de *H. axyridis*

Figura 4 – Vista dorsal da larva de 3º ínstar de *H. axyridis*

Figura 5 – Vista dorsal da larva de 4^o instar de *H. axyridis*

4.1.3 Pré-pupa

Em relação à morfologia, esta fase de desenvolvimento do inseto não apresenta diferenças, quando comparada à larva de 4º instar. A pré-pupa dobra levemente seu corpo, já fixado pelos urogonfos, estruturas presentes no final do abdome, que funcionam como ventosas para fixação da larva no substrato com a última exúvia larval (Figura 6 – A e B). A larva permanece imóvel, transformando-se em pupa aproximadamente 24 horas após entrar nesta fase.

Estas observações estão compatíveis com os resultados apresentados por Machado (1982), que estudou a morfologia de todas as fases de desenvolvimento de *C. conjugata* e *O. v-nigrum*.

Figura 6 - Pré-pupa de *H. axyridis* em vista lateral - A e dorsal - B

4.1.4 Pupa

A pupa é do tipo livre ou exarada (Figura 7) e a última exúvia larval permanece na região posterior do abdome. O corpo é convexo dorsalmente e arredondado com comprimento que varia de 3,8-6,2 mm e largura de 2,6-4,0 mm (n=15*). A coloração da pupa é bastante variável, podendo ser mais escura ou mais clara, apresentando ou não pequenas máculas negras, variável em número. Meso e metatórax apresentam os esboços das futuras asas. O abdome apresenta sete segmentos visíveis. Os espiráculos abdominais são arredondados, situados entre a base dos tergos abdominais e as pleuras. Entre os segmentos abdominais 3º-4º, 4º-5º e 6º-7º existem áreas membranosas o que, segundo Phuoc & Sther (1974), é uma característica exclusiva da subfamília Coccinellinae e permite maior movimentação do abdome. Machado (1982), estudando a morfologia de duas espécies de coccinelídeo: *C. conjugata* e *O. v-nigrum*, obteve resultados comparáveis aos aqui apresentados.

Figura 7 – Vista dorsal da pupa de *H. axyridis*

4.1.5 Adulto

Corpo ovalado, convexo, cabeça amarelo claro sem manchas, com duas filas longitudinais de pontos fracos ou um ponto de coloração negra no clipeo, às vezes se estendendo para o labro e a cabeça. O tamanho varia bastante de 4,7-6,6 mm de comprimento por 3,7-5,0 mm de largura, para as fêmeas ($n=15^*$) e 4,2-5,2 mm de

comprimento por 3,3-4,3 mm de largura para os machos ($n=15^*$). Antena e peças bucais marrons claras, pronoto branco, com quatro manchas negras ou pontos laterais que se juntam para formar uma marca em forma de “M”, que se estende até a margem anterior; ocasionalmente apresentam o centro do pronoto preto em formato trapezoidal. Antena clavada, com onze segmentos. Palpos maxilares com o último artículo dilatado e obliquamente truncado. Coloração dos élitros varia desde o marrom amarelado a vermelho intenso, com até dezenove máculas negras de tamanho e intensidade variáveis. Escutelo pequeno, de coloração amarelo clara. Abdome sésil, com seis urômeros visíveis. Pernas de coloração variando de marrom amareladas a negra. Estes resultados estão de acordo com os apresentados por Gordon & Vandenberg (1991) e Chapin & Brou (1991).

A sexagem dos indivíduos pode ser realizada de duas formas: através da observação dos últimos urosternitos abdominais ou por meio da observação do clipeo. No primeiro caso, os indivíduos do sexo feminino (Figura 8A) apresentam a margem mais externa dos dois últimos urosternitos praticamente retilínea, enquanto que os indivíduos do sexo masculino apresentam uma ondulação mediana acentuada na margem mais externa do penúltimo urosternito (Figura 8B). Para se proceder a sexagem por meio da observação do clipeo, deve-se observar se o mesmo apresenta qualquer pontuação de cor negra, podendo esta ser mais ou menos nítida. No caso da presença desta marcação de cor negra, trata-se de uma fêmea, pois os machos não possuem qualquer marcação nesta região da cabeça, apresentando o clipeo de cor totalmente branca. Características semelhantes foram apresentadas por Gordon (1971) para espécies do gênero *Zenoria* Mulsant.

Neste estudo foram obtidos 16 diferentes padrões de coloração dos adultos de *H. axyridis* (Figura 9) a saber: vermelho; vermelho com dezoito grandes máculas; amarelo com quatro pequenas máculas nas extremidades dos élitros; amarelo com doze pequenas máculas pouco nítidas; amarelo com dezesseis pequenas máculas pouco nítidas; amarelo com dez pequenas máculas; amarelo com doze pequenas máculas; amarelo com dezenove grandes máculas; amarelo com dezoito grandes máculas e pronoto com o centro de coloração negra em forma de trapézio; laranja com duas pequenas máculas nas

extremidades laterais dos élitros; laranja com dezesseis grandes máculas; laranja com dez pequenas máculas; laranja com quatorze pequenas máculas; laranja com doze máculas pequenas bem nítidas e uma pouco nítida; laranja com quatorze pequenas máculas.

No campo, foi coletado apenas um espécime de coloração laranja com dezoito grandes máculas e pronoto com o centro de coloração negra em forma de trapézio. Este padrão não foi observado em laboratório.

Joaninhas criadas em cinco diferentes temperaturas (18, 20, 22, 25 e 28°C) e submetidas à mesma dieta (ovos de *A. kuehniella* + pólen), não apresentaram nenhum padrão de coloração. Apenas a temperatura de 20°C ($\pm 2,0$) apresentou maior uniformidade em relação aos padrões de coloração. Todos os indivíduos oriundos desta temperatura apresentaram coloração amarela com número variável de máculas. Este resultado fornece indício de que a temperatura isoladamente não é um fator determinante da coloração dos indivíduos. Almeida & Silva (2002) obtiveram, em laboratório, doze diferentes padrões de coloração da joaninha, que variaram desde o amarelo com duas pequenas máculas negras, formas com maior número de máculas de maior tamanho, até formas alaranjadas a vermelhas, geralmente com dez pequenas a grandes máculas. O adulto recém-emergido (Figura 10) apresenta coloração branca, com os olhos e a marca em forma de “M” de cor negra e as pernas amarelo claras. Poucas horas após a emergência os adultos adquirem a coloração definitiva. Quando o inseto recém-emergido da pupa apresenta leves pontuações de cor cinza-clara, estas são correspondentes às futuras máculas.

Figura 8 - Vista ventral do abdome de *H. axyridis*. A – Fêmea; B – Macho

De acordo com Chapin & Brou (1991) já foram descritas mais de 100 padrões de diferentes de coloração para este coccinélídeo. Segundo Honek¹, citado por Koch (2003) esta diversidade de cores apresentada pela joaninha parece ser hereditário e está associada a séries de alelos múltiplos.

¹HONEK, A. Variability and genetic studies In: HODEK, I.; HONEK, A. (Ed.). *Ecology of Coccinellidae*. Wageningen: Kluwer Academic Press, 1996. p. 125-158.

Para Koch (2003) a dieta das larvas e a temperatura à qual é submetida a pupa também podem influenciar na coloração e na quantidade de máculas dos adultos.

Figura 9 - Diferentes padrões de coloração de *H. axyridis* observados no laboratório

Figura 10 - Adulto de *H. axyridis* recém-emergido

4.2 Técnicas de criação de *H. axyridis*

A mortalidade da fase de larva foi bastante elevada quando a individualização foi realizada com as larvas recém passadas para o segundo ínstar. O problema foi resolvido individualizando-as, no mesmo dia da eclosão. Com este procedimento, evitou-se o fator limitante, canibalismo. Quando a individualização era realizada um dia após a eclosão algumas larvas já haviam sofrido ataque de outras mais desenvolvidas durante o período em que estas permaneciam agrupadas sobre o córion. Hodek (1973) observou que as larvas de joaninhas recém-eclodidas alimentam-se de ovos inférteis e das larvas eclodidas tardiamente, saindo em busca de alimento preferencial, apenas no segundo dia. A eclosão das larvas de uma determinada massa de ovos nem sempre era simultânea, muitas vezes era intercalada por um período de algumas horas, possibilitando, desta forma, o ataque das larvas mais precoces às tardias, ou ainda aos ovos inférteis. Este fenômeno foi observado por Machado (1982).

4.3 Aspectos biológicos de *H. axyridis*

4.3.1 Ovo

Os ovos são colocados verticalmente e agrupados, ou raramente isolados. No laboratório, as posturas eram realizadas preferencialmente, nas páginas inferiores das folhas de citros, independente da idade das folhas, ou sobre as partes internas das gaiolas ou ainda nas paredes laterais do recipiente contendo pólen. O que fica evidente é que as posturas eram realizadas próximas da fonte de alimentação do inseto. Segundo Sasaji (1971) grande parte das espécies de coccinelídeos da subfamília Coccinellinae que são afidófagas, realizam suas posturas próximo às suas presas, colocando massas compactas de número variável de ovos de 5 a 50. Machado (1982) observou que *O. v-nigrum* realiza suas posturas, tanto nas folhas mais velhas, quanto nos brotos mais novos das árvores de sibipiruna (*Caesalpinia pelthophoroides* Benth.) onde predominam os psilídeos (sua presa).

A duração da fase de ovo a 25°C ($\pm 2,0$) e fotofase de 12 horas variou de dois a três dias. A umidade relativa da placa de petri contendo os ovos foi mantida por meio de um pedaço de algodão hidrófilo umedecido com água destilada. Machado (1982) observou uma duração da fase de ovo variando de dois a quatro dias para as espécies *O. v-nigrum* e *C. conjugata*.

A viabilidade desta fase ficou sempre próxima de 100%, apresentando uma variação de 81,30 a 95,32%. As características de forma, tamanho e coloração dos ovos já foram descritas no item 4.1.1.

4.3.2 Fase de larva

De maneira geral os coccinelídeos apresentam quatro instares larvais, entretanto, algumas espécies podem apresentar cinco (Machado, 1982). As larvas recém-eclodidas permanecem sobre os ovos e somente no segundo dia saem à procura de alimento. Conforme comentado no item técnicas de criação, as larvas, em seu primeiro dia de vida alimentam-se de ovos inférteis e de outras larvas. Segundo Hagen (1962), este primeiro alimento pode ser muito importante quando há pouca presa, aumentando assim as chances de sobrevivência do predador.

No decorrer deste estudo foi observado canibalismo durante a fase imatura, tornando-se mais evidente a partir do segundo instar larval. Machado (1982) também observou que o canibalismo é freqüente entre larvas de segundo, terceiro e quarto instares, ou mesmo na fase adulta, que muitas vezes alimenta-se de pré-pupas e pupas da própria espécie. Segundo Hodek (1973) o canibalismo é o principal obstáculo para produção massal de coccinelídeos. O mesmo autor indica este fenômeno como sendo de valor seletivo para as espécies.

Próximo à ecdise, a larva procura se fixar ao substrato através dos urogonfos e pára de se alimentar, permanecendo imóvel. Em poucas horas ocorre a troca de pele. Inicialmente, o novo tegumento apresenta-se de cor clara e vai escurecendo em seguida.

4.3.3 Fase de pré-pupa

Este período apresenta uma duração curta de aproximadamente 24 horas. Nesta fase, a larva madura de quarto ínstar cessa a alimentação, fixa os urogonfos em algum substrato, dobrando gradualmente seu corpo na região dorsal. Hodek (1973) relata que diversos autores consideram este período como intermediário entre o quarto ínstar e a pupa, embora nem todos levem em consideração esta fase do ciclo das joaninhas.

4.3.4 Fase de pupa

Embora fixa a um substrato, quando perturbada, a pupa realiza movimentos com o corpo, como forma de defesa mecânica contra possíveis inimigos naturais. Nesta fase do ciclo do inseto, a última exúvia larval permanece aderida na região posterior do corpo.

Segundo Machado (1982) em alguns casos a última exúvia larval pode permanecer cobrindo o corpo dos coccinelídeos. Este fenômeno pode estar relacionado com a presença de placas cerosas ou secreções farináceas, formadas sobre o seu corpo, durante o estágio larval.

4.3.5 Fase adulta

Os adultos, recém-emergidos, apresentam o corpo esbranquiçado, que escurece aos poucos até atingir a coloração definitiva em poucas horas. Os dados referentes à comparação do ciclo de vida ovo-adulto entre 10 machos e 10 fêmeas estão representados na Tabela 1.

Os resultados obtidos neste trabalho estão próximos aos apresentados por Koch (2003). Segundo aquele autor, a joaninha apresentou os seguintes períodos de duração em dias para cada fase de desenvolvimento: ovo 2,8; primeiro 2,5; segundo 1,5; terceiro 1,8; quarto ínstar 4,4 e pupa 4,5, quando alimentadas com *Acyrtosiphon pisum* a 26°C.

Os dados relacionados à longevidade de machos e fêmeas, período de pré-oviposição, de oviposição e número de ovos por fêmea de *H. axyridis* estão descritos no item tabela de vida de fertilidade.

Tabela 1. Duração média em dias, das fases de ovo, larva, pré-pupa e pupa de machos e fêmeas de *H. axyridis* a 25 °C ($\pm 2,0$) e fotofase de 12 horas, alimentadas com *T. citricida*

	Ovo	Larva				Pré-pupa	Pupa	Total	N*
		1º instar	2º instar	3º instar	4º instar				
♂	2,9	2,1	2,1	2,6	4,5	1	4,7	19,9	10
♀	3,0	2,0	2,4	2,4	5,0	1	4,4	20,2	10

N* representa o número de indivíduos observados.

Não houve diferença significativa, pelo teste de Tukey, aos níveis de 1 e 5% de probabilidade para quaisquer dos parâmetros analisados.

4.4 Exigências térmicas

Devido a falta de trabalhos relacionados às exigências térmicas com a joaninha asiática multicolorida, as discussões aqui apresentadas foram realizadas com base em trabalhos desenvolvidos com outras espécies de Coccinellinae, predadoras de afídeos. Apenas *Scymnus frontalis* (F.) pertence a subfamília Scymninae. O presente trabalho foi realizado utilizando-se dieta alternativa para joaninhas, diferindo da maioria dos estudos de exigências térmicas para coccinelídeos, onde foram utilizadas espécies de pulgões para alimentação dos predadores.

4.4.1 Fase de ovo

A duração do período embrionário de *H. axyridis* foi influenciada pela temperatura. Este período apresentou uma variação de 2,17 a 6,40 dias, entre 18 e 28°C, respectivamente, apresentando um padrão decrescente nesta faixa (Tabela 2).

Este padrão observado no presente trabalho foi de maneira geral, semelhante àquele observado para outras espécies de coccinelídeos *Coleomegilla maculata* (De Geer) (Obrycki & Tauber, 1978), *Eriopis connexa* Mulsant (Miller & Paustian, 1992), *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Butler Jr. & Dickerson, 1972; Obrycki & Tauber, 1982; Miller, 1992), *Hippodamia parenthesis* (Say) (Orr & Obrycki, 1990).

A viabilidade dos ovos variou de 81,30% a 20°C a 95,32% a 22°C. Não houve diferença estatística entre as temperaturas (Tabela 3). Os resultados não apresentam relação constante com a temperatura, uma vez que a 20 e 28°C a viabilidade foi de 81,30 e 82,06%, respectivamente. Apesar da variação numérica, não houve significância estatística. Esta diferença em números apresentada pode estar relacionada com a desuniformidade das idades das fêmeas que realizaram as posturas, devido à dificuldade de se obter várias joaninhas de mesma idade. A viabilidade dos ovos de *H. axyridis* neste trabalho apresentou resultado superior aos relatados por Naranjo e colaboradores (1990) que obtiveram 70, 76, 78 e 75% de viabilidade para o período embrionário de *Scymnus frontalis* (F.) nas temperaturas de 15,0; 18,7; 26,2 e 30,0 °C ($\pm 5,0$) respectivamente.

Para a fase de ovo, a temperatura base (Tb) foi de 13,15°C e a respectiva constante térmica foi de 33,24 graus-dia (GD). O coeficiente de determinação (R^2) foi de 98,11%, o qual oferece confiabilidade aos resultados obtidos (Tabela 4). Os coccinelídeos *Coleomegilla maculata* e *H. convergens* apresentaram os seguintes valores de temperatura base (Tb) e constante térmica da fase de ovo, utilizando fotofase de 16 horas: 11,3°C ($\pm 0,9$); 40,2GD ($\pm 1,8$) e 10,3°C ($\pm 1,2$); 44,2GD ($\pm 2,1$) respectivamente (Obrycki & Tauber, 1978; Obrycki & Tauber, 1982). Orr & Obrycki (1990) obtiveram os seguintes valores de temperatura base (Tb) e constante térmica para o período embrionário de *H. parenthesis*: 9,9°C ($\pm 2,06$) e 42,1GD ($\pm 3,38$), quando os insetos foram criados em 5 temperaturas (14, 18, 22, 26 e 30°C $\pm 1,0$) com fotoperíodo de 16 horas.

4.4.2 Fase de larva

Para a fase larval de *H. axyridis*, verificou-se, assim como para o período embrionário, que a duração variou em função da temperatura (Tabela 2). Com a elevação da temperatura, houve uma diminuição na duração desta fase, dentro do intervalo de 18 a 28°C, sendo que nesta faixa as temperaturas de 18 e 20°C diferiram estatisticamente das demais. Padrão de variação da duração da fase de larva semelhante a este foi observado por Butler Jr. & Dickerson (1972) e Miller (1992) que estudaram as exigências térmicas de *H. convergens*. Naranjo e colaboradores (1990) obtiveram os seguintes resultados para duração, em dias, da fase de larva do coccinelídeo *S. frontalis* alimentados com o pulgão *Diuraphis noxia* (Mordvilko): 28,7; 17,1; 8,2 e 6,5 quando criados a 15,0; 18,7; 26,2 e 30,0°C respectivamente. Estes valores de duração, para a fase de larva são inferiores aos apresentados no presente trabalho, possivelmente devido à dieta utilizada (afídeo) e ao fotoperíodo de 15 horas.

A temperatura de 22°C apresentou maior viabilidade (74,15%) diferindo estatisticamente das demais temperaturas estudadas. Orr & Obrycki (1990) e Miller & Paustian (1992) também obtiveram melhores resultados de viabilidade de *H. parenthesis* e *E. connexa*, respectivamente, na temperatura de 22°C. A temperatura de 18°C apresentou a menor viabilidade (7,48%), entretanto, não diferiu estatisticamente das temperaturas de 25 e 28°C (Tabela 3). Orr & Obrycki (1990) obtiveram os seguintes resultados de viabilidade para *H. parenthesis* 34,09; 33,00; 59,90; 43,56 e 38,18% quando as joaninhas foram criadas nas temperaturas de 14, 18, 22, 16 e 30°C respectivamente com fotofase de 16 horas. Naranjo e colaboradores (1990) apresentaram os resultados de 41, 81, 20, 84, 87 e 77% de viabilidade de *S. frontalis* para as temperaturas de 15,0; 18,7; 26,2 e 30,0°C ($\pm 0,3$) respectivamente alimentados com o pulgão *D. noxia*. Miller & Paustian (1992) apresentaram os resultados de 95,2; 95,2; 96,4; 95,5 e 92,8% de viabilidade, para a fase de larva de *E. connexa*, quando a joaninha foi criada a 18, 20, 22, 24 e 26°C alimentadas com os pulgões *D. noxia* e *R. padi* e fotofase de 16 horas.

Para a fase de larva, a temperatura base (T_b) foi de 10,13°C e a constante térmica foi de 273,30 graus-dia (GD). O elevado valor do coeficiente de determinação ($R^2=95,30\%$) indica a confiabilidade dos valores obtidos. Estes resultados indicam que a temperatura base da joaninha foi um pouco menor que a do período embrionário. Miller & Paustian (1992) estudaram as exigências térmicas de *E. connexa* e obtiveram os seguintes resultados para a fase de larva alimentada com duas espécies de pulgão e fotofase de 16 horas: temperatura base de desenvolvimento (T_b) 9,9°C ($\pm 0,01$) e constante térmica 141,0GD ($\pm 3,9$). Miller (1992) obteve 12,9°C ($\pm 0,7$) para temperatura base de desenvolvimento e 125GD ($\pm 5,8$) para constante térmica da fase de larva de *H. convergens* alimentada com os afídeos *D. noxia* e *R. padi*, fotoperíodo de 16 horas e umidade relativa de 50-70%. O valor da constante térmica (K) da fase de larva de *H. axyridis* apresentado no presente estudo, difere dos obtidos pelos autores supra citados provavelmente devido à qualidade nutricional da dieta oferecida.

4.4.3 Fase de pupa

Para efeito de cálculo de duração e viabilidade da fase de pupa de *H. axyridis*, a fase de pré-pupa foi incorporada neste período de desenvolvimento do inseto. A duração da fase de pupa da joaninha asiática multicolorida apresentou uma relação inversamente proporcional à temperatura, ou seja, quanto menor a temperatura, maior a duração desta fase. A 18°C o período de pupa foi de 12 dias enquanto a 28°C este período foi de apenas 4 dias. Todas as temperaturas estudadas apresentaram resultados significativamente diferentes para duração deste período (Tabela 2). O percentual de pupas mal formadas foi sempre baixo, nas temperaturas estudadas. Segundo Butler & Dickerson (1972) a joaninha *H. convergens* apresentou duração da fase de pupa variando de 2,6 a 11,9 dias entre as temperaturas de 15 a 37,2°C, quando as larvas foram alimentadas com ovos de *Sitotoga cerealella* (Oliver). Orr & Obrycki (1990) obtiveram duração de 14,9 ($\pm 0,6$); 8,3 ($\pm 0,4$); 5,3 ($\pm 0,2$); 3,8 ($\pm 0,2$); 2,9 dias ($\pm 0,1$) nas temperaturas de 14, 18, 22, 26 e 30°C respectivamente, para *H. parenthesis* alimentadas com *A. pisum* e fotofase de 16 horas. Miller & Paustian (1992) apresentaram os seguintes resultados para duração da fase de

pupa de *E. connexa* 7,5; 6,3; 4,0; 3,1; 2,8 e 2,3 dias, quando as joaninhas foram criadas nas temperaturas de 14, 18, 22, 26, 32 e 34°C, respectivamente, alimentadas com os afídeos *D. noxia* e *R. padi* e fotofase de 16 horas. Os valores da duração da fase de pupa de *H. axyridis* foram um pouco superiores aos apresentados pelos autores anteriormente citados, provavelmente devido às diferenças da dieta oferecida na fase anterior e a fotofase utilizada.

Assim como no período larval, a maior viabilidade para a fase de pupa foi observada na temperatura de 22°C, diferindo estatisticamente das demais temperaturas. A 18°C foi observada a menor viabilidade para esta fase (Tabela 3). Segundo Miller & Paustian (1992) o coccinelídeo *E. Connexa* criado com os pulgões *D. noxia* e *R. padi* e fotofase de 16 horas apresentou 100% de viabilidade na fase de pupa. A espécie *H. parenthesis* apresentou viabilidades de 91, 93, 57, 75 e 75% quando criada nas temperaturas de 14, 18, 22, 26 e 30°C respectivamente (Orr & Obrycki, 1990). Segundo Naranjo e colaboradores (1990) o coccinelídeo *S. frontalis* apresentou viabilidades de 100, 98, 100 e 100% para a fase de pupa, quando criado nas temperaturas de 15,0; 18,7; 26,2 e 30,0°C ($\pm 0,3$) respectivamente, alimentado com *D. noxia*. Os resultados obtidos pelos autores citados são superiores aos apresentados no presente trabalho, possivelmente devido a alguma carência nutricional da dieta utilizada para alimentação da joaninha *H. axyridis*, quando comparada à presa natural dos coleópteros. Outro fator que pode ter influenciado tal diferença foi a fotofase utilizada.

O valor da temperatura base (T_b) para a fase de pupa foi de 13,30°C e a respectiva constante térmica foi de 60,59 graus-dia (GD) (Tabela 4). O elevado valor do coeficiente de determinação ($R^2=97,37\%$) indica a confiabilidade dos valores obtidos. Naranjo e colaboradores (1990) obtiveram resultados de 11,8°C ($\pm 0,3$) e 89,1GD ($\pm 0,5$) para temperatura base de desenvolvimento e constante térmica de *S. frontalis* alimentada com *D. noxia*, umidade relativa de 60% (± 10) e fotofase de 14 horas. Segundo Orr & Obrycki (1990) o coleóptero *H. parenthesis* apresentou 10,6°C ($\pm 1,0$) e 57,9GD ($\pm 2,3$) para temperatura base de desenvolvimento e constante térmica respectivamente, quando alimentado com *A. pisum* e 16 horas de fotofase. A joaninha *C. maculata* apresentou temperatura base de desenvolvimento de 10,2°C ($\pm 1,1$) e constante térmica de 48,8GD

($\pm 4,9$), quando alimentados com os pulgões *A. pisum* e *M. persicae* e submetidos a fotofase de 16 horas (Obrycki & Tauber, 1978). A joaninha *H. convergens* apresentou temperatura base de desenvolvimento de $12,0^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1,2$) e constante térmica de $54,4\text{GD}$ ($\pm 2,6$) quando alimentada com *A. pisum* e *M. persicae* e 16 horas de fotofase (Obrycki & Tauber, 1982). O valor da constante térmica para a fase de pupa de *H. axyridis*, obtido no presente estudo foi um pouco superior aos apresentados pelos autores acima citados, possivelmente devido à qualidade nutricional da dieta utilizada. Outro fator que pode ter influenciado nesta diferença de valores é a adição do período de pré-pupa nesta fase de desenvolvimento do inseto, enquanto alguns autores a consideraram isoladamente ou incorporada ao 4º instar larval.

4.4.4 Ciclo total (ovo – adulto)

A duração do ciclo (ovo-adulto) de *H. axyridis*, assim como nas diferentes fases de desenvolvimento do inseto, apresentou-se inversamente proporcional a temperatura, na faixa estudada. A 18°C o ciclo total do coccinelídeo foi de 47,25 dias, enquanto a 28°C foi de 21,34 dias. As temperaturas de 18 e 20°C apresentaram diferença significativa das demais (Tabela 2). O coccinelídeo *H. convergens* apresentou duração de 60,1 ($\pm 2,7$); 36,8 ($\pm 2,0$); 24,9 ($\pm 1,6$); 19,8 ($\pm 0,9$); 15,8 ($\pm 0,6$) e 12,9 dias ($\pm 0,6$) para o ciclo total nas temperaturas de 15,6; 18,3; 21,1; 24,0; 26,7 e $29,4^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1,0$) respectivamente, quando alimentados com *M. persicae* e *A. pisum* e 16 horas de fotofase (Obrycki & Tauber, 1982). A mesma espécie de coleóptero apresentou duração de 50,1 ($\pm 1,4$); 28,8 ($\pm 0,2$); 18,0 ($\pm 0,2$); 13,5 ($\pm 0,1$) e 11,4 dias ($\pm 0,2$) nas temperaturas de 17, 21, 25, 29 e 33°C respectivamente, quando alimentado com *D. noxia* e *R. padi* e submetido a fotofase de 16 horas (Miller, 1992). Segundo Michels Jr. & Behle (1991) outra espécie do mesmo gênero *Hippodamia sinuata* apresentou 28,7 ($\pm 5,8$); 18,4 ($\pm 3,4$); 12,8 ($\pm 3,0$) e 13,1 dias ($\pm 0,3$) de duração do ciclo total nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C respectivamente, alimentada com duas espécies de afídeos e fotofase de 16 horas. Miller & Paustian (1992) obtiveram os seguintes resultados de duração do ciclo total da espécie *E. connexa* alimentada com os afídeos *D. noxia* e *R. padi* e submetida a fotofase de 16 horas: 53,3

($\pm 2,2$); 32,4 ($\pm 1,5$); 18,6 ($\pm 1,2$); 14,3 ($\pm 1,0$); 12,7 ($\pm 1,1$) e 10,9 dias ($\pm 0,9$) nas temperaturas de 14, 18, 22, 26, 32 e 34°C respectivamente. *S. frontalis* apresentou duração do ciclo total (ovo-adulto) de 79,7 ($\pm 0,6$); 45,3 ($\pm 0,2$); 21,4 ($\pm 0,1$) e 17,2 dias ($\pm 0,1$) as temperaturas de 15,0; 18,7; 26,2 e 30,0°C, respectivamente. Os valores da duração do ciclo total (ovo-adulto) obtidos no presente estudo foram superiores aos apresentados pelos autores citados, provavelmente devido a alguma carência nutricional da dieta em que as joaninhas *H. axyridis* foram criadas, quando comparadas à dieta natural. Outro fator que pode ter influenciado nesta diferença foi a fotofase utilizada.

A viabilidade apresentou maior valor a 22°C (75,49%), diferindo estatisticamente das demais. A menor viabilidade foi observada a 18°C (31,58%) (Tabela 3). Estes resultados sugerem que a joaninha asiática multicolorida esteja em fase de adaptação as condições climáticas da Região de Piracicaba - São Paulo, onde os indivíduos foram coletados. A viabilidade de *E. connexa* (de 1º instar-adulto) foi de 67; 95; 95,5; 64; 95,5; 93; 82 e 86% as temperaturas de 14, 18, 20, 22, 24, 26, 30 e 34°C respectivamente, quando alimentadas com duas espécies de afídeos e fotofase de 16 horas (Miller & Paustian, 1992). A joaninha *S. frontalis* apresentou viabilidades de 26, 58, 57 e 39% nas temperaturas de 15,0; 18,7; 26,2 e 30,0°C ($\pm 0,3$) respectivamente, quando alimentadas com *D. noxia* e submetidas a fotofase de 14 horas e umidade relativa de 60% (± 10) (Naranjo et al., 1990).

O valor da temperatura base (T_b) para o ciclo total (ovo-adulto) de *H. axyridis* foi de 11,07°C e a respectiva constante térmica foi de 60,59 graus-dia (GD) (Tabela 4). O elevado valor do coeficiente de determinação ($R^2=97,51\%$) indica a confiabilidade dos valores obtidos. Naranjo e colaboradores (1990) obtiveram 11,7°C ($\pm 0,1$) de temperatura base de desenvolvimento e 312,2GD ($\pm 1,0$) de constante térmica para o ciclo total de *S. frontalis* alimentada com *D. noxia*, fotofase de 14 horas e umidade relativa de 60% (± 10). O coccinelídeo *H. parenthesis* apresentou temperatura base de desenvolvimento de 10,8°C ($\pm 1,1$) e constante térmica de 234,8GD ($\pm 10,0$) quando alimentado com *A. pisum* e submetido a fotofase de 16 horas (Orr & Obrycki, 1990). *C. maculata* apresentou as seguintes exigências térmicas para desenvolvimento: 11,3°C ($\pm 0,6$) de temperatura base de desenvolvimento e 235,8GD ($\pm 0,7$) de constante térmica, quando alimentada com duas

espécies de pulgão e submetidas a fotofase de 16 horas (Obrycki & Tauber, 1978). Segundo Miller & Paustian (1992) *E. connexa* apresentou 9,2°C ($\pm 0,01$) de temperatura base de desenvolvimento e 259,1GD ($\pm 8,2$) de constante térmica para o ciclo total (ovo-adulto), quando alimentada com duas espécies de afídeos e submetida a fotofase de 16 horas.

Segundo Nava (2005), o limiar térmico inferior de desenvolvimento diminui com o aumento da latitude. No entanto, outros fatores como a altitude, também devem ser levados em consideração para a classificação dos insetos quanto às exigências térmicas, uma vez que a temperatura diminui com o aumento da altitude. A alimentação (Zeiss et al., 1996) e a origem geográfica (Bleicher & Parra, 1989) também influenciam na determinação das exigências térmicas.

A velocidade de desenvolvimento, em função da temperatura, ajustou-se ao modelo linear obtido através da recíproca da equação da hipérbole (Haddad et al., 1999) em todas as fases de desenvolvimento do inseto (ovo, larva e pupa) e para o ciclo total (ovo – adulto) (Figuras 11 e 12).

Tabela 2. Duração média ($\pm$ DPM) (dias) e intervalo de variação das fases de ovo, larva, pupa e do ciclo biológico (ovo-adulto) de *H. corydis* alimentadas com ovos de *A. kuehniella* + pólen em diferentes temperaturas. Fotofase de 12 horas

Temperatura (°C)	Fase de ovo	Fase de larva	Fase de pupa	Ciclo biológico
18	6,40 $\pm$ 0,18 a (6,00-6,90)	31,00 $\pm$ 2,51 a (25,00-43,00)	10,80 $\pm$ 0,80a (10,00-12,00)	47,25 $\pm$ 3,45 a (43,80-50,70)
20	5,17 $\pm$ 0,17 b (5,00-6,00)	30,48 $\pm$ 1,34 a (28,50-34,40)	9,91 $\pm$ 0,24 a (9,50-10,43)	45,63 $\pm$ 1,30 a (43,00-48,90)
25	3,00 c (3,00)	16,92 $\pm$ 1,68 b (11,00-20,00)	5,57 $\pm$ 0,17 b (5,00-6,00)	25,48 $\pm$ 1,76 b (19,40-29,00)
28	2,17 $\pm$ 0,17 d (2,00-3,00)	15,94 $\pm$ 1,05 b (12,00-18,00)	4,00 c (4,00)	21,33 $\pm$ 1,67 b (18,00-23,00)

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 3. Viabilidade média ($\pm$ DPM) (%) e intervalo de variação das fases de ovo, larva, pupa e do ciclo biológico (ovo-adulto) de *H. axyridis* alimentadas com ovos de *A. kuehniella* + pólen em diferentes temperaturas. Fotofase de 12 horas

Temperatura (°C)	Fase de ovo	Fase de larva	Fase de pupa	Ciclo biológico
18	89,78 $\pm$ 3,59 a (75,00-100,00)	7,48 $\pm$ 1,49 a (5,60-10,53)	6,12 $\pm$ 0,57 a (5,56-6,70)	0,31 $\pm$ 0,03a (0,23-0,70)
20	81,30 $\pm$ 3,80 a (65,00-90,00)	38,34 $\pm$ 8,18 b (15,40-50,00)	33,94 $\pm$ 6,07 b (16,70-43,75)	10,82 $\pm$ 3,64 a (1,67-19,69)
22	95,32 $\pm$ 6,45 a (60,00-100,00)	74,15 $\pm$ 4,98 c (59,00-85,00)	61,86 $\pm$ 5,01 c (45,00-80,00)	41,06 $\pm$ 6,75 b (15,93-68,00)
25	89,28 $\pm$ 3,07 a (80 - 95)	21,16 $\pm$ 3,89 a b (12,00-37,50)	16,13 $\pm$ 4,12 a b (5,60-31,25)	3,25 $\pm$ 1,36 a (0,54-11,13)
28	82,06 $\pm$ 2,79 a (80,00-90,00)	11,91 $\pm$ 3,11 a (5,60-21,50)	9,07 $\pm$ 3,97 a (5,60-17,65)	0,96 $\pm$ 0,74 a (0,25-3,41)

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 4. Temperatura base (Tb), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R^2) das diferentes fases do ciclo biológico de *H. axyridis*

Fase/ Período	Temperatura base (°C)	Constante térmica (GD)	Equação da velocidade de desenvolvimento (1/D)	Coeficiente de determinação (%)
Ovo	13,28	33,11	$0,030203x - 0,401164$	98,34
Larva	9,35	286,71	$0,003488x - 0,032619$	94,00
Pupa	12,97	62,80	$0,015923x - 0,206479$	96,74
Ovo - adulto	11,07	361,62	$0,002765x - 0,030615$	97,51

Figura 11 - Curva de velocidade de desenvolvimento para a fase de ovo (A) e de larva (B) de *H. axyridis*, alimentada com ovos de *A. kuehniella* + pólen em diferentes temperaturas. Fotofase de 12 horas

Figura 12 - Curva de velocidade de desenvolvimento para a fase de pupa (A) e do ciclo biológico (ovo-adulto) (B) de *H. axyridis*, alimentada com ovos de *A. kuehniella* + pólen em diferentes temperaturas. Fotofase de 12 horas

4.5 Comparação de dietas natural e alternativa por meio de tabela de vida de fertilidade

O valor de R_0 (taxa líquida de reprodução) que representa o número de vezes que a população aumenta a cada geração foi maior quando o inseto foi criado em colônias de *T. citricida*. De acordo com os resultados obtidos, cada geração de *H. axyridis*, alimentada com pulgão, apresenta um potencial para aumentar 13,6 ou aproximadamente 14 vezes, enquanto que a população alimentada com pólen + ovos de *A. kuehniella* apresenta um potencial para aumentar apenas 5,7 ou aproximadamente seis 6,0 vezes (Tabela 5). O período médio de uma geração (T) para a população alimentada com a dieta alternativa, foi praticamente o dobro do apresentado pela população de *H. axyridis* alimentada com pulgão. Este fato sugere que a dieta alternativa nutricionalmente é mais pobre que a natural (Tabela 5). A razão finita de aumento (λ) que representa o número de indivíduos adicionados à população por fêmeas que darão fêmeas, foi maior na população alimentada com *T. citricida* do que a população alimentada com dieta alternativa.

De acordo com os resultados obtidos em todos os parâmetros analisados pela tabela de vida de fertilidade, a dieta alternativa testada apresentou resultados inferiores à dieta natural. Estes resultados mostram que ao iniciar-se uma criação de *H. axyridis* com 10 indivíduos alimentados com pulgão, ao término de um período de aproximadamente 44 dias a população deverá totalizar 137 insetos. A população alimentada com pólen + ovos de *A. kuehniella* deverá atingir o total de 57 joaninhas, ao término de um período de 85 dias.

A capacidade inata de aumentar em número (r_m), que representa a razão infinitesimal de aumento populacional mostra que o crescimento foi maior na população alimentada com pulgão que na população alimentada com a dieta alternativa (pólen + ovos de *A. kuehniella*). Segundo Silveira Neto et al. (1976) essa inata capacidade para aumentar em número é definida como a máxima razão de aumento obtido por uma população de distribuição de idade fixa, em qualquer combinação dos fatores físicos do tempo, em condições ótimas de espaço, alimentação e influência intra-específica, excluindo a influência inter-específica. Para Rabinovich (1978), r_m é um parâmetro

geneticamente determinado, intrínseco da espécie, que reflete na capacidade potencial de multiplicação da população. Como a pesquisa foi realizada apenas por uma geração, recomenda-se que sejam realizados estudos por gerações sucessivas, para que os insetos se adaptem ao meio e possam realmente refletir os efeitos das dietas analisadas.

Não foi observada diferença quanto a duração da fase de larva, pré-pupa e de pupa, quando comparadas as duas dietas, natural e alternativa. A longevidade média dos adultos (97,01 dias) assim como o período de pré-oviposição foi maior na população alimentada com a dieta alternativa (Tabela 6). O número de ovos por fêmea foi significativamente maior na população alimentada com pulgão. Este fato ocorreu possivelmente devido a alguma carência nutricional na dieta alternativa. As duas populações seguem o modelo de Distribuição de Weibull (Figuras 13 A e B).

Segundo Garcia (1991) pólen e néctar são complementares à dieta dos predadores. Desta forma, a presença destas fontes de recursos próximas à área de ocorrência de insetos presa, pode favorecer a manutenção de populações de insetos carnívoros.

A população alimentada com pulgão apresentou um ritmo de postura diário mais uniforme, quando comparada à população alimentada com dieta alternativa. Esta última apresentou um período de 30 dias, sem que houvesse postura. Na população alimentada com dieta natural houve uma maior quantidade de ovos nos primeiros 20 dias, enquanto que na alimentada com a dieta alternativa observou-se que praticamente 100% das posturas foram realizadas entre o 39 e 73º dias. O ritmo de postura das duas populações está representado nas Figuras 14 A e B.

Embora a mortalidade do ciclo total (ovo-adulto) na população alimentada com a dieta alternativa, tenha apresentado um baixo valor, o período embrionário e a fase larval apresentaram valores elevados de mortalidade (Tabela 7). O período de desenvolvimento embrionário possivelmente pode ter sofrido interferência do fotoperíodo, da umidade no interior do recipiente ou simplesmente da idade das fêmeas que realizaram as posturas. Na fase larval, houve possibilidade de alguma carência nutricional na dieta testada.

Lanzoni et al (2004) obtiveram os seguintes resultados para tabela de vida de fertilidade de uma população de *H. axyridis* alimentada com *M. persicae* a 25 ($\pm 1,0^\circ\text{C}$), umidade relativa variando de 60-80% e fotofase de 16 horas: taxa líquida de reprodução

(R_o) = 26,27 e um período médio de uma geração (T) = 38,81 dias. Ainda segundo o mesmo autor, *H. axyridis* apresentou um período de desenvolvimento de aproximadamente 19,8 dias, período de pré-oviposição de 7,4 dias ($\pm 0,3$), de oviposição 13,7 dias ($\pm 2,3$), 560,5 ovos ($\pm 100,5$) por fêmea, longevidade de 27,5 dias ($\pm 2,6$) para os adultos e uma razão sexual de 0,39. Neste trabalho os autores adotaram a seguinte metodologia: oito casais de *H. axyridis* foram colocados separadamente, em recipientes cilíndricos de 9,0 cm de diâmetro por 28,5 cm de altura, alimentados diariamente com *M. persicae* e como substrato de oviposição foi utilizado um pedaço de parafilme. Quando comparada a duas outras espécies de Coccinellidae (*H. variegata* e *A. bipunctata*) introduzidas na Itália, *H. axyridis* apresentou maior período de pré-oviposição e menor de oviposição (Lanzoni et al., 2004).

Abdel-Salam & Abdel-Baky (2001) estudaram os efeitos da alimentação realizada com ovos de *S. cerealella* submetidos e não a refrigeração em populações de *H. axyridis* a 27,0°C ($\pm 1,0$), 75,0% ($\pm 5,0$) de umidade relativa e fotofase de 16 horas. Neste trabalho os autores dividiram os predadores em quatro tratamentos: 10 machos e 10 fêmeas; 20 machos e 20 fêmeas; 30 machos e 30 fêmeas. Cada tratamento com quatro repetições. Foram utilizados recipientes plásticos de 24 X 16 X 11 cm para cada repetição. Como substrato de oviposição foi utilizado papelão corrugado. Os autores obtiveram os seguintes resultados: taxa líquida de reprodução (R_o) = 289,11; período médio de uma geração em dias (T) = 37,87; período de pré-oviposição de 8,1 dias ($\pm 0,31$); longevidade de 47,5 dias ($\pm 1,31$) para macho e 62,2 dias ($\pm 2,70$) para fêmea; 715,3 ovos ($\pm 33,62$) por fêmea, para a população alimentada com ovos frescos de *S. cerealella*. Enquanto a população alimentada com ovos de *S. cerealella* submetidos a refrigeração apresentou: taxa líquida de reprodução (R_o) = 234,96; período médio de uma geração em dias (T) = 45,04; período de pré-oviposição de 9,5 dias ($\pm 0,52$); longevidade de 43,9 dias ($\pm 2,05$) para macho e 61,6 dias ($\pm 3,09$) para fêmea e 606,6 ovos ($\pm 21,87$) por fêmea. Segundo os mesmos autores, as dietas artificiais desenvolvidas para diversas espécies de coccinelídeos predadores, permitem o desenvolvimento de larvas e adultos, porém ainda não são suficientes para uma produção massal destes insetos.

Tabela 5. Taxa líquida de reprodução (R_0), duração média de uma geração em dias (T), razão finita de aumento (λ) de *H. axyridis*, em dietas natural e alternativa. Temperatura de 25°C ($\pm 2,0$), umidade relativa de 60% (± 15) e fotofase de 12 horas

Dietas	R_0	T	λ
Alternativa	5,7	85,0	1,0206
Natural	13,7	43,5	1,0619

Tabela 6. Longevidade média da população, período de pré-oviposição, número médio de ovos por fêmea e razão sexual de *H. axyridis* criada em dietas natural e alternativa. Temperatura de 25°C ($\pm 2,0$), umidade relativa de 60% (± 15) e fotofase de 12 horas

	Longevidade	IC (5%)****				
	(dias)	Pré-oviposição (dias)	Ovos/♀***	LS	LI	Razão Sexual
	(♂+♀)					
Dieta Alternativa	97,01*	14	18,26a	16,07	20,45	0,43
Dieta Natural	34,25**	8	333,93b	174,88	492,98	0,67

* $\chi^2 = 0,131$ (ns) o modelo segue a Distribuição de Weibull;

** $\chi^2 = 2,857$ (ns) o modelo segue a Distribuição de Weibull;

*** Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si de acordo com o intervalo de confiança, ao nível de 5% de probabilidade;

**** I.C.: intervalo de confiança, LI: limite inferior, LS: limite superior.

Tabela 7. Índices de mortalidade de uma população de Southwood (Silveira Neto et al., 1976), em população de *H. axyridis* alimentada com ovos de *A. kuehniella* + pólen a 25°C ($\pm 2,0$), UR de 65% (± 15) e fotofase de 12 horas

	Nº de Indivíduos vivos (L_x)	Nº de Indivíduos mortos (D_x)	Mortalidade			Mortalidade/ sobrevivência
			aparente (d_a)	real (d_r)	indispensável (d_i)	
Ovo	55	13	24	24	05	0,31
Larva	42	24	57	44	20	1,33
Pupa	18	10	56	18	18	1,25
Adulto	08	-	-	-	-	-

Figura 13 - Sobrevivência de populações de *H. axyridis* em dietas alternativa (A) e natural (B). Valores observados e estimados pela equação de Weibull. T: $25^{\circ}\text{C} \pm 2,0$; UR: $60\% \pm 15$ e fotofase de 12 horas

Figura 14 - Ritmo de postura de *H. axyridis*, alimentada com *T. citricida* (A) e com ovos de *A. kuehniella* + pólen (B), a temperatura de 25°C ($\pm 2,0$), UR de 60% (± 15) e fotofase de 12 horas

4.6 Capacidade de consumo de *T. citricida* por *H. axyridis*

Os resultados de consumo de *T. citricida* por larvas de 4º instar, machos e fêmeas adultos de *H. axyridis* estão representados na Tabela 8.

As fêmeas apresentaram uma maior capacidade de consumo de afídeos que os machos e as larvas de 4º instar. Este resultado, provavelmente está relacionado ao maior requerimento de nutrientes necessários para produção de ovos.

Segundo Koch (2003) o número de afídeos consumidos pelos estágios imaturos de *H. axyridis* pode variar de 90 a 370 dependendo da espécie de pulgão. Ainda segundo o mesmo autor, os indivíduos adultos do predador podem consumir de 15 a 65 hemípteros por dia e as fêmeas consomem maior quantidade que os machos.

Michels Jr & Behle (1991) observaram que as larvas de 4º instar de *Hippodamia sinuata* Mulsant, criadas a temperatura constante de 25°C consomem em média 183,4 pulgões *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) e 183,8 *Schizaphis graminum* (Rondani).

Tabela 8. Quantidade média diária de pulgões predados por larvas de 4º instar, machos e fêmeas adultos de *H. axyridis*

Nº de indivíduos	Fase	Pulgões predados diariamente*	Variação
10	Fêmea adulta	20,43a	15,30 - 27,74
10	Macho adulto	14,89b	6,70 - 22,5
10	Larva (4º instar)	10,95b	8,30 - 15,17

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade;

Coeficiente de variação = 23,66%

5 CONCLUSÕES

- A joaninha asiática multicolorida *H. axyridis* realiza suas posturas próximas a colônia de sua presa;
- O predador *H. axyridis* apresenta quatro ínstares larvais, sendo que cada um deles apresenta características morfológicas marcantes, pelas quais se pode reconhecer o ínstar em que o inseto se encontra;
- A sexagem dos indivíduos adultos pode ser facilmente realizada, observando-se apenas a coloração do clipeo. Caso este apresente alguma mancha de cor negra, trata-se de uma fêmea. Os machos apresentam esta região de cor inteiramente branca;
- Para o desenvolvimento de criação, em condições de laboratório, as larvas de *H. axyridis* devem ser individualizadas um dia após a eclosão, para evitar o canibalismo. O ideal é que as larvas sejam mantidas em recipientes com espaço suficiente para permitir sua locomoção e com um pedaço de papelão corrugado para servir de abrigo;
- A viabilidade do período embrionário do coccinelídeo não sofreu influência da temperatura na faixa térmica estudada (18, 20, 22, 25 e 28°C). As demais fases do desenvolvimento do inseto apresentaram diferentes valores para este parâmetro biológico. A temperatura de 22°C apresenta os melhores resultados;
- A duração das diferentes fases de desenvolvimento de *H. axyridis* apresenta diferenças relacionadas à temperatura. De modo geral, há uma tendência ao aumento do valor deste parâmetro biológico com a diminuição da temperatura;

- O limite térmico inferior de desenvolvimento de *H. axyridis* para a fase de ovo, larva, pupa e para o período ovo – adulto é de 13,16; 10,13; 13,30 e 11,07, respectivamente;
- As constantes térmicas das fases de ovo, larva, pupa e do período ovo – adulto são de 33,24; 273,30; 60,59 e 361,62, respectivamente;
- A dieta alternativa testada (ovos de *A. kuehniella* + pólen) é suficiente para manutenção da população da joaninha, porém não substitui de forma eficiente a dieta natural;
- O predador apresenta uma boa capacidade de consumo de *T. citricida* assim como elevada taxa de fertilidade, para as condições citadas neste estudo;
- Os resultados obtidos na criação a diferentes temperaturas, parecem sugerir que o coccinelídeo esteja em fase de adaptação às condições climáticas do Brasil;
- Não há uma relação bem definida entre temperatura e coloração destes insetos. Este fato pode fornecer um indício de que os diferentes padrões cromáticos dos adultos não são determinados por um único fator.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL-SALAM, A.H.; ABDEL-BAKY, N.F. Life table and biological studies of *Harmonia axyridis* Pallas (Col., Coccinellidae) reared on the grain moth eggs of *Sitotroga cerealella* Olivier (Lep., Gelechiidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 125, p. 455-462, 2001.
- ALMEIDA, L.M. de; SILVA, V.B. da. Primeiro registro de *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae): um coccinélídeo originário da região Paleártica. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.19, n. 3, p. 941-944, 2002.
- ALVES, S.B.; SILVEIRA NETO, S.; VENDRAMIM, J.D. Pragas dos citros. In: **Curso de entomologia aplicada à agricultura**. Piracicaba: FEALQ, 1992. cap. 18, p. 541-570.
- ARRUDA FILHO, G.P. de; ARRUDA, G.P. de. Manejo integrado da cochonilha *Diaspis echinocacti* praga da palma forrageira em Brasil. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia**, v. 64, p. 1-6, 2002.
- ARRUDA FILHO, G.P. de; ARRUDA, C.M.F. de; BERTI FILHO, E. Primeira ocorrência de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae) predando o pulgão preto dos citros em Piracicaba, São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20. Gramado, 2004. **Resumos**. Gramado: Sociedade Entomológica do Brasil, 2004. p. 266.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE CÍTRICOS. **Exportações: série histórica**. <http://www.abecitrus.com.br> (12 fev. 2004).

- ASTUA-MONGE, G.; FREITAS-ASTUA, J.; MACHADO, M.A. Biotecnologia gera produtividade e citros sadios. **Visão Agrícola**, v.1, n. 2, p. 48-53, 2004.
- BERTI FILHO, E. O controle biológico dos insetos-praga. In: CROCOMO, W. B. **Manejo integrado de pragas**. São Paulo: UNESP,CETESB, 1990. cap. 5, p. 87-109.
- BUSOLI, A.C. Uso de enxofre em citros e dinâmica populacional de cochonilhas e ácaros. **Laranja**, v. 13, p. 353-395, 1992.
- BUTLER Jr., G.D.; DICKERSON, W.A. Life cycle of the convergent lady beetle in relation to temperature. **Journal of Economic Entomology**, v. 65, n. 5, p. 1508-1509, 1972.
- CHAGAS, E.F. das; SILVEIRA NETO, S.S.; BRAZ, A.J.B.P.; et al. Flutuação populacional de pragas e predadores em citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, p. 817-824, 1982.
- CHAPIN, J.B.; BROU, V.A. *Harmonia axyridis* (Pallas), the third species of the genus to be found in the United States (Coleoptera: Coccinellidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 93, n. 3, p. 630-635, 1991.
- De BACH, P. **Biological control of insect pests and weeds**. New York: Reinhold Publishers, 1964. 844 p.
- DOBZHANKY, T. Geographical variation in lady-beetles. **American Naturalist**, v. 67, p. 97-126, 1933.

DRAGONE, D.S. Formas de organização da produção e decisões de terceirização na citricultura. Piracicaba, 2003. 118 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrianual 2002**: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo, 2002. 434 p.

FAO. **FAOSTAT agriculture data**. <http://www.fao.org.br> (10 fev. 2004).

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GARCIA, M.A. Ecologia nutricional de parasitóides e predadores terrestres. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Ed.) **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1999. cap. 8, p. 289-311.

GORDON, R.D. Additional notes on the taxonomy of the genus *Zenoria* (Coleoptera: Coccinellidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 74, n. 4, p. 433-442, 1972.

GORDON, R.D. The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of Mexico. **Journal of the New York Entomological Society**, v. 93, n. 1, p. 1-912, 1985.

GORDON, R.D.; VANDENBERG, N. Field guide to recently introduced species of Coccinellidae (Coleoptera) in North America, with a revised key to North American genera of Coccinellini. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 93, n. 4, p. 845 – 864, 1991.

GRAVENA, S. Manejo integrado de pragas dos citros. **Laranja**, v.5, p. 323-361, 1984.

GRAVENA, S. *Parlatoria pergandii* Comstock e primeiros resultados de observações e controle na citricultura brasileira. **Laranja**, v. 1, p. 45-57, 1986.

GRAVENA, S. Técnica de criação de joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) para uso no manejo ecológico de diaspídeos em citros. **Laranja**, v. 16, n. 2, p. 271-287, 1995.

GUERREIRO, J.C. Aspectos morfológicos e bioecológicos de *Pentilia egena* Mulsant, 1850 (Coleoptera: Coccinellidae). Jaboticabal, 2000. 94p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

GUERREIRO, J.C. Ocorrência estacional de coccinélídeos predadores de cochonilhas de carapaça e do pulgão preto na cultura dos citros. Piracicaba, 2004. 70 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

GUERREIRO, J.C.; SILVA, R.A.; BUSOLI, A.C. Comportamento de oviposição de *Pentilia egena* Mulsant 1850 (Col. : Coccinellidae) In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 4. Porto Alegre, 2001. Resumos. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ecologia, 2001. p.16.

HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P. **Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo evolutivo dos insetos.** Piracicaba: FEALQ, 1984. 12 p. (Série Agricultura e Desenvolvimento).

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

HAGEN, K.S. Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, v. 7, p. 289-326, 1962.

- HAGEN, K.S. Following the ladybug home. **National Geographic**, v. 137, n. 4, p. 542-553, 1970.
- HODEK, I. Bionomics and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, v. 12, p. 289-326, 1967.
- HODEK, I. **Biology of Coccinellidae**. Prague: Academy of Sciences, 1973. 260 p.
- HUME, H.H. **Cultura das plantas cítricas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. 1952. 562 p.
- KOCH, R.L. The multicolored asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: a review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. **Journal of Insect Science**, v. 32, n. 3, p.1-16, 2003.
- LANZONI, A.; ACCINELLI, G.; BAZZOCCHI, G.G. et al. Biological traits and table of the exotic *Harmonia axyridis* compared with *Hippodamia variegata*, and *Adalia bipunctata* (Col., Coccinellidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 128, n. 4, p. 298-306. 2004.
- LIMA, I.M.M.; GAMA, N.S. Registro de plantas hospedeiras (Cactaceae) e de nova forma de disseminação de *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemiptera: Diaspididae), cochonilha-da-palma-forrageira, nos Estados de Pernambuco e Alagoas. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 3, p. 479-481, 2001.
- MACHADO, M.A. Convivência com a tristeza. **Agroanalysis**, v. 19, n. 5, p. 24–26, 1999.

- MACHADO, V.L.R. Morfologia e aspectos bioecológicos de *Cycloneda conjugata* Mulsant, 1866 e *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866) (Col., Coccinellidae) predadores de *Psylla* sp. (Homoptera, Psyllidae) em sibipiruna (*Caesalpinia pelthophoroides* Benth.). Piracicaba, 1982. 61 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- MAIA, M.L. **Citricultura paulista**: evolução, estrutura e acordos de preços. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, 1996. 155 p. (Coleção Estudos Agrícolas, 4).
- McCLURE, M.S. Potencial of the Asian predator *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae), to control *Matsucoccus resinosae* Bean and Godwin (Homoptera: Margarodidae) in the United States. **Enviromental Entomology**, v. 16, n. 1, p. 224-230, 1987.
- MICHAUD, J.P. A review of the literature on *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae). **Florida Entomologist**, v. 81, n. 1, p. 37-61, 1998.
- MICHAUD, J.P. Sources of mortality in colonies of brown citrus aphid, *Toxoptera citricida*. **BioControl**, v. 44, p. 347-367, 1999.
- MICHELS Jr., G.J.; BEHLE, R.W. Effects of two prey species on the development of *Hippodamia sinuata* (Coleoptera: Coccinellidae) larvae at constant temperatures. **Journal of Economic Entomology**, v. 84, n. 5, p. 1480-1484, 1991.
- MILLER, J.C. Temperature-development of the convergent lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). **Environmental Entomology**, v. 21, n. 1, p. 197-201, 1992.
- MILLER, J.C.; PAUSTIAN, J.W. temperature-development of *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). **Physiology and Chemical Ecology**, v. 21, n. 5, p. 1139-1142, 1992.

MIZELL III, R.F. **Multicolored asian lady beetle, *Harmonia axyridis* Pallas (Insecta: Coleoptera: Coccinellidae).** Featured Creatures from the Entomology and Nematology Department, Florida: Institute of Food and Agricultural Science, 2001. 4p.

NARANJO, S.E.; GIBSON, R.L.; WALGENBACH, D.D. Development, survival, and reproduction of *Scymnus frontalis* (Coleoptera: Coccinellidae), an imported predator of russian wheat aphid, at four fluctuating temperatures. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 83, n. 3, p. 527-531, 1990.

NAVA, D.E. Comportamento de oviposição, bioecologia e subsídios para o controle biológico de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 (Lepidoptera: Elachistidae). Piracicaba, 2005. 140 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

NEVES, E.M. Citricultura brasileira: importância e perspectivas. **Laranja**, v. 13, n. 2, p. 55-62, 1992.

NUSSIO, L.G. Citros colorem Sudeste brasileiro de verde e laranja. **Visão Agrícola**, v. 1, n. 2, p. 90-92, 2004.

OBRYCKI, J.J.; KRING, T.J. Predaceous Coccinellidae in biological control. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 295-321, 1998.

OBRYCKI, J.J.; TAUBER, M.J. Thermal requirements for development of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) and its parasite *Perilitus coccinellae* (Hymenoptera: Braconidae). **The Canadian Entomologist**, v. 110, p. 407-412, 1978.

- OBRYCKI, J.J.; TAUBER, M.J. Thermal requirements for development of *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 75, n. 6, p. 678-683, 1982.
- ONGAGNA, P.; GIUGE, L.; IPERTI, G. et al. Cycle de développement d'*Harmonia axyridis* (Col. Coccinellidae) dans son aire d'introduction: le sud-est de la France. **Entomophaga**, v. 38, n. 1, p. 125-128, 1993.
- ORR, C.J.; OBRYCKI, J.J. Thermal and dietary requirements for development of *Hippodamia parenthesis* (Coleoptera: Coccinellidae). **Environmental Entomology**, v. 19, n. 5, p. 1523-1527, 1990.
- PARRA, J.R.P. A biologia de insetos e o manejo de pragas: da criação em laboratório à aplicação em campo. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM,CCR,DFS; Pallotti, 2000. cap. 1, p. 1-29.
- PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. Piracicaba: ESALQ, FEALQ, 2001. 134p.
- PARRA, J.R.P.; OLIVEIRA, H.N.; PINTO, A.S. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos dos citros**. Piracicaba: A. S. Pinto, 2003. 140 p.
- PHUOC, D.T.; STEHR, F.W. Morphology and taxonomy of the known pupae of Coccinellidae (Coleoptera) of North América, with a discussion of phylogenetic relationships. **Contributions of the American Entomological Institute**, v. 10, n. 6, p. 1-125, 1974.

- PINTO, A.S.; TANNURI, L.A.R.; GRAVENA, S. Flutuação populacional de joaninhas (Coleoptera, Coccinellidae) em copas de plantas cítricas na região nordeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19. Manaus, 2002. **Resumos**, Manaus: Sociedade Entomológica do Brasil, 2002. p. 219.
- POZZAN, M. Problemas fitossanitários e de resíduos de agrotóxicos na pós-colheita. **Visão Agrícola**, v.1, n.2, p. 117-122, 2004.
- PUTMAN, W.L. Laboratory studies on the food of some coccinellids (Coleoptera) found in Ontario peach orchards. **The Canadian Entomologist**, v. 89, p. 527-579, 1957.
- RABINOVICH, J.E. **Ecología de poblaciones animales**. Washington: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, 1978. 114 p.
- RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU Jr., J. et al. **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargil, 1991. 492 p.
- SANCHES, N.F.; CARVALHO, R.S.; SILVA, E.S. et al. **Técnicas de criação do predador exótico *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Col.: Coccinellidae) em laboratório**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 8 p. (Circular Técnica, 47).
- SANTOS, O.D.; BUENO, V.H.P.; BERTI FILHO, E. Coccinelídeos predadores que ocorrem em diversas culturas na região de Lavras, MG. **Revista de Agricultura**, v. 65, n. 3, p. 233-238, 1990.
- SASAJI, H. **Fauna japonica Coccinellidae (Insecta; Coleoptera)**. Tokyo: Academic Press of Japan, 1971. 64p.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D. et al. **Manual de ecologia de insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419 p.

TEDDERS, W.L.; SCHAEFER, P.W. Release and establishment of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) in the southeastern United States. **Entomological News**, v. 105, p. 228-243, 1994.

TIMBERLAKE, P.H. The Coccinellidae or ladybeetles of the Koebele collection-part I. **Bulletin of the Experiment Station of the Hawaiian Sugar Planters Association**, v. 47, n. 1, p. 17, 1943.

ZEISS, M.R.; KOEHLER, K.J.; PEDIGO, L.P. Degree-day requeriments for development of the leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) under two rearing regimes. **Journal of Economic Entomology**, v. 89, n. 1, p. 111-118, 1996.