

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CAMPUS DE JABOTICABAL

**BIOECOLOGIA E CAPACIDADE PREDATÓRIA DE
COCCINELLIDAE (INSECTA: COLEOPTERA) ALIMENTADO COM
Schizaphis graminum (Rondani) (HEMIPTERA: APHIDIDAE)**

Laís da Conceição dos Santos

Bióloga

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

Fevereiro de 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CAMPUS DE JABOTICABAL

**BIOECOLOGIA E CAPACIDADE PREDATÓRIA DE
COCCINELLIDAE (INSECTA: COLEOPTERA) ALIMENTADO COM
Schizaphis graminum (Rondani) (HEMIPTERA: APHIDIDAE)**

Laís da Conceição dos Santos

Orientador: Prof. Dr. Francisco Jorge Cividanes

Co-orientadora: Dra. Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes

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

JABOTICABAL- SÃO PAULO - BRASIL

Fevereiro de 2012

Santos, Laís da Conceição dos
S237b Bioecologia e capacidade predatória de Coccinellidae (Insecta:
Coleoptera) alimentado com *Schizaphis graminum* (Rondani)
(Hemiptera: Aphididae) / Laís da Conceição dos Santos. --
Jaboticabal, 2012
iii, 51 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012
Orientador: Francisco Jorge Cividanes
Co-orientadora: Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes
Banca examinadora: Arlindo Leal Boiça Junior, César Freire
Carvalho
Bibliografia

1. Biologia comparativa. 2. Coccinelídeo. 3. Joaninha. 4. Predação.
I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.763

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: BIOECOLOGIA E CAPACIDADE PREDATÓRIA DE COCCINELLIDAE
(INSECTA: COLEOPTERA) ALIMENTADO COM *Schizaphis graminum*
(Ronđani) (HEMIPTERA: APHIDIDAE)

AUTORA: LAÍS DA CONCEIÇÃO DOS SANTOS

ORIENTADOR: Prof. Dr. FRANCISCO JORGE CIVIDANES

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. TEREZINHA MONTEIRO DOS SANTOS CIVIDANES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA
(ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. FRANCISCO JORGE CIVIDANES
Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. ARLINDO LEAL BOICA JUNIOR
Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. CÉSAR FREIRE CARVALHO
Departamento de Entomologia / Universidade Federal de Lavras

Data da realização: 24 de fevereiro de 2012.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

LAÍS DA CONCEIÇÃO DOS SANTOS – Filha de José Carlos da Conceição dos Santos e Antonia Ramos da Silva, natural de São Paulo, SP, nascida no dia 09 de dezembro de 1986. Formada no curso de Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – Unidade de Três lagoas, MS no ano de 2007. Foi Bolsista da FAPESP, modalidade Treinamento Técnico III no período de dezembro de 2008 e fevereiro de 2010. No ano de 2010 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Entomologia Agrícola, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) – UNESP, Campus de Jaboticabal, SP, sendo bolsista pela Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) de abril de 2010 a março de 2012.

Dedico

A minha mãe Antonia Ramos da Silva, pelo incentivo, compreensão e amor incondicional durante toda a minha trajetória.

Homenageio

A minha irmã Thaís dos Santos Carvalho e ao meu cunhado Francisco Narcélio Pereira Carvalho, pelo amor, incentivo e confiança dispensados.

Ofereço

A todos meus familiares e aos meus
amigos

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo amor eterno, vivo, real e incondicional.

Ao Prof. Dr. Francisco Jorge Cividanes pela orientação, pelos conhecimentos fornecidos e importante colaboração na condução, desenvolvimento e finalização deste trabalho dispensados durante todo o tempo.

A Pesquisadora Dra. Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes pela co-orientação, pelos conhecimentos fornecidos, pelas palavras de incentivo e principalmente paciência durante a condução desse trabalho.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, através do Departamento de Fitossanidade (Entomologia), pela oportunidade concedida para a realização do curso de mestrado.

Aos professores do curso de Pós-graduação em Entomologia Agrícola, pelos conhecimentos transmitidos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu namorado Leandro Aparecido de Souza, pelo amor, carinho, compreensão e incentivo durante essa jornada.

Ao técnico Agrícola Alex Antonio Ribeiro, pela amizade e auxílio na manutenção dos experimentos realizados durante esse estudo.

Aos funcionários do Departamento de Fitossanidade Lígia Dias Tostes Fiorezzi, Lúcia Helena P. Tarina e José Altamiro de Souza.

Aos amigos de laboratório Robson José da Silva, Alessandra Karina Otuka, Tatiana de Oliveira Ramos, Ezequias Teófilo Correia, Tiago Roberto e Danilo Henrique da Mata pela convivência durante todo esse tempo.

À Crislany de Lima Barbosa pela amizade, ajuda e incentivo.

À Sidnéia Terezinha de Matos Soares pela amizade e pelo trabalho constante na manutenção dos experimentos realizados, sem a qual não seria possível a realização deste estudo.

Aos amigos do curso de Pós-graduação (Entomologia Agrícola), Vanessa dos Santos Paes, Juliana Nais, Andrea Corrêa Varella, Marina Aparecida Viana, João Rafael De Conte Carvalho Alencar, Daniel Junior Andrade e Diego Felisbino Fraga, pela amizade.

Aos demais amigos que conquistei durante o período que estive na FCAV/UNESP.

Às bibliotecárias Tiêko Sugahara, Nubia Josefina Lopes Brichi e Marli Saes, da FCAV/UNESP – Jaboticabal, pelo auxílio na correção das referências bibliográficas.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ii
SUMMARY	iii
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1 <i>Harmonia axyridis</i>	03
2.2 <i>Hippodamia convergens</i>	04
2.3 <i>Cycloneda sanguinea</i>	06
2.4 Interação entre <i>Harmonia axyridis</i> , <i>Cycloneda sanguinea</i> e <i>Hippodamia convergens</i>	07
2.5 Tabelas de vida de Coccinellidae.....	09
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Criação de manutenção de pulgões.....	11
3.2 Criação de <i>Harmonia axyridis</i> , <i>Hippodamia convergens</i> e <i>Cycloneda sanguinea</i>	11
3.3 Aspectos biológicos e potencial de predação.....	12
3.4 Tabela de Vida de Fertilidade.....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1 Duração das fases de desenvolvimento de <i>Cycloneda sanguinea</i> , <i>Harmonia axyridis</i> e <i>Hippodamia convergens</i>	15
4.2 Viabilidade da fase de ovo e sobrevivência das fases imaturas e ciclo biológico.....	17
4.3 Peso de larvas e adultos.....	18
4.4 Fecundidade.....	19
4.5 Capacidade de predação de pulgões <i>Schizaphis graminum</i> por <i>Cycloneda sanguinea</i> , <i>Harmonia axyridis</i> e <i>Hippodamia convergens</i>	22
4.6 Tabela de vida de fertilidade de <i>Cycloneda sanguinea</i> , <i>Harmonia axyridis</i> e <i>Hippodamia convergens</i>	24
4.6.1 Taxa líquida de reprodução.....	27
4.6.2 Intervalo de tempo entre cada geração.....	28
4.6.3 Capacidade inata de aumentar em número.....	29
4.6.4 Razão finita de aumento populacional.....	30
4.6.5 Tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos.....	31
5. CONCLUSÕES	32
6. REFERÊNCIAS	33
7. APÊNDICE	45
A. Tabelas de vida de fertilidade.....	46

BIOECOLOGIA E CAPACIDADE PREDATÓRIA DE COCCINELLIDAE (INSECTA: COLEOPTERA) ALIMENTADO COM *Schizaphis graminum* (Rondani) (HEMIPTERA: APHIDIDAE)

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar os aspectos biológicos, o potencial de predação e obter tabelas de vida de fertilidade do coccinelídeo *Harmonia axyridis* (Pallas) em comparação à *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) e *Hippodamia convergens* (Guérin-Meneville) tendo como presa *Schizaphis graminum* (Rondani). Larvas recém-eclodidas de cada uma das espécies de joaninhas foram individualizadas e alimentadas diariamente com ninfas e adultos de *S. graminum* à vontade. Na fase adulta foram separados dez casais, mantidos em copos de plástico transparentes de 350 mL e alimentados diariamente com o pulgão *S. graminum*, sendo os tratamentos representados pelas espécies de joaninhas. Comparando-se os três coccinelídeos, o período larval e ovo-adulto de *H. axyridis* foram os mais longos, 10,2 dias e 16,5 dias, respectivamente, enquanto o de *C. sanguinea* foi o menor. Adultos de *H. axyridis* apresentaram peso médio significativamente maior, 29,9 mg. Essa espécie apresentou a maior capacidade de predação, 1.493,7 pulgões na fase larval e 2.159,8 pulgões durante 10 dias da fase adulta. A capacidade total de oviposição e longevidade de *H. axyridis*, foi de 716,1 ovos e 135,0 dias, respectivamente, foram semelhantes àquelas apresentadas por *C. sanguinea* e *H. convergens*. A viabilidade dos estágios imaturos foi igual ou superior a 70%, indicando que a temperatura e a presa oferecida foram favoráveis ao desenvolvimento dessas três espécies. *Harmonia axyridis* se destacou pela maior capacidade de predação de pulgões *S. graminum* tanto na fase larval como na fase adulta. O valor de T (intervalo de tempo entre cada geração) para *H. axyridis* foi de 18,24 dias, o de *C. sanguinea* e *H. convergens*, foi, respectivamente, de 20,35 e 9,80 dias. Os resultados obtidos evidenciam o potencial de *C. sanguinea*, *H. axyridis* e *H. convergens* como agentes de controle biológico.

Palavras-chave: biologia comparativa, coccinelídeo, joaninha, predação.

BIOECOLOGY AND PREDATORY CAPACITY OF COCCINELLIDAE (INSECTA: COLEOPTERA) FED ON *Schizaphis graminum* (Rondani) (HEMIPTERA: APHIDIDAE)

Summary - The objective of this study was to evaluate the biological aspects and predatory potential of the coccinellid *Harmonia axyridis* (Pallas) in comparison to *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) and *Hippodamia convergens* (Guérin-Meneville) fed *Schizaphis graminum* (Rondani). Newly hatched larvae of each species of ladybugs were individualized and fed daily with nymphs and adults of *S. graminum*. In the adult stage were separated ten couples, kept in 350 mL clear plastic cups and fed daily with the aphid *S. graminum*, being the treatments represented by the species of ladybugs. Comparing the three coccinellids, the larval and egg-adult period of *H. axyridis* were the longest, 10.2 days and 16.5 days, respectively, while *C. sanguinea* had the shortest. Adults of *H. axyridis* showed significantly greater weight, on average 29.9 mg. This species showed the highest capacity of predation, consuming 1493.7 larval stage aphids and 2159.8 adult aphids during 10 days of adult stage. The total capacity of oviposition and longevity presented by *H. axyridis*, average of 716.1 eggs and 135.0 days, respectively, were similar to those presented by *C. sanguinea* and *H. convergens*. The viability of the evaluated stages was equal or higher than 70%, indicating that the temperature and prey offered were favorable to the development of these three species. *H. axyridis* showed the highest predation capacity of *S. graminum* aphids in both larvae and adult stages. The value of T (time interval between each generation) to *H. axyridis* was 18.24 days, of *C. sanguinea* and *H. convergens* was, respectively 20.35 and 9.80 days. The results showed the potential of *C. sanguinea*, *H. axyridis* and *H. convergens* as biological control agents.

Key words: coccinellids, comparative biology, ladybug, predation.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as espécies de coccinelídeos utilizadas em programas de controle biológico, destaca-se a joaninha-asiática *Harmonia axyridis* (Pallas), por ser um predador polífago, voraz e eficaz (ALMEIDA & SILVA, 2002). No entanto, esse inimigo natural também está relacionado a impactos negativos, ou seja, como ameaça a outros coccinelídeos, podendo deslocá-los por meio de competição interespecífica (KOCH 2003). De acordo com PELL et al. (2008) as características principais de *H. axyridis* que a favorecem na competição com outros coccinelídeos são: maior tamanho, aspectos comportamentais de agressividade, acentuada polifagia e estratégias químicas e físicas de defesa.

Diante disso, pesquisas têm sido desenvolvidas visando conhecer a biologia desse predador sob condições controladas e em ambiente natural e sua interação com espécies de Coccinellidae nativas ou estabelecidas (LANZONI et al. 2004; BERTHIAUME et al. 2007; MILLÉO et al. 2008; WARE & MAJERUS, 2008; PELL et al. 2008; MARTINS et al. 2009).

No Brasil estudos que comparam a biologia de *H. axyridis* às espécies já estabelecidas como *Hippodamia convergens* (Guérin-Meneville) e *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) são escassos.

O estudo da competição interespecífica realizado por meio de parâmetros biológicos é essencial para avaliar o potencial de crescimento da população de uma espécie. Essa informação também é importante na avaliação do potencial que um inimigo natural exótico tem ao competir com aqueles já estabelecidos (LANZONI et al. 2004).

Hippodamia convergens e *C. sanguinea* são coccinelídeos que se alimentam principalmente de pulgões em diversas culturas como sorgo, feijão, milho, batata e couve (FIGUEIRA et al. 2003), sendo inclusive destacadas em estudos como espécies possíveis de serem utilizadas em programas de controle biológico desses hemípteros (BRACAMONTES et al. 1995; ISIKBER & COPLAND, 2000; AZEREDO et al. 2004; KATSAROU et al. 2005).

O pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani) por mais de 150 anos tem sido reconhecido como uma das mais importantes pragas de gramíneas (NUESSLY & RUSSELL, 2005), por ser uma espécie nociva e toxicogênica, (LOECK et al. 2006), transmitindo vírus que rompem as paredes celulares e os cloroplastos, podendo levar a planta à morte (AL-MOUSAWI et al. 1983; NUESSLY & RUSSELL, 2005). No Brasil, *S. graminum* tem causado danos a campos de trigo (*Triticum aestivum* Linnaeus) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) (RUBIN-DE-CELIS, 1997) tornando-se um alvo relevante para a liberação de coccinelídeos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os aspectos biológicos, o potencial de predação e elaborar tabelas de vida de fertilidade do coccinelídeo exótico *H. axyridis* em comparação às espécies *H. convergens* e *C. sanguinea*, tendo como presa o pulgão *S. graminum*, tendo como hospedeiro plantas de sorgo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Harmonia axyridis*

Sendo uma espécie de origem asiática, depois de se distribuir pela América do Norte e Europa, *H. axyridis* foi detectada na América do Sul, em Buenos Aires, Argentina, em 2001. No Brasil, esse coccinelídeo foi registrado pela primeira vez em abril de 2002, na cidade de Curitiba, estado do Paraná, desconhecendo-se sua procedência (ALMEIDA & SILVA, 2002).

Esse coccinelídeo alimenta-se principalmente de pulgões, cochonilhas e psílídeos. Devido apresentar elevado potencial de predação, tem sido utilizado no controle biológico de pulgões na cultura da noz-pecã, alfafa, algodão, tabaco e em plantas ornamentais (ALMEIDA & SILVA, 2002). *H. axyridis* tem despertado interesse na América do Norte como agente de controle biológico, mas também como inseto praga nas culturas de maçã, pêra e uva (KOCH, 2003). Desde 1916, a espécie vem sendo utilizada como agente de controle biológico nos E. U. A (ROY et al. 2006) e atualmente pode ser adquirida comercialmente para o controle biológico em condições de campo e cultivos protegidos (POUTSMA et al. 2007).

Paralelo à atuação benéfica como agente de controle biológico, a joaninha asiática tem apresentado impacto adverso ao concorrer com outros coccinelídeos, ameaçando espécies nativas. Segundo KOCH (2003) ela utiliza eficazmente, outros componentes da guilda de afidófagos como fonte de alimento. Os aspectos biológicos de *H. axyridis* têm sido estudados sob vários aspectos. ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001), observaram que, a espécie se desenvolveu quando foi alimentada com ovos frescos e congelados da mariposa *Sitotroga cerealella* (Olivier). SANTOS et al. (2009) registraram para *H. axyridis* duração da fase larval de 10,2 e 8,9 dias, com sobrevivência durante este estágio de 74,3 a 92,5%; período de oviposição de 47,3 e 51,7 dias, com total de 887,6 e 822,5 ovos, ao ser alimentada com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) e *S. graminum*, respectivamente. SOARES et al. (2004) verificaram que adultos de *H. axyridis* apresentaram capacidade diária de predação de 45,8 e 35,4

pulgões quando alimentados com *Myzus persicae* (Sulzer) e *Aphis fabae* Scop, respectivamente, mantidos em *Vicia fabae* (Fabaceae).

BERKVENS et al. (2008) estudaram o efeito do fotoperíodo e da dieta sobre o desenvolvimento e reprodução da joaninha asiática. Verificaram que o coccinelídeo ao ser submetido a fotoperíodo de 16 horas apresentou desenvolvimento de dois a três dias mais rápido, do que quando mantido sob 12 horas de fotoperíodo. O início do período de oviposição sofreu um atraso de um a três meses, quando os insetos foram criados sob 12 horas de luz e $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $65\pm 5\%$ umidade relativa; dissecações indicaram que as fêmeas estavam em diapausa reprodutiva. Comparada à dieta constituída por pulgões *Acyrtosiphon pisum* (Harris), a de ovos de *Ephestia kuehniella* Zeller proporcionou acréscimo de até 12% no peso dos adultos e aumento no período de oviposição e longevidade em ambos os fotoperíodos.

CASTRO (2010) estudou a biologia, parâmetros de crescimento populacional e preferência alimentar desse coccinelídeo destacando que a espécie apresenta potencial como agente de controle biológico do pulgão-gigante-do-pinus, *Cinara atlantica* (Wilson).

2.2 *Hippodamia convergens*

Hippodamia convergens, nativa da América do Norte, tem distribuição mundial, ocorrendo em toda a Europa Ocidental, sul do Canadá, região central e sul dos E. U.A. e na América do Sul. Considerada importante predador de pulgões e ácaros em plantas cultivadas, encontra-se disponível comercialmente como agente de controle natural de pragas na América do Norte (RANKIN & RANKIN, 1980; VALLEJO et al. 1992; HOFFMANN et al. 1993; BJORNSON, 2008).

A espécie é capaz de migrar centenas de quilômetros quando submetida à forte pressão de seleção no início da primavera (fotoperíodos curtos) ou quando não há presas disponíveis, porém a migração durante o verão (fotoperíodo longo) é muito mais facultativa, dependendo principalmente da abundância de alimentos, sendo essa característica que muitas vezes reduz consideravelmente sua eficácia quando liberada

em culturas agrícolas como agente de controle natural de pragas (HAGEN, 1962; RANKIN & RANKIN, 1980).

De acordo com HODEK (1973), *H. convergens* foi uma das espécies responsáveis na Califórnia (EUA), pela manutenção das populações de pulgões da alfafa (*Medicago sativa* L.) abaixo do nível de controle. Esse fato, segundo LATGÉ & PAPIEROK (1988), fez com que esse coccinelídeo fosse introduzido em várias regiões do mundo.

Em experimentos realizados por BRACAMONTES et al. (1995), no México, utilizando larvas de primeiro ínstar de *H. convergens* e o pulgão *Macrosiphum rosae* (Linnaeus) que infesta roseiras, verificou-se que a relação oito presas para um predador reduziu as populações do pulgão em até 100%.

KATSAROU et al. (2005) relataram que *H. convergens* pode suprimir populações de pulgões no prazo de 40 dias na cultura do tabaco e ressaltaram que a espécie passou a ser tradicionalmente utilizada no controle biológico de pulgões em culturas anuais e hortaliças.

Em liberações inundativas de adultos de *H. convergens*, para o controle de afídeos que infestavam roseiras, observou-se que uma ou duas liberações subsequentes de 1400 a 1750 indivíduos por arbusto, reduzem a densidade de pulgões em 93 a 100% (FLINT & DREISTADT, 2005).

O valor nutritivo de duas espécies de afídeos de cereais, *S. graminum* e *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus), sobre o desenvolvimento de *H. convergens* foi comparado utilizando-se dietas contendo apenas uma das espécies de afídeos e dietas contendo ambas as espécies de presas (PHOOFOLO et al. 2007). Os níveis de sobrevivência do coccinelídeo foram elevados em todos os tratamentos, não sendo influenciados pela espécie e quantidade de afídeos fornecidos, nem pela dieta composta por ambas as presas.

No Brasil, KATO et al. (1999) estudaram a biologia de *H. convergens* utilizando ovos de *A. kuehniella* como alimento em comparação a dieta constituída de adultos dos pulgões *S. graminum* e *Brachycaudus (Appelia) schwartzi* Börner. Relataram que ovos

de *A. kuehniella* podem ser considerados uma dieta em potencial em substituição aos pulgões *S. graminum* e *B. schwartzi* durante a fase imatura de *H. convergens*.

FIGUEIRA et al. (2005), em Jaboticabal, SP, estudaram o desenvolvimento de *H. convergens* alimentada com pulgões *S. graminum*, criados em diferentes genótipos de sorgo. Quando a presa consumida pela joaninha, foi criada em folhas de plantas de sorgo resistente, houve redução no peso larval desse coccinelídeo, porém não houve influência sobre o seu desenvolvimento, sobrevivência e fecundidade. Constataram também interação positiva entre os métodos de controle utilizando o inimigo natural *H. convergens* e genótipos resistentes de sorgo.

CARVALHO (2009) ao avaliar a influência de fatores ambientais e aspectos biológicos de *H. convergens* alimentada com o pulgão *Aphis gossypii* Glover, verificou que *A. gossypii* mantido em pepino constitui presa adequada para a espécie e que a temperatura e a umidade influenciaram o desenvolvimento do predador. O peso dos adultos não foi afetado pela temperatura, porém, o inverso ocorreu com a razão sexual. A capacidade predatória e o tempo de busca e manuseio da presa foram influenciados pelo estágio de desenvolvimento do predador.

2.3 *Cycloneda sanguinea*

Cycloneda sanguinea é cosmopolita, ocorrendo em vários países da América Latina, América do Norte e Europa e mostrando-se adaptada às condições de altas temperaturas e baixa precipitação (AZEREDO et al. 2000).

Essa espécie de coccinelídeo é afítofaga, tendo sido relatada como eficiente predador de pulgões na cultura do pepino e em crisântemo cultivado em estufas (GURNEY & HUSSEY, 1970). Alguns pesquisadores têm afirmado ser *C. sanguinea* um dos principais predadores de pulgões nas culturas de algodão, cana-de-açúcar, citros, manga, soja e sorgo (VELOSO et al. 1995). De acordo com ISIKBER & COPLAND (2000), *C. sanguinea* pode ser considerada como alternativa para o controle biológico do pulgão *A. gossypii*, em estufas. AZEREDO et al. (2004) realizaram estudos que

sugerem ser possível utilizar *C. sanguinea* para o controle do pulgão *M. persicae*, reduzindo o uso excessivo de produtos fitossanitários.

Pesquisas foram realizadas para avaliar aspectos biológicos e potencial de predação de *C. sanguinea* no Brasil. Em Jaboticabal, SP, BOIÇA JUNIOR et al. (2004) avaliaram o desenvolvimento e capacidade predatória de *C. sanguinea* e *H. convergens* alimentadas com *A. gossypii* em plantas de algodão. *Cycloneda sanguinea* reduziu a população do pulgão em 93,5%, enquanto *H. convergens* causou redução de 86,9% da população do hemíptero.

CARDOSO & LAZZARI (2003a) estudaram a biologia de *C. sanguinea* e *H. convergens* em diferentes temperaturas e constataram que as espécies se desenvolvem adequadamente quando alimentadas com ninfas do pulgão *Cinara* spp.

A capacidade de *C. sanguinea* e *H. convergens* consumirem pulgões gigantes das coníferas, *Cinara* spp., em *Pinus* spp. foi determinada por CARDOSO & LAZZARI (2003 b) em Curitiba, PR. Constataram que ambos os predadores, especialmente larvas de quarto ínstar, demonstraram elevada capacidade de consumir ninfas de *Cinara* spp., em várias temperaturas, sendo promissores agentes de controle biológico.

2.4 Interação entre *Harmonia axyridis*, *Cycloneda sanguinea* e *Hippodamia convergens*

De acordo com MICHAUD (2002) após a introdução de *H. axyridis* em pomares de citros na Flórida, a população dessa espécie exótica aumentou, enquanto a população de *C. sanguinea* diminuiu. Foi ressaltado que *C. sanguinea* está mais adaptada à competição intraespecífica, tendo poucas defesas contra o deslocamento competitivo que sofre por parte de *H. axyridis*.

Estudos realizados por ACAR et al. (2005) demonstraram que *H. axyridis* pode utilizar de forma eficiente períodos de baixa temperatura para seu desenvolvimento, reprodução e procura de presas, característica que provavelmente contribui para o deslocamento competitivo da joaninha nativa *H. convergens*.

MIZELL (2007) relatou que no período de oito a nove anos anterior à introdução de *H. axyridis* em pomares de noz-pecã amarela na Flórida (EUA), as populações de pulgões alcançavam números elevados e as joaninhas, *H. convergens* e *C. sanguinea*, encontravam-se entre os predadores mais frequentes. No entanto, amostragens realizadas em 2007 mostraram que *H. axyridis* tornou-se a espécie dominante entre os predadores, ocorrendo drástica redução nas populações de pulgões e das espécies de predadores e parasitóides nativos.

FINLAYSON et al. (2009) estudaram as interações entre joaninhas, a formiga de fogo, *Myrmica rubra europaea* (Finzi) e o pulgão *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas). Foram utilizadas espécies de joaninhas nativas da América do Norte, como *H. convergens* e espécies não-nativas de origem Paleártica, dentre elas *H. axyridis*. A espécie *H. axyridis* consumiu número significativamente maior de pulgões em comparação a todas as outras espécies de predadores, inclusive *H. convergens*.

No Brasil, MILLÉO et al. (2007) ao avaliarem a flutuação populacional de *H. axyridis* em árvores frutíferas em Ponta Grossa, Paraná, observaram que a população da espécie exótica aumentou, enquanto a de outros coccinélideos se reduziu em número durante dois anos de avaliação. Nesse mesmo estado o monitoramento de *H. axyridis* foi realizado por MARTINS et al. (2009) em Capão do Tigre, área caracterizada pela presença de floresta secundária com predominância de samabaias, *Pinus* sp. e *Baccharis* spp. Constataram que, após sua introdução, cinco espécies de coccinélideos (*Psyllobora gratiosa* Mader, *Eriopsis connexa* (Germar), *Rodolia cardinalis* (Mulsant), *Hyperaspis festiva* Mulsant e *Cycloneda ocelligera* (Crotch) tiveram suas populações reduzidas. *Hippodamia convergens* teve sua frequência reduzida de 20,59%, antes da introdução de *H. axyridis*, para 0,48% após sua introdução. Os pesquisadores ressaltaram que *H. axyridis* pode também competir com *C. sanguinea*, a principal espécie afidófaga da região. Considerando este cenário, os pesquisadores destacaram a importância de estudos futuros sobre métodos de amostragem e monitoramento de *H. axyridis* e sobre a interação dessa espécie com espécies nativas de Coccinellidae.

2.5 Tabelas de vida de Coccinellidae

As tabelas de vida de fertilidade visam estudar o desenvolvimento e padrões de fertilidade e sobrevivência de insetos, constituindo componentes essenciais em estudos biológicos desses artrópodes (ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY, 2001; CIVIDANES & SOUZA, 2003). Assim, por meio de tabelas de vida de fertilidade pode-se estimar o crescimento de populações de insetos (RODRIGUES et al. 2003).

Os parâmetros da tabela de vida de fertilidade são calculados determinando-se a taxa líquida de reprodução (R_0), o intervalo de tempo entre cada geração (T), a capacidade inata de aumentar em número (r_m) e a razão finita de aumento populacional (λ) (SOUTHWOOD, 1978).

As informações disponíveis sobre tabelas de vida de fertilidade relacionam-se principalmente com *H. axyridis*. ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001) realizaram estudos biológicos utilizando tabelas de vida de *H. axyridis* alimentada com ovos frescos e congelados de *S. cerealella* sob condições de laboratório. Verificaram diferenças significativas nos períodos de desenvolvimento, taxas de sobrevivência e de oviposição por fêmea por dia e longevidade, indicando que ovos frescos de *S. cerealella*, constituem uma fonte de alimento mais adequada à espécie do que ovos congelados.

LANZONI et al. (2004) avaliaram o impacto ambiental causado por inimigos naturais exóticos utilizados no controle biológico. Para isso, utilizaram tabelas de vida, elaboradas a partir de dados quantificados em condições de laboratório para as espécies *H. axyridis*, *Hippodamia variegata* (Goeze) e *Adalia bipunctata* (Linnaeus) (Coleoptera, Coccinellidae). Destacaram que para determinar o risco ambiental decorrente da introdução de predadores altamente polípagos como *H. axyridis*, estudos sobre tabelas de vida devem ser integrados a outras informações como: capacidade da espécie de se estabelecer e se dispersar, diversidade de presas e possíveis efeitos diretos e indiretos do predador sobre organismos não-alvo.

CASTRO (2010) estudou aspectos biológicos de *H. axyridis*, alimentada com o pulgão *C. atlantica*, por meio de tabelas de vida de fertilidade. O autor destacou que *H.*

axyridis apresenta potencial como agente de controle biológico de *C. atlantica*.

Com relação à *C. sanguinea*, ISIKBER & COPLAND (2000) obtiveram tabelas de vida de fertilidade em diferentes temperaturas, utilizando o pulgão *A. gossypii* como presa. Os resultados sobre desenvolvimento, sobrevivência e fecundidade da espécie indicaram a faixa de 20 a 25°C como mais favorável para *C. sanguinea*, sendo o valor mais elevado da capacidade inata de aumentar em número ($r_m = 0,16$) obtido a 25°C.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Ecologia de Insetos do Departamento de Fitossanidade, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Jaboticabal, SP.

3.1 Criação de manutenção de pulgões

A criação de *S. graminum* se iniciou com pulgões coletados de folhas de plantas de sorgo cultivadas na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Jaboticabal, SP, sendo estes pulgões posteriormente identificados pelo Professor Doutor Carlos Roberto Souza e Silva do Departamento de Ecologia Evolutiva da UFSCar. As colônias de pulgões foram transferidas para secções de 45 cm de colmos de sorgo (Cultivar BRS 310), acondicionadas em recipientes de vidro contendo aproximadamente 300 mL de água e que foram vedados com filme de PVC para evitar a queda desses pulgões na água. Semanalmente, a água e os colmos foram substituídos (FIGUEIRA, 2001).

3.2 Criação de *Harmonia axyridis*, *Hippodamia convergens* e *Cycloneda sanguinea*

Para a criação foram mantidos 10 adultos de cada espécie em gaiolas em sala climatizada a $24\pm 1^{\circ}\text{C}$, 12 horas de fotofase e $70\pm 10\%$ de umidade relativa. As gaiolas foram constituídas de tubos de PVC de 10x10cm, forradas internamente com papel sulfite e vedadas por tecido *voile*. Os adultos foram alimentados diariamente com ovos de *A. kuehniella*, adquiridos comercialmente de uma biofábrica e dieta à base de lêvedo de cerveja e mel na proporção 1:1.

3.3 Aspectos biológicos e potencial de predação

Para o estudo da biologia, larvas recém-eclodidas de cada joaninha foram individualizadas utilizando-se pincel de número zero em placas de Petri de 9,0 cm de diâmetro, representando uma repetição. Foi oferecido a cada larva dos predadores ninfas de terceiro e quarto instar de *S. graminum*, sendo os tratamentos representados pelas espécies de coccinelídeos. Esses insetos foram mantidos em sala climatizada regulada na temperatura constante de $25^{\circ}\text{C}\pm 1,0^{\circ}\text{C}$, 12 horas de fotofase e $70\pm 10\%$ de umidade relativa. Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com 30 repetições para cada tratamento.

Foram avaliados os seguintes parâmetros para cada espécie: a) fase larval: número, duração, viabilidade de cada instar; peso de larvas 24 horas após cada mudança de instar, duração e viabilidade da fase larval; b) fase de pupa: duração e viabilidade e c) período ovo-adulto: duração e viabilidade.

Para as avaliações da fase adulta dos coccinelídeos, foram utilizados indivíduos originados do experimento correspondente à avaliação das fases imaturas, sendo efetuada a individualização de casais das três espécies. Cada casal, que representou uma repetição, foi mantido em copos de plástico transparente de 350 mL e alimentado diariamente com o pulgão *S. graminum*. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado e cada tratamento foi constituído por dez repetições.

As observações foram realizadas diariamente, avaliando-se os parâmetros: a) períodos de pré-oviposição e oviposição; b) capacidade diária e total de oviposição e c) longevidade.

Foi determinada a capacidade de predação por larvas e adultos de *H. axyridis*, *C. sanguinea* e *H. convergens*, ou seja, o número médio de pulgões *S. graminum* consumido por cada estágio de desenvolvimento dos coccinelídeos. Foi efetuado teste preliminar com diferentes densidades de pulgões de acordo com o estágio de desenvolvimento dos coccinelídeos, a fim de estabelecer o número diário da presa a ser oferecido para larvas durante cada instar e para adultos das três espécies de coccinelídeos. As densidades oferecidas para as larvas dos coccinelídeos variaram

entre 20 ninfas para o primeiro instar a 450 ninfas para o quarto instar. A contagem das ninfas remanescentes de *S. graminum* foi avaliada a cada 24 horas e o consumo diário determinado pela diferença entre o número de ninfas fornecidas e as remanescentes. Foi avaliado o consumo diário e total durante cada instar e fase larval das joaninhas. Para a fase adulta dos coccinelídeos, a determinação da capacidade predatória foi realizada diariamente durante o período de dez dias.

Esses insetos foram mantidos individualizados em sala climatizada nas mesmas condições descritas anteriormente. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 15 repetições para cada tratamento, sendo cada repetição representada pela espécie de predador com a respectiva presa.

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Statistics Analysis System Version 9.0 (SAS Institute, 2005).

3.4 Tabela de vida de fertilidade

As tabelas de vida de fertilidade foram construídas com os dados obtidos no experimento descrito no item 3.3. Os parâmetros foram obtidos de acordo com PRICE (1984) e KREBS (1994): taxa líquida de reprodução (R_0), intervalo de tempo entre cada geração (T), a capacidade inata de aumentar em número (r_m), razão finita de aumento populacional (λ) e tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (TD), em que:

$$R_0 = \sum (m_x \cdot l_x)$$

$$T = (\sum m_x \cdot l_x \cdot x) / (\sum m_x \cdot l_x)$$

$$r_m = \log_e R_0$$

$$\lambda = e^{r_m}$$

$$TD = \log_e(2) / r_m$$

Sendo: m_x = número de fêmeas produzidas por fêmea na idade x , l_x = taxa de sobrevivência na idade x , $m_x l_x$ = número total de fêmeas produzidas por fêmea durante o intervalo de tempo.

Os parâmetros das tabelas de vida de fertilidade foram analisados segundo a técnica de “Jackknife” (MEYER et al. 1986) e as médias comparadas pelo teste “t”, a 5% de probabilidade, utilizando o software SAS “Lifetable.sas” (MAIA et al. 2000) .

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Duração das fases de desenvolvimento de *Cycloneda sanguinea*, *Harmonia axyridis* e *Hippodamia convergens*

Observaram-se na comparação ente as três espécies, diferenças significativas no tempo de desenvolvimento durante as fases imaturas (Tabela 1).

A duração da fase de ovo de *H. axyridis* foi semelhante à apresentada por *H. convergens* e inferior à de *C. sanguinea*. *Harmonia axyridis* apresentou durações do primeiro e terceiro instares semelhantes às de *H. convergens* e superiores às de *C. sanguinea*. No segundo e quarto instares o maior tempo de desenvolvimento foi de *H. axyridis* em relação às demais espécies. LANZONI et al. (2004), ao estudarem a biologia de *H. axyridis* comparada à outros coccinelídeos destacaram o quarto instar como de maior atividade predatória. Dessa forma, permanecer mais tempo do que as demais espécies nesse instar pode representar uma vantagem para a espécie exótica, que nesse período seria capaz de realizar eficazmente a predação intraguilda de outros membros da família Coccinellidae, uma vez que possui maior tamanho e estruturas protetoras (espinhos) ao longo do dorso (WARE & MAJERUS, 2008).

Harmonia axyridis foi a que apresentou a fase larval mais longa, 10,2 dias; seguida por *H. convergens* e *C. sanguinea*, 9,6 e 7,3 dias, respectivamente. Esses resultados corroboram os obtidos por LANZONI et al. (2004), que obtiveram um período larval maior para *H. axyridis* (10,4 dias) ao compará-la a duas espécies nativas, *H. variegata* (9,4 dias) e *A. bipunctata* (9,6 dias).

Na presente pesquisa, *C. sanguinea* apresentou o período pupal mais curto (3,3 dias). Observou-se para *H. axyridis* o maior período ovo-adulto (16,5 dias), contrastando com *C. sanguinea* e *H. convergens* que apresentaram resultados de 14,0 e 15,5 dias para esse intervalo. ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001) relataram período ovo-adulto de 18,9 e 22,5 dias para *H. axyridis* alimentada, respectivamente, com ovos frescos e congelados de *S. cerealella*. LANZONI et al. (2004) a 25°C registraram 19,8 dias para o período de ovo-adulto de *H. axyridis* alimentada com *M.*

persicae e CASTRO (2010) utilizando como alimento *C. atlantica*, observou duração ainda maior do período ovo-adulto de *H. axyridis* (22,3 dias) a 25°C.

A menor duração do primeiro e terceiro instares, da fase larval, pupal e do período ovo-adulto obtidos para *C. sanguinea*, indicam que esse predador apresentou taxa de desenvolvimento mais rápida que os demais coccinelídeos. A redução no período de desenvolvimento durante as fases de larva e de pupa pode constituir uma vantagem para o coccinelídeo propiciando permanecer o menor tempo possível em suas fases mais vulneráveis à predação, podendo assim ter aumentada a probabilidade de sobrevivência e perpetuação da espécie. Esse fato favorece *C. sanguinea* na competição com *H. axyridis* e *H. convergens*, pois adultos daquela espécie emergirão mais cedo que os das demais, iniciando seu ciclo reprodutivo e produzindo mais descendentes. *Cycloneda sanguinea* é uma espécie já estabelecida no Brasil, sendo um dos principais predadores de pulgões nas culturas de algodão, cana-de-açúcar, citros, manga, soja e sorgo (VELOSO et al. 1995).

Tabela 1. Duração (\pm erro padrão) das fases de desenvolvimento e do ciclo biológico (ovo-adulto) de *Cycloneda sanguinea*, *Harmonia axyridis* e *Hippodamia convergens* (25°C \pm 1,0°C, UR 70 \pm 10% e 12h de fotofase).

Espécies	Ovo	Instares larvais				Fase larval	Pupa	Ovo-Adulto
		1°	2°	3°	4°			
<i>C. sanguinea</i>	3,3 \pm 0,09a	1,9 \pm 0,06b	1,2 \pm 0,07b	1,2 \pm 0,08b	3,0 \pm 0,10 b	7,3 \pm 0,13c	3,3 \pm 0,09b	14,0 \pm 0,25c
<i>H. axyridis</i>	2,0 \pm 0,00b	2,9 \pm 0,16a	1,8 \pm 0,08a	1,7 \pm 0,11a	3,9 \pm 0,12a	10,2 \pm 0,14a	4,2 \pm 0,09a	16,5 \pm 0,11a
<i>H. convergens</i>	2,0 \pm 0,00b	3,0 \pm 0,11a	1,3 \pm 0,09b	1,8 \pm 0,07a	3,4 \pm 0,12b	9,6 \pm 0,14b	4,0 \pm 0,07a	15,5 \pm 0,16b
F	253,19*	26,17*	15,44*	11,8*	12,11*	118,42*	26,66*	46,98*

*Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

4.2 Viabilidade da fase de ovo e sobrevivência de fases imaturas e ciclo biológico

Em relação à viabilidade da fase de ovo não foram observadas diferenças significativas entre *C. sanguinea*, *H. axyridis* e *H. convergens* que apresentaram 100% de sobrevivência nesse estágio (Tabela 2). Os resultados obtidos para *C. sanguinea* foram superiores aos observados por SILVA & MARTINEZ (2004) e COSME et al. (2007), que encontraram sob mesmas condições de temperatura e umidade utilizadas no presente experimento, viabilidade de 53,0 e 69,4%, respectivamente, para ovos dessa espécie criada com *S. graminum*. CASTRO (2010) registrou viabilidade inferior à obtida nesse experimento, 90,7% para ovos de *H. axyridis* quando criada com a presa *C. atlantica* a 25° C. SOARES et al. (2004) registraram viabilidade inferior, 63,2 e 63,9%, para ovos de *H. axyridis* cujas fêmeas foram alimentadas com *M. persicae* e *A. fabae*, respectivamente. KATO et al. (1999) obtiveram viabilidade de 92,1% para ovos de *H. convergens* quando alimentada com *S. graminum*, 86,3% quando alimentada com ovos de *A. kuehniella* e 86,0% quando consumiu *B. schwartzi*. As elevadas viabilidades observadas para a fase de ovo no presente experimento se devem provavelmente à metodologia utilizada, uma vez que nos estudos citados anteriormente foi realizada a individualização dos ovos, porém, na presente pesquisa realizou-se apenas a individualização das larvas recém-eclodidas.

Para a viabilidade do primeiro, segundo, terceiro e quarto instares, período larval, pupal e ovo-adulto não houve diferença significativa entre as espécies estudadas (Tabela 2). Destaca-se que a viabilidade dos estágios avaliados foi igual ou superior a 70%, indicando que a temperatura e a presa oferecida foram favoráveis ao desenvolvimento dessas três espécies.

Tabela 2. Viabilidade da fase de ovo e sobrevivência das fases imaturas e ciclo biológico (ovo-adulto) de *Cycloneda sanguinea*, *Harmonia axyridis* e *Hippodamia convergens* (25°C±1,0°C, UR 70±10% e 12h de fotofase).

Espécies	Ovo	Instares larvais				Fase larval	Pupa	Ovo-adulto
		1º	2º	3º	4º			
<i>C. sanguinea</i>	100±0,00a	95,0±3,27a	85,0±5,00a	80,0±5,35a	75,0±7,32a	74,3±8,41a	70,0±8,45a	70,0±8,45a
<i>H. axyridis</i>	100±0,00a	94,3±3,69a	91,4±4,04a	91,4±4,04a	88,6±5,95a	88,6±5,95a	82,9±5,22a	80,0±6,17a
<i>H. convergens</i>	100±0,00a	97,5±2,50a	95,0±3,27a	92,5±5,26a	92,5±5,26a	92,5±5,26a	92,5±5,26a	92,5±5,26a
F		0,29 ^{ns}	1,53 ^{ns}	1,98 ^{ns}	2,22 ^{ns}	2,12 ^{ns}	3,04 ^{ns}	2,84 ^{ns}

¹Médias (± erro padrão) seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

4.3 Peso de larvas e adultos

O peso das larvas de *H. axyridis* durante o segundo instar (3,9 mg) foi significativamente maior em comparação ao das larvas de *C. sanguinea* (2,5 mg), mas não se diferenciando de *H. convergens* (2,8 mg) (Tabela 3). No terceiro instar *H. axyridis* e *H. convergens* apresentaram pesos significativamente diferentes, porém o peso de larvas de *C. sanguinea* nesse estágio (9,2 mg) não diferiu das demais. SANTOS et al. (2003) obtiveram valor inferior para o peso de larvas de terceiro instar de *C. sanguinea* (3,4 mg) ao criar essa espécie com *S. graminum* a 25 °C. FIGUEIRA et al. (2005) obtiveram peso semelhante para larvas de terceiro instar de *H. convergens*, 8,0 mg, quando esse predador foi alimentado com a presa *S. graminum*, sob 25° C. No quarto instar, *H. axyridis* apresentou maior peso (31,0 mg) em relação a *C. sanguinea* (21,3 mg).

Os pesos inferiores observados para larvas de segundo e quarto instares de *C. sanguinea* com relação ao de *H. axyridis* estão de acordo com os resultados obtidos por SANTOS et al. (2003), que obtiveram peso de 1,6 mg para larvas de segundo e 15,0 mg para larvas de quarto instar desse coccinelídeo criado com o pulgão *S. graminum*, confirmando o menor porte desta espécie em relação às outras.

Harmonia axyridis apresentou, em comparação às demais, o maior peso na fase adulta (29,9 mg). SANTOS et al. (2009) obtiveram peso próximo para adultos de *H. axyridis* (23,1 mg) alimentados com *S. graminum*. SANTOS et al. (2003) obtiveram peso

de 15,7 mg para adultos de *C. sanguinea*, sendo esse inferior ao obtido na presente pesquisa, 18,2mg.

Os resultados obtidos nesse estudo evidenciam o maior peso e consequentemente o maior tamanho de adultos de *H. axyridis* em comparação à *C. sanguinea* e *H. convergens*. De acordo com PELL et al. (2008), o tamanho é uma das características-chave que favorecem a joaninha-asiática na competição com outras espécies de coccinelídeos.

Tabela 3. Peso de larvas e adultos de *Cycloneda sanguinea*, *Harmonia axyridis* e *Hippodamia convergens*. (25°C±1,0°C, UR 70±10% e 12h de fotofase).

Espécies	Peso (mg)			
	Segundo instar	Terceiro instar	Quarto instar	Adulto
<i>C. sanguinea</i>	2,5±0,29b	9,2±0,57ab	21,3 ±0,82b	18,2±0,51b
<i>H. axyridis</i>	3,9±0,68a	12,4±1,97a	31,0±2,54a	29,9±1,37a
<i>H. convergens</i>	2,8±0,19ab	8,7±0,35b	25,3±1,87ab	21,8±1,58b
F	3,34*	3,88*	6,69*	19,14*

Médias (± erro padrão) seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

4.4 Fecundidade

O período de pré-oviposição de *H. axyridis* e *H. convergens* foram significativamente diferentes, porém, o de *C. sanguinea* foi semelhante ao dessas duas espécies (Tabela 4). No presente experimento o período de pré-oviposição de *H. axyridis* foi de 9,2 dias. SANTOS et al. (2009), utilizando como alimento *S. graminum* obteve resultado semelhante (10,6 dias) para período de pré-oviposição dessa espécie, porém, CASTRO (2010), utilizando *C. atlantica* como presa, relatou período inferior (5,8 dias). O período de pré-oviposição de *H. convergens* (2,1 dias) observado no presente estudo foi inferior aos 9,8 dias registrados por FIGUEIRA et al. (2005), para esse coccinelídeo alimentado com *S. graminum*, criado em folhas de sorgo. O período de

pré-oviposição encontrado nesse estudo para *C. sanguinea* (5,4 dias) foi inferior ao obtido por FUNICHELLO (2010), 14,20 dias, ao alimentar a espécie com *A. gossypii*.

Os períodos de oviposição e pós-oviposição foram semelhantes entre os três coccinelídeos. *Cycloneda sanguinea* apresentou nesse estudo períodos de oviposição (61,1 dias) e pós-oviposição (9,1 dias) menores do que observado por FUNICHELLO (2010) que obteve para esse predador 96,2 e 33,0 dias para o período de oviposição e pós-oviposição, respectivamente. O período de oviposição de *H. axyridis* foi de 78,7 dias, resultado próximo (76,9 dias) ao encontrado para a espécie por CASTRO (2010) para o mesmo período. Por outro lado, o período de pós-oviposição de *H. axyridis* (24,5 dias) foi maior do que o relatado por SANTOS et al. (2009), 13,9 dias, quando o predador foi alimentado com *S. graminum* a 27°C. Os períodos de oviposição (81,6 dias) e pós-oviposição (19,1 dias) de *H. convergens* obtidos no presente estudo foram superiores aos encontrados por KATO et al. (1999) que observaram 57,2 dias e 10,6 dias, respectivamente, para os períodos de oviposição e pós-oviposição ao alimentar a espécie com *S. graminum*.

Tabela 4. Fecundidade e longevidade média de *Cycloneda sanguinea*, *Harmonia axyridis* e *Hippodamia convergens* (25°C±1,0°C, UR 70±10% e 12h de fotofase).

Espécies	Períodos (dias)			Nº Total de ovos	Nº diário de ovos	Longevidade (dias)	
	Pré-Oviposição	Oviposição	Pós-Oviposição			Macho	Fêmea
<i>C. sanguinea</i>	5,4±1,37ab	61,1±9,83a	9,1±2,50a	754,2±111,92a	15,7±2,80a	115,7±12,62a	96,5±11,38a
<i>H. axyridis</i>	9,2±1,66a	78,7±23,74a	24,5±9,44a	716,1±208,84a	9,2±1,19ab	133,1±16,74a	135,0±19,38a
<i>H. convergens</i>	2,1±0,67b	81,6±30,83a	19,1±11,06a	279,6±81,68a	3,6±0,70b	97,4±13,61a	134,8±19,01a
F	5,6*	0,41 ^{ns}	1,09 ^{ns}	2,2 ^{ns}	8,71*	3,04 ^{ns}	1,84 ^{ns}

¹Médias (± erro padrão) seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Não houve diferenças significativas em relação ao número total de ovos produzidos por cada espécie de coccinelídeo. Porém, *C. sanguinea* apresentou o maior número diário de ovos, 15,7 ovos/dia. FUNICHELLO (2010) obteve média diária e total de ovos inferior para *C. sanguinea* alimentada com *A. gossypii*, sendo essas médias de 3,79 e 362 ovos, respectivamente. O número total (716,1) e diário (9,2) de ovos de *H. axyridis* encontrados no presente estudo é menor do que o relatado por SANTOS et al.

(2009) que observaram para a espécie alimentada com *S. graminum*, número total (822,5) e diário (15,9) de ovos. Porém, CASTRO (2010) obteve (614) e (8,24), respectivamente, para a quantidade total e diária de ovos de *H. axyridis* quando alimentada com *C. atlantica* a 25°C, quantidades essas inferiores às obtidas nesse estudo. Para *H. convergens* foram registrados 279,6 e 3,6 para número total e diário de ovos, respectivamente. FIGUEIRA et al. (2005) encontraram 311,6 e 20,8 para número total e diário de ovos, respectivamente para *H. convergens* alimentada com *S. graminum*. As diferenças encontradas em relação aos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós oviposição e fecundidade entre os estudos citados podem ser devidas as diferentes condições de temperatura e espécies de presas utilizadas, pois segundo MICHAUD (2000) grupos de fêmeas de *C. sanguinea* podem apresentar diferentes taxas de fertilidade em função da qualidade nutricional da dieta que receberam.

Não foram observadas diferenças significativas na longevidade de machos e fêmeas dos três coccinelídeos estudados (Tabela 4). A dos machos variou de 97,4 a 115,7 dias e a das fêmeas de 96,5 a 135,0 dias. OLIVEIRA et al. (2005) observaram em relação ao presente estudo longevidade inferior (75,3 dias) para machos e superior para fêmeas (100 dias) de *C. sanguinea* alimentados com *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) a 25±1°C. KATO et al. (1999) observaram valor menor desta variável para machos e fêmeas de *H. convergens*, 92 dias, ao serem criados com a presa *S. graminum*. OLIVEIRA et al. (2004), em estudo comparativo entre *C. sanguinea* e *H. convergens*, registraram tempo de vida superior ao obtido nesse estudo, sendo esse de 140,82 e 132,56 dias, respectivamente, quando alimentadas com *C. atlantica*. Em estudo realizado por SANTOS et al. (2009), fêmeas de *H. axyridis* viveram 70,3 dias e machos viveram em média 76,2 dias, utilizando como alimento *S. graminum*, sendo esses resultados inferiores aos obtidos no presente experimento. CASTRO (2010) relatou tempo de vida inferior para adultos de *H. axyridis*, sendo esse de 89,13 dias, tendo como alimento o pulgão *C. atlantica*. Provavelmente os resultados divergentes de longevidade encontrados em diferentes experimentos devem-se às condições de temperatura em que esses foram conduzidos, uma vez que notadamente a temperatura

é uma variável ambiental que influencia fortemente a biologia e sobrevivência de insetos (ACAR et al. 2004).

4.5 Capacidade de predação de pulgões *Schizaphis graminum* por *Cycloneda sanguinea*, *Harmonia axyridis* e *Hippodamia convergens*

A capacidade dos coccinelídeos predarem pulgões *S. graminum* foi significativamente diferente entre as três espécies (Tabelas 5 e 6). Avaliando-se o consumo de pulgões durante o primeiro, segundo e terceiro instares observou-se que *H. axyridis* apresentou maior capacidade predatória em relação a *C. sanguinea* e *H. convergens*, que apresentaram similar capacidade predatória entre si (Tabela 5). No quarto instar, o consumo entre as espécies variou de 442,9 a 1.000,8 pulgões; *H. axyridis* e *C. sanguinea* apresentaram capacidade de predação semelhante nesse estágio, consumindo 901,1 e 1.000,8 pulgões, respectivamente. SANTA-CECÍLIA et al. (2001) destacaram que durante o quarto instar as larvas de coccinelídeos necessitam de maior quantidade de nutrientes para se transformarem em pupa e conseqüentemente para a posterior formação dos adultos. Observou-se que as três espécies apresentaram elevado consumo alimentar, que aumentou com a troca de instares, atingindo o pico no quarto estágio. Isso, provavelmente se deve por ser esse estágio o de maior duração (Tabela 1) e também pelo fato do predador consumir de 60 a 80% do total de presa durante esse estágio (HODEK & HONEK, 1996).

Tabela 5. Número de pulgões *Schizaphis graminum* consumidos por larvas de diferentes instares de *Cycloneda sanguinea*, *Harmonia axyridis* e *Hippodamia convergens* (25°C±1,0°C, UR 70±10% e 12h de fotofase).

Espécies	Consumo			
	1º instar	2º instar	3º instar	4º instar
<i>C. sanguinea</i>	43,5±3,38b	84,1±7,60b	86,6±5,06 b	901,1±51,11a
<i>H. axyridis</i>	86,6±5,78a	174,9±12,52a	231,3±31,45a	1.000,8±73,19a
<i>H. convergens</i>	43,8±6,28b	80,2±9,32b	101,1±11,50b	442,9±36,60b
F	20,72*	28,33*	19,07*	31,35*

*Médias (± erro padrão) seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Observando-se a capacidade de predação diária e total de pulgões *S. graminum* durante a fase larval dos coccinelídeos (Tabela 6), verificou-se que *H. axyridis* foi a que

apresentou a maior capacidade de predação diária (152,9 pulgões) e total (1.493,7 pulgões), seguida por *C. sanguinea* que apresentou consumo diário de 188,1 pulgões e total de 1.115,3 pulgões. *Hippodamia convergens* apresentou a menor média para capacidade diária (86,9 pulgões) e total (668,8 pulgões) de consumo.

Os resultados obtidos no presente experimento referentes à capacidade de predação de *C. sanguinea* foram superiores aos encontrados por OLIVEIRA et al. (2004), que registraram consumo diário de 23,63 e consumo total de 213,30 pulgões para a fase larval dessa espécie. Esses pesquisadores também registraram consumo diário de 27,99 e consumo total de 301,38 pulgões *C. atlantica* por larvas de *H. convergens*, sendo esse inferior ao obtido no presente experimento. CARDOSO & LÁZZARI (2003) encontraram consumo total inferior para *C. sanguinea* (109,9 pulgões) e *H. convergens* (216,6 pulgões) utilizando como presa o pulgão *C. atlantica* a temperatura de 25°C. Destaca-se que o tamanho das espécies de pulgões pode ser o fator responsável pelas diferenças de consumo observadas entre o presente experimento e os experimentos realizados por CARDOSO & LÁZZARI (2003) e OLIVEIRA et al. (2004), uma vez que o pulgão *C. atlantica* atinge de 2,0 a 7,0mm (PENTEADO et al. 2007), contra apenas 1,3 a 2,1mm de tamanho do pulgão *S. graminum* (NUESSLY & RUSSELL, 2005).

Adultos de *H. axyridis* apresentaram capacidade de predação diária (216,0) e total (2.159,8 pulgões) superior às de *C. sanguinea* e de *H. convergens*, sendo que essas duas últimas espécies não apresentaram diferenças significativas entre si na capacidade de predação durante a fase adulta (Tabela 6).

SOARES et al. (2004) obtiveram para adultos de *H. axyridis* capacidade diária de predação de 45,8 e 35,4 pulgões quando alimentados com *M. persicae* e *A. fabae*, respectivamente. OLIVEIRA et al. (2004) registraram capacidade de predação diária de 27,71 pulgões para *C. sanguinea* e de 31,27 pulgões para *H. convergens*, ambas alimentadas com *C. atlantica*. As diferenças de resultados observadas entre o presente experimento e os trabalhos de SOARES et al. (2004) e OLIVEIRA et al. (2004) provavelmente devem-se a utilização de espécies de pulgões, que possuem tamanhos diferentes, conforme discutido anteriormente.

C. sanguinea, *H. axyridis* e *H. convergens* são eficientes predadoras do pulgão *S. graminum*, apresentando potencial para controlar essa praga, porém, *H. axyridis* se destaca por possuir maior capacidade de predação em relação às demais espécies avaliadas tanto na fase larval como na fase adulta.

Tabela 6. Consumo diário e total de pulgões *Schizaphis graminum* por larvas diferentes instares de *Cycloneda sanguinea*, *Harmonia axyridis* e *Hippodamia convergens* (25°C±1,0°C, UR 70±10% e 12h de fotofase).

Espécies	Larvas		Adultos	
	Diária	Total	Diária	Total em 10 dias
<i>C. sanguinea</i>	188,1±9,44a	1.115,3±54,35b	146,7±13,86b	1.466,9±138,57b
<i>H. axyridis</i>	152,9±7,59b	1.493,7±72,74a	216,0±6,42a	2.159,8±64,23a
<i>H. convergens</i>	86,9±6,27c	668,8±63,97c	165,8±13,13b	1.641,8±145,77b
F	29,71*	30,45*	10,24*	9,93*

*Médias (± erro padrão) seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

4.6 Tabela de vida de fertilidade de *Cycloneda sanguinea*, *Harmonia axyridis* e *Hippodamia convergens*

As tabelas de vida de fertilidade foram construídas para as três espécies avaliadas (Apêndice 1A, 2A e 3A).

A fertilidade específica (m_x) representa o número de descendentes fêmeas produzidos por fêmea na idade x (intervalo de idade no qual foi tomada a amostra), sendo (l_x) a taxa de sobrevivência na idade x (SILVEIRA NETO et al. 1976).

Observou-se para *C. sanguinea* que a fertilidade específica permaneceu constante praticamente durante toda a vida adulta, sendo obtida entretanto maior fertilidade entre 40 e 42 dias de idade (Fig. 1). Fêmeas de *C. sanguinea* ovipositaram durante todo o período de sobrevivência da fase adulta. Para taxa de sobrevivência (l_x) foi observada queda gradual que se iniciou aproximadamente aos 17 dias, tendo os adultos de *C. sanguinea* sobrevivido até 88 dias.

A fertilidade específica de *H. axyridis*, apesar de apresentar alguns picos de aumento, diminuiu gradualmente, tendo as fêmeas ovipositado até os 100 dias de idade

(Fig. 2). A taxa de sobrevivência permaneceu constante até aproximadamente os 58 dias, apresentando a seguir queda gradual até atingir 148 dias. A partir de então l_x permaneceu constante, sendo observada longevidade de até 208 dias.

Hippodamia convergens caracterizou-se por apresentar a fertilidade específica com queda linear desde o início do período de oviposição e a partir dos 46 dias aproximadamente as fêmeas não realizaram mais posturas (Fig. 3). A sobrevivência de adultos manteve-se constante até os 67 dias, apresentando queda linear até os 73 dias e permanecendo constante até os 139 dias. Após este período, observou-se nova queda linear na sobrevivência, que se estendeu até a total mortalidade dos adultos aos 181 dias.

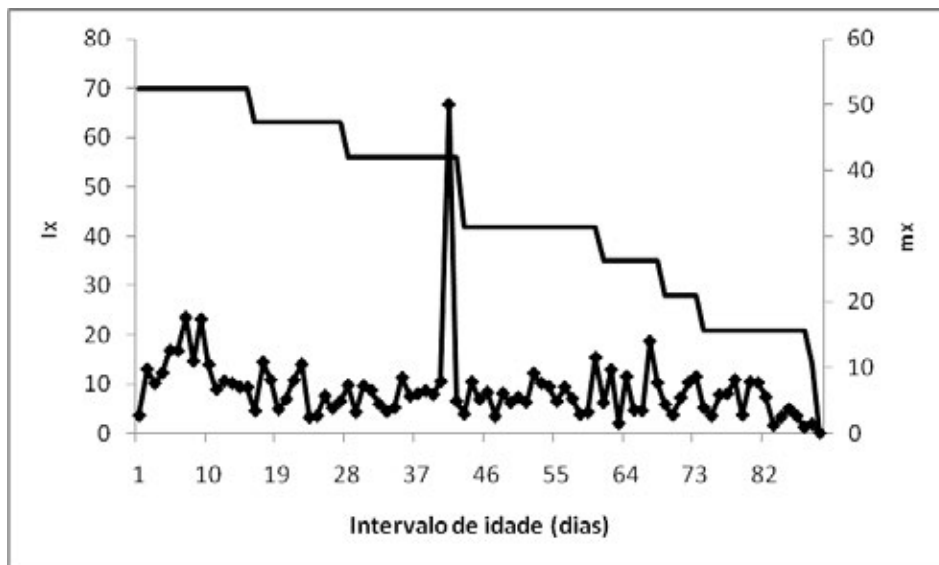


Figura 1. Probabilidade de sobrevivência (l_x), expresso em porcentagem e fertilidade específica (m_x), expresso em nº médio de ovos/dia, de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani). Temperatura de $25^{\circ}\text{C}\pm 1,0^{\circ}\text{C}$, fotofase de 12 horas e UR $70\pm 10\%$.

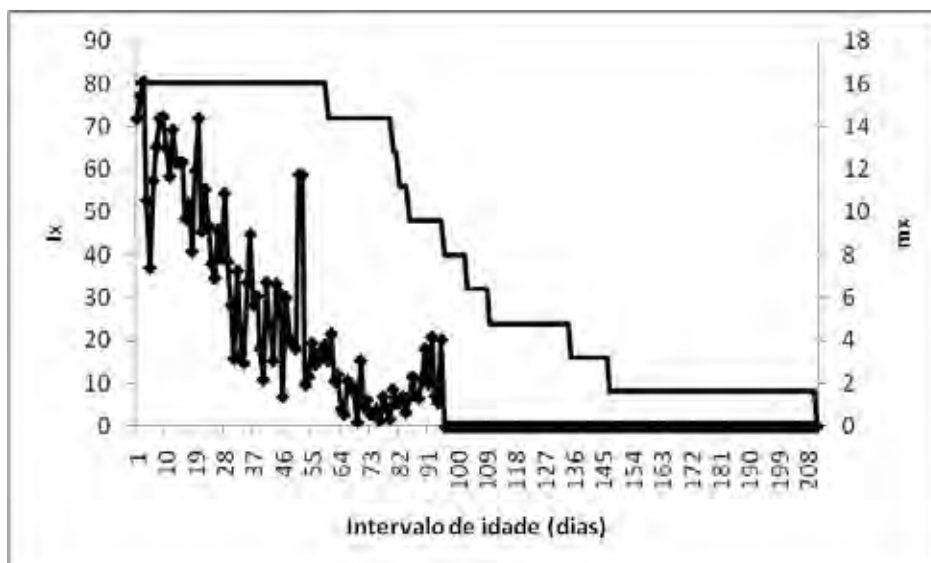


Figura 2. Probabilidade de sobrevivência (l_x), expresso em porcentagem e fertilidade específica (m_x), expresso em nº médio de ovos/dia, de *Harmonia axyridis* (Pallas) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani). Temperatura de $25^{\circ}\text{C}\pm 1,0^{\circ}\text{C}$, fotofase de 12 horas e UR $70\pm 10\%$.

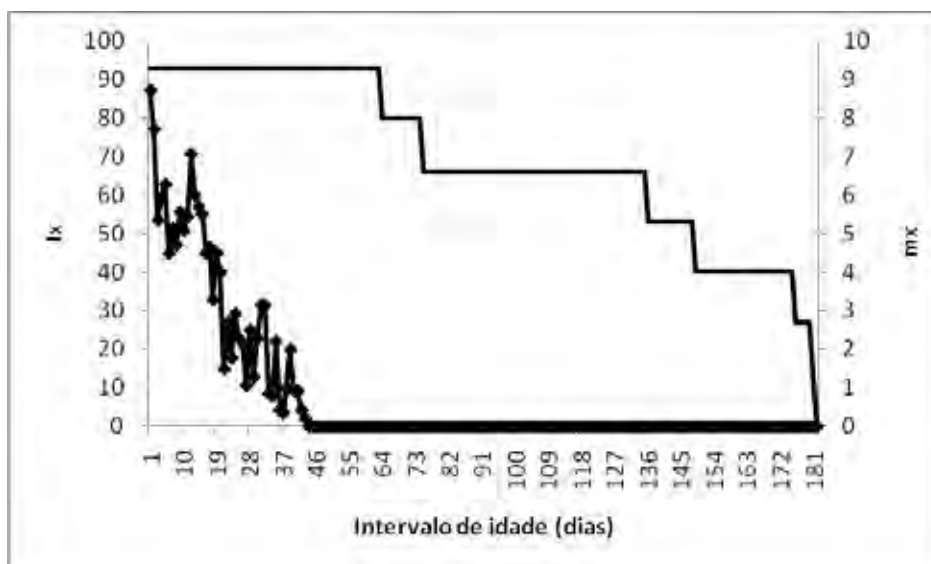


Figura 3. Probabilidade de sobrevivência (l_x), expresso em porcentagem e fertilidade específica (m_x), expresso em nº médio de ovos/dia, de *Hippodamia convergens* (Guérin-Meneville) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani). Temperatura de $25^{\circ}\text{C}\pm 1,0^{\circ}\text{C}$, fotofase de 12 horas e UR $70\pm 10\%$.

4.6.1 Taxa líquida de reprodução

A taxa líquida de reprodução (R_0), que demonstra o número de fêmeas que cada fêmea é capaz de originar durante sua vida, foi semelhante entre as três espécies. *Cycloneda sanguinea*, *H. axyridis* e *H. convergens* apresentaram taxa líquida de reprodução de 278,40; 409,31 e 136,32, respectivamente (Tabela 7).

WANDERLEY (2003) encontrou R_0 de 9,18 para *C. sanguinea* alimentada com inflorescências de erva-doce contendo o pulgão *Hyadaphis foeniculi* (Passerini) e néctar, em casa de vegetação, sob condições de temperatura não controladas.

ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001) observaram que, a 27°C, *H. axyridis* apresentou R_0 de 289,11 e 234,96 quando alimentada, respectivamente, com ovos frescos e congelados de *S.cerealella*. SANTOS (2009) obteve R_0 de 632,7 ao alimentar *H. axyridis* com *C. atlantica* a 24°C. No entanto, alguns estudos mantendo *H. axyridis* a 25°C proporcionaram que fossem obtidos valores de R_0 inferiores aos encontrados no presente estudo. Assim, LANZONI et al. (2004) ao realizarem o estudo comparativo de parâmetros de tabela de vida entre a joaninha exótica *H. axyridis*, *H. variegata* e *A. bipunctata*, obtiveram R_0 de 26,27 para *H. axyridis* tendo como presa *M. persicae*. ARRUDA FILHO (2005) relatou R_0 de apenas 13,7 para *H. axyridis* alimentada com o pulgão *Toxoptera citricida* (Kirkaldy), enquanto CASTRO (2010) relatou para *H. axyridis* $R_0= 278,03$ quando a joaninha foi alimentada com *C. atlantica*.

Tabela 7. Parâmetros da tabela de vida de fertilidade de *Cycloneda sanguinea*, *Harmonia axyridis* e *Hippodamia convergens* alimentados com *Schizaphis graminum* (25°C±1,0°C, UR 70±10% e 12h de fotofase).

Espécie	Parâmetros				
	R_0	T	r_m	λ	TD
<i>C. sanguinea</i>	278,40 a	20,35a	0,28a	1,32a	2,51a
<i>H. axyridis</i>	409,31a	18,24ab	0,33a	1,39a	2,10a
<i>H. convergens</i>	136,31a	9,80b	0,50a	1,65a	1,38a

R_0 : taxa líquida de reprodução; T: intervalo de tempo entre cada geração; r_m : capacidade inata de aumentar em número; λ : razão finita de aumento; TD: Tempo para a população duplicar em número.

As variações nos valores de R_0 encontradas entre os estudos citados provavelmente ocorreram devido a diferenças na qualidade nutricional das presas utilizadas, uma vez que CASTRO (2011) observou que o predador coccinélídeo *Zagreus bimaculosus* (Mulsant) tem sua fecundidade significativamente afetada pela alimentação.

De acordo com HORM (1988), valores de R_0 acima da unidade, indicam aumento populacional. Portanto, os resultados do presente estudo, indicando elevada taxa líquida de reprodução para as três espécies avaliadas, demonstram a grande capacidade de crescimento de populações desses predadores.

4.6.2 Intervalo de tempo entre cada geração

O intervalo de tempo entre cada geração (T) expressa o tempo médio, em dias, entre duas gerações consecutivas. O valor de T foi significativamente diferente entre *C. sanguinea* e *H. convergens*, que apresentaram, respectivamente, T de 20,35 e 9,80 dias. *Harmonia axyridis* (T= 18,24) não diferiu das demais em relação a esse parâmetro (Tabela 7). WANDERLEY (2003) sob condições não controladas encontrou T de 21,17 dias para *C. sanguinea* alimentada com *H. foeniculi*, sendo esse resultado próximo ao obtido no presente experimento.

ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001) observaram que a 27°C, *H. axyridis* apresentou T de 37,87 e 45,04 dias quando alimentada, respectivamente, com ovos frescos e congelados de *S.cerealella*. SANTOS (2009) obteve para a mesma espécie T de 26,70 a 24°C. Estudos realizados mantendo-se *H. axyridis* a 25°C proporcionaram valores de T superiores os obtidos no presente estudo. Dessa forma, LANZONI et al. (2004) obtiveram valor de T= 38,81 para *H. axyridis*, tendo como presa *M. persicae*. ARRUDA FILHO (2005) relatou T de 43,5 para *H. axyridis* quando alimentada como pulgão *T. citricida* e CASTRO (2010) obteve T de 39,48 dias, ao alimentar *H. axyridis* com *C. atlantica*. CASTRO (2010) ressaltou que no Brasil *H. axyridis* é uma espécie multivoltina, apresentando várias gerações ao ano de acordo com a região onde é encontrada.

A qualidade nutricional do alimento consumido exerce influência sobre T. O valor reduzido desse parâmetro observado no presente estudo em relação a outros pesquisadores, sugerem que *S. graminum* apresentou adequada qualidade nutricional para as espécies avaliadas, além disso, observa-se que para *C. sanguinea* e *H. axyridis*, o consumo de *S. graminum* permitiu a ocorrência de maior número de gerações em menor tempo, quando comparado a outras presas, incluindo outras espécies de pulgões. Sendo assim, a utilização de *S. graminum* como alimento, nas condições testadas, permite a rápida multiplicação das três espécies de predadores, indicando ser essa presa adequada à criação destes coccinelídeos em laboratório.

4.6.3 Capacidade inata de aumentar em número

Segundo SILVEIRA NETO et al. (1976), a capacidade inata de aumentar em número (r_m) pode ser definida como a máxima razão de aumento obtido por uma população em condições ótimas de espaço, alimentação e influência intra-específica, não considerando-se a influência inter-específica. *Cycloneda sanguinea* ($r_m = 0,28$), *H. axyridis* ($r_m = 0,33$) e *H. convergens* ($r_m = 0,50$), não apresentaram diferença significativa entre si em relação à capacidade inata de aumentar em número (Tabela 7).

WANDERLEY (2003) relatou $r_m = 0,67$ para *C. sanguinea* ao consumir o pulgão *H. foeniculi*, sob condições não controladas.

ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001) a 27°C obtiveram para *H. axyridis* $r_m = 0,15$ e $r_m = 0,12$ utilizando como alimento, respectivamente, ovos frescos e congelados de *S. cerealella*. SANTOS (2009) a 24°C registrou para a referida espécie $r_m = 0,24$. Estudos realizados mantendo *H. axyridis* a 25°C proporcionaram r_m inferior ao obtido na presente pesquisa. Assim, LANZONI et al. (2004) obtiveram para *H. axyridis* r_m de 0,089, ao receber como alimento *M. persicae*. Ressaltam que a espécie exótica apresentou r_m inferior quando comparada a *H. variegata* ($r_m = 0,11$) e superior comparada a *A. bipunctata* ($r_m = 0,081$) e CASTRO (2010) registrou $r_m = 0,14$ para *H. axyridis*, utilizando como alimento *C. atlantica*.

Os resultados de r_m obtidos para as espécies *C. sanguinea*, *H. convergens* e *H. axyridis* também evidenciam que *S. graminum* e a temperatura de 25°C proporcionaram condições favoráveis para criação desses coccinelídeos sob condições de laboratório.

A capacidade inata de aumentar em número pode ser fortemente afetada por mudanças ambientais (SILVEIRA NETO et al. 1976). Portanto, as diferenças observadas entre os resultados obtidos na presente pesquisa em comparação aos obtidos por ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001) e SANTOS (2009), que utilizaram temperaturas diferentes, e os resultados obtidos por LANZONI et al. (2004) e CASTRO (2010) que utilizaram presas diferentes, ressaltam que o estudo da taxa de aumento populacional, é muito importante também para se comparar o desempenho de uma mesma espécie submetida a diferentes condições ambientais e de alimentação (KIYINDOU & FABRES, 1984).

Quando as condições ambientais são favoráveis, a capacidade das populações aumentarem em número é positiva e quando desfavoráveis essa capacidade é negativa (SILVEIRA NETO et al. 1976). Os resultados obtidos na presente pesquisa indicam que as condições de temperatura e umidade utilizadas foram favoráveis em relação à capacidade inata de aumentar em número para as três espécies avaliadas.

Cycloneda sanguinea, *H. axyridis* e *H. convergens* apresentam capacidade inata de aumentar em número mais elevada que algumas espécies de afídeos pragas como *C. atlantica* ($r_m = 0,20$), *M. persicae* ($r_m = 0,012$) e *S. graminum* ($r_m = 0,26$) (PENTEADO, 2007 ; CIVIDANES & SOUZA, 2003; NUSSLY et al. 2008). Segundo van LENTEREN (1986), um agente de controle biológico é efetivo quando apresenta r_m semelhante ou superior ao de suas presas. Portanto, os resultados de r_m obtidos no presente estudo sugerem que *C. sanguinea*, *H. axyridis* e *H. convergens* apresentam potencial para controlar as referidas espécies de pulgões.

4.6.4 Razão finita de aumento populacional

A razão finita de aumento populacional (λ) expressa o número de indivíduos que se agrega à população por indivíduo e por unidade de tempo (CASTRO, 2010).

Entre *C. sanguinea* ($\lambda = 1,32$), *H. axyridis* ($\lambda = 1,39$) e *H. convergens* ($\lambda = 1,65$), não foi observada diferença significativa em relação à razão finita de aumento populacional (Tabela 7).

Uma vez que a temperatura exerce forte influência sobre a biologia de insetos, estudos desenvolvidos utilizando-se temperatura superior ou inferior a 25°C proporcionaram valores de λ inferiores aos registrados no presente estudo. ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001) registraram para *H. axyridis* λ de 1,17 e 1,13, quando alimentada, respectivamente, com ovos frescos e congelados de *S. cerealella* a 27°C e SANTOS (2009) utilizando a temperatura de 24°C registrou λ de 1,28 para *H. axyridis*.

Segundo LAROCCA (1995), a capacidade positiva de aumento populacional indica que as condições sob as quais os insetos foram mantidos foram favoráveis ao seu desenvolvimento.

4.6.5 Tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos

Avaliando-se o tempo necessário para a população duplicar em número (TD) de indivíduos, observou-se que *C. sanguinea* (TD= 2,51), *H. axyridis* (TD= 2,10) e *H. convergens* (TD= 1,65) não diferiram significativamente entre si (Tabela 7). WANDERLEY (2003) relatou TD= 9,1 dias, para *C. sanguinea* alimentada com *H. foeniculi*, sendo este valor superior ao obtido no presente estudo.

ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001) obtiveram TD= 4,53 e TD= 5,52, ao alimentarem *H. axyridis* com ovos frescos e congelados de *S. cerealella* a 27°C, resultados superiores aos obtidos na presente pesquisa, enquanto SANTOS (2009) e CASTO (2010) encontraram valores superiores para *H. axyridis*, TD= 2,9 dias a 24°C e TD= 4,95 dias a 25°C, respectivamente, oferecendo *C. atlantica* como presa.

Os valores de TD obtidos nesse estudo indicam que as três espécies têm condições de duplicar a população em menos de três dias, característica relevante para agentes de controle biológico de pragas criados massalmente em condições de laboratório. Assim, essas espécies demonstraram potencial para rápida multiplicação em laboratório e possivelmente para utilização no controle biológico aplicado.

5. CONCLUSÕES

- A maior duração da fase larval e maior peso do adulto de *H. axyridis* conferem vantagens à espécie na competição com *C. sanguinea* e *H. convergens*.

- Larvas e adultos de *H. axyridis* apresentam maior capacidade de consumirem *S. graminum* que *C. sanguinea* e *H. convergens*.

-Os valores similares da capacidade inata de aumentar em número de *C. sanguinea*, *H. axyridis* e *H. convergens* lhes conferem igual potencial para atuarem como agentes de controle biológico.

6. REFERÊNCIAS

- 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**, Berlin, v. 125, n. 8, p. 455-462, 2001.
- ACAR, E.B.; MILL, D.D.; SMITH, B.N.; HANSEN, L.D.; BOOTH, G.M. Calorespirometric determination of the effects of temperature on metabolism of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) from second instars to adult. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 33, n. 4, p. 832-838, 2004.
- ACAR, E.B.; MILL, D.D.; SMITH, B.N.; HANSEN, L.D.; BOOTH, G.M. Comparison of respiration in adult *Harmonia axyridis* Pallas and *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 34, n. 2, p. 241-245, 2005.
- ALMEIDA, L.M.; SILVA, V.B. Primeiro registro de *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae): um coccinélídeo originário da região Paleártica. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 941-944, 2002.
- AL-MOUSAWI, A.H.; RICHARDSON, P.E.; BURTON, R.L. Ultrastructural studies on greenbug (Hemiptera: Aphididae) feeding damage to susceptible and resistant wheat cultivars. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 76, n. 6, p. 964-971, 1983.
- ARRUDA FILHO, G.P. **Morfologia e Aspectos Biológicos da “Joaninha Asiática Multicolorida” *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae) Predador Do “Pulgão Preto Do Citrus” *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera, Aphididae)**. 2005. 55 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

AZEREDO, E.H.; CASSINO, P.C.R.; CARVALHO, A.G.; LIMA, E. Occurrence of *Cycloneda sanguinea* L. (Coleoptera: Coccinellidae) as predator in an insect infestation associated with potato (*Solanum tuberosum* L.) in the district of Pinheiral, RJ. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 7, n. 1, p. 198-207, 2000.

AZEREDO, E.H.; PERRUSO, J.C.; MENEZES, E.B.; CASSINO, P.C.R. Utilization of *Brassica oleracea* L., with attractive simultaneous plant of *Myzus persicae* (Sulzei, 1776) and *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) in potato (*Solanum tuberosum* L.) crop area. **Revista Universidade Rural. Série Ciências da Vida**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 89-95, 2004.

BERKVEN, N.; BONTE, J.; BERKVEN, D.; TIRRY, L.; DE CLERQ, P. Influence of diet and photoperiod on development and reproduction of European populations of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). In: ROY, H.E.; WAJNBERG, E. **From Biological Control to Invasion: the Ladybird *Harmonia axyridis* as a Model Species**. 1. ed. Springer, 2008. cap.14, p. 211-221.

BERTHIAUME, R.; HEBERT, C.; CLOUTIER, C. Comparative use of *Mindarus abietinus* (Homoptera: Aphididae) by two coccinellids (Coleoptera: Coccinellidae), the native *Anatis mali* and the exotic *Harmonia axyridis*, in a Christmas tree plantation. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 36, n. 2, p. 319-328, 2007.

BJORNSON, S. Natural enemies of the convergent lady beetle, *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville: Their inadvertent importation and potential significance for augmentative biological control. **Biological Control**, Orlando, v. 44, p. 305–311, 2008.

BOIÇA JUNIOR, A.L.; SANTOS, T.M.; KURANISHI, A.K. Larval development and predatory capacity of *Cycloneda sanguinea* (L.) and *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville fed on *Aphis gossypii* Glover on cotton cultivars. **Acta Scientiarum – Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 239-244, 2004.

BRACAMONTES, J.J.J.; GUTIERREZ, H.J.; COVARRUBIAS, A.M. Predation capacity of *Hippodamia convergens* G. on rose aphid *Macrosiphum rosae* L. in the nursery. **Manejo Integrado de Plagas**, Buenos Aires, v. 38, p. 33-36, 1995.

CARDOSO, J.T.; LAZZARI, S.M.N. Comparative biology of *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) and *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville, 1842 (Coleoptera, Coccinellidae) focusing on the control of *Cinara* spp. (Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 47, n. 3, p. 443-446, 2003a.

CARDOSO, J.T.; LAZZARI, S.M.N. Consumption of *Cinara* spp. (Hemiptera, Aphididae) by *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) and *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville, 1842 (Coleoptera, Coccinellidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 47, n. 4, p. 559-562, 2003b.

CARVALHO, F.D. **Influência de fatores ambientais e aspectos biológicos de *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville, 1842 (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae)**. 2009. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia- Entomologia), Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2009.

CASTRO, C.F. **Biologia, parâmetros de crescimento populacional e preferência alimentar de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae)**. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2010.

CASTRO, R.M. **Biologia e Exigências Térmicas de *Zagreus bimaculosus* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae)**. 2011. 56 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

CIVIDANES, F.J.; SOUZA, V.P. Exigências térmicas e tabelas de vida de fertilidade de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) em laboratório. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 413-419, 2003.

COSME, L.V.; CARVALHO, G.A.; MOURA, A.P. Efeitos de inseticidas botânico e sintéticos sobre ovos e larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae) em condições de laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 74, n.3, p. 251-258, 2007.

FIGUEIRA, L.K. **Controle integrado do pulgão-verde, *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae), utilizando genótipos de sorgo resistentes e o predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae).** 2001.71f. Tese (Doutorado em Agronomia- Entomologia Agrícola)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal- SP. 2001.

FIGUEIRA, L.K.; TOSCANO, L.C; LARA, F.M.; BOIÇA JR, A.L. Aspectos biológicos de *Hippodamia convergens* e *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae) sobre *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, Madrid, v. 29, p. 3-7, 2003.

FIGUEIRA, L.K.; SANTOS, T.M.; LARA, F.M.; BOIÇA JUNIOR, A.L. Effect of sorghum genotypes on the development of *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae), greenbug predator, *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). **Acta Scientiarum – Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 3, p. 555-559, 2005.

FINLAYSON, C.J.; ALYOKHIN A.V.; PORTER, E. W. Interactions of native and non-native lady beetle species (Coleoptera: Coccinellidae) with aphid-tending ants in laboratory arenas. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 38, n. 3, p. 846-855, 2009.

FLINT, M. L.; DREISTADT, S. H. Interactions among convergent lady beetle (*Hippodamia convergens*) releases, aphid populations, and rose cultivar. **Biological Control**, Orlando, v. 34, n. 1, p. 38-46, 2005.

FUNICHELLO, M. **Aspectos biológicos de *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) e de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), criados nas cultivares Deltaopal e Nuopal (Bollgard I).** 2010. 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia- Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

GUERREIRO, J.C. A importância das joaninhas no controle biológico de pragas no Brasil e no mundo. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 3, n. 5, 2004. Disponível em: <www.revista.inf.br/agro05/notas/nota01.pdf>. Acesso: 20 dez. 2011.

GURNEY, B.; HUSSEY, N.W. Evaluation of some coccinellid species for the biological control of aphids in protected cropping. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 65, p. 451–458, 1970.

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

HODEK, I. **Biology of Coccinellidae**. Prague: Academy of Science, 1973. 260p.

HODEK, I.; HONEK, A. **Ecology of Coccinellidae**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996. p. 464.

HOFFMANN, M.P.; FRODSHAM, A.C. **Natural enemies of vegetable pests**. Ithaca: Cooperative Extension, Cornell University, 1993. 63 p.

HORM, D. J. **Ecological approach to pest management**. New York: Guilford Press, 1988. 285p.

IPERTI, G. Biodiversity of predaceous Coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, n.1/3, p. 323-342, 1999.

ISIKBER, A.A.; COPLAND, M.J.W. Pre-introductory evaluation of a coccinellid predator, *Cycloneda sanguinea* L. (Coleoptera: Coccinellidae) for biocontrol of cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Aphididae: Hemiptera) in glasshouses. **Bulletin OILB/SROP**, Dijon, v. 23, n.1, p. 165-179, 2000.

KATO, C.M.; BUENO, V.H.P.; MORAES, J.C.; AUAD, AM. Criação de *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 455-459, 1999.

KATSAROU, I.; MARGARITOPOULOS, J. T.; TSITSIPIS, J.A.; PERDIKIS, D. C.; ZARPAS, K.D. Effect of temperature on development, growth and feeding of *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia convergens* reared on the tobacco aphid, *Myzus persicae nicotianae*. **BioControl**, Dordrecht, v. 50, p. 565–588, 2005.

KIYINDOU, A.; FABRES, G. Étude de la capacité d'accroissement chez *Hyperaspis raynevali* (Coleoptera: Coccinellidae) prédateur introduit au Congo pour La regulation dès populations de *Phenacoccus manihoti* (Homoptera: Pseudococcidae). **BioControl**, Dordrecht, v. 32, n. 2, p. 181-189, 1987.

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**, Wallingford, v. 3, n. 32, p. 1-16, 2003.

KOCH, R.L.; VENETTE, R.C.; HUTCHISON, W.D. Invasions by *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) in the Western Hemisphere: implications for South America. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, p. 421-434, 2006.

KREBS, C.J. **Ecology**: the experimental analysis of distribution and abundance. New York : Harper & Row, 1994. 801p.

LANZONI, A.; ACCINELLI, G.; BAZZOCCHI, G.G.; BURGIO, G. Biological traits and life

table of the exotic *Harmonia axyridis* compared with *Hippodamia variegata* and *Adalia bipunctata* (Coleoptera, Coccinellidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 128, n. 4, p. 298-306, 2004.

LAROCA, S. **Ecologia**: princípios e métodos. Petrópolis: Vozes, 1995. 197 p.

LATGÉ, J.P.; PAPIEROK, B. Aphid pathogens. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P (Ed.). **Aphids**: their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 1988. v. 2B, p. 323-335.

LOECK, A.E.; GIOLO, F.P.; MANZONI, C.G.; BORBA, R.S.; AZEVEDO, R.; CENTENARO, E.D. Reprodução dos pulgões *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758) e *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em cultivares de aveia branca. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 237-240, 2006.

MAIA, A. de H.N.; LUIZ, A.J.B., CAMPANHOLA, C. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, n. 2, p. 511-518, 2000.

MARTINS, C.B.C.; ALMEIDA, L. M.; ZONTA-DE-CARVALHO, R.C.; CASTRO, C.F.; PEREIRA, R.A. *Harmonia axyridis*: a threat to Brazilian Coccinellidae? **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 53, n. 4, p. 663–671, 2009.

MEYER, J.S.; ITERSOLL, C.G.; MACDONALD, L.L.; BOYCE, M.S. Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. **Ecology**, Durham, v. 67, p. 1156-1166, 1986.

MICHAUD, J.P. Development and reproduction of ladybeetles (Coleoptera: Coccinellidae) on the citrus aphid *Aphis spiraecola* Patch and *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae). **Biological Control**, San Diego, v. 18, n. 3, p.287-297, 2000.

MICHAUD, J.P. Invasion of the Florida citrus ecosystem by *Harmonia axyridis*

(Coleoptera: Coccinellidae) and asymmetric competition with a native species, *Cycloneda sanguinea*. **Environmental Entomology**, College Park, v. 31, p. 827-835, 2002.

MILLÉO, J.; SOUZA, J.M.T.; CASTRO, J.P.; CORRÊA, G.H. Coccinelídeos (Insecta, Coleoptera) presentes em hortaliças (Ponta Grossa - PR). **Publicatio UEPG - Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v. 13, n. 2, p. 71-80, 2007.

MIZELL, R. F. Impact of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) on native arthropod predators in pecan and crape myrtle. **Florida Entomological Society**, London, v. 90, n. 3, 2007.

NUESSLY, G.S.; NAGATA R.T.; BURD, J.D.; HENTZ M.G.; CARROLL, A.S; HALBER , S.E. Biology and Biotype Determination of Greenbug, *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae), on Seashore Paspalum Turfgrass (*Paspalum vaginatum*). **Environmental Entomology**, College Park, v. 37, n. 2, p. 586-591, 2008.

NUESSLY, G.S.; RUSSELL, T.N. **Greenbug, *Schizaphis graminum* (Rondani) (Insecta: Hemiptera: Aphididae)**. IFAS, 2005. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu>>. Acesso em: 05 jan. 2012.

OLIVEIRA, E.E.; OLIVEIRA, C.L.; SARMENTO, R.A.; FADINI, M.A.M.; MOREIRA, L.R. Aspectos biológicos do predador *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentado com *Tetranychus evansi* (Baker e Pritchard, 1960) (Acari: Tetranychidae) e *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1978) (Homoptera: Aphididae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 21, n. 2, p. 33-39, 2005.

OLIVEIRA, N. C. **Efeito de diferentes sistemas de manejos de plantas invasoras sobre o controle biológico e incidência de *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae) em *Pinus taeda* e biologia de coccinelídeos (Coleoptera)**. 2003, 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

OLIVEIRA, N.C.; WILCKEN, C.F.; MATOS, C.A.O. Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinelídeos (Coleoptera, Coccinellidae) sobre o pulgão-gigante-do pinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 48, n. 4, p. 529-533, 2004.

PELL, J.K.; BAVERSTOCK, J.; ROY, H.E.; WARE, R.L.; MAJERUS, M.E.N. Intraguild predation involving *Harmonia axyridis*: a review of current knowledge and future perspectives. **BioControl**, Dordrecht, v. 53, n. 1, p. 147-168, 2008.

PENTEADO, S.R.C. ***Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera, Aphididae): um estudo de biologia e associações**. 2007. 223 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

PENTEADO, S.R.C.; TRENTINI, R.F.; IEDE, E.T.; FILHO, W.R.; Ocorrência, distribuição, danos e controle de pulgões do gênero *Cinara* em *Pinus* spp. no Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 30, n. 1/2, p. 55-64, 2007.

PHOOFOLO, M.W.; GILES, K. L.; ELLIOTT, N.C. Quantitative evaluation of suitability of the greenbug, *Schizaphis graminum*, and the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi*, as prey for *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). **Biological Control**, Orlando, v. 41, n.1, p. 25-32, 2007.

POUTSMA, J.; LOOMANS, A.J.M.; AUKEMA, B.; HEIJERMAN, T. Predicting the potential geographical distribution of the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*, using the CLIMEX model. **Biocontrol**, Dordrecht, v. 53, n. 1, p. 103-125, 2007.

PRICE, P.W. **Insect ecology**. 2nd ed. New York : John Wiley, 1984. 607p

RANKIN, M.A.; RANKIN, S. Some factors affecting presumed migratory flight activity of the convergent ladybeetle, *Hippodamia Convergens* (Coccinellidae: Coleoptera). **Biological Bulletin**, Taichung, v. 158, p. 356- 369, 1980.

RODRIGUES, S.M.M.; BUENO, V.H.P.; SAMPAIO, M.V. Tabela de vida de fertilidade

de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera, Aphidiidae) em *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 637-642, 2003.

ROY, H.; BROWN, P.; MAJERUS, M. *Harmonia axyridis*: a successful biocontrol agent or an invasive threat? In: ELLENBERG, J.; HOKKANEM, H.M.T. **An ecological and societal approach to biological control**. Dordrecht: Springer, 2006. v. 2, p. 295-309.

RUBIN-DE-CELIS, V.E.; GASSEN, D.N.; CALLEGARI-JACQUES, S.M.; VALENTE, V.L.S.; OLIVEIRA, A.K. Morphometric Observations on Three Populations of *Schizaphis graminum* (Rondani), a Main Wheat Aphid Pest in Brazil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 417-428, 1997.

SANTA-CECÍLIA, L.V.C.; GERVÁSIO, R.C.R.G.; TÔRRES, R.M.S.; NASCIMENTO, F.R. Aspectos biológicos e consumo alimentar de larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 6, p. 1273-1278, 2001.

SANTOS, A.A. **Aspectos Biológicos e capacidade de Consumo de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae)**. 2009. 43f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SANTOS, N.R.P.; SANTOS- CIVIDANES, T.M.; CIVIDANES, F.J.; ANJOS, A.C.R.; OLIVEIRA, L.V.L. Aspectos biológicos de *Harmonia axyridis* alimentada com duas espécies de presas e predação intraguilda com *Eriopsis connexa*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 6, p. 554-560, 2009.

SANTOS, T.M.; FIGUEIRA, L.K.; BOIÇA JR, A.L.; LARA, F.M.; CRUZ, I. Efeito da alimentação de *Schizaphis graminum* com genótipos de sorgo no desenvolvimento do predador *Cycloneda sanguinea*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 5, p. 555-560, 2003.

SILVA F. R.; VASCONCELOS G.J.N.; GONDIM JR, M.G.C.; OLIVEIRA, J.V. Exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade de *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 291-296, 2005.

SILVA, F.A.C.; MARTINEZ, S.S. Effect of Neem Seed Oil Aqueous Solutions on Survival and Development of the Predator *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 751-757, 2004.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1976. 419 p.

SOARES, A. O.; CODERRE, D.; SCHANDERL, H. Dietary self-selection behaviour by the adults of the aphidophagous ladybeetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 73, n. 3, p. 478–486, 2004.

SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods**. 2nd ed. London: Chapman and Hall, 1978. 524p.

VALLEJO, M.C.T.; NAPOLES, J.R.; SANCHEZ, J.L.C. Distinguishing biological characteristics between *Hippodamia convergens* Guerin and *H. koebelei* Timberlake (Coleoptera: Coccinellidae). **Folia Entomologica Mexicana**, Mexico, v. 86, n. 14, p. 25-40, 1992.

VAN LENTEREN, J.C. Parasitoids in the greenhouse: successes with seasonal inoculative release systems, In: WAAGE, J.; GREATHEAD, D. **Insect parasitoids**. London: Academic Press, 1986. p. 342-374.

VELOSO, V.R.S.; NAVES, R.V.; NASCIMENTO, J.L.; FERNANDES, P.M.; GARCIA, A.H. Aspectos biológicos de *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 25, n. 2, p. 123-127, 1995.

WANDERLEY, P.A.; PALHANO, M.A.; FILHO, J.R.M.; WANDERLEY, M. J. A.; FERNANDES, F. S. Reprodução de Joaninhas Alimentadas com Pulgões e Néctar de

Erva-Doce. In: ENCONTRO TEMÁTICO AMBIENTE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2003. v. 2.

WARE, R.L.; MAJERUS, M.E.N. Intraguild predation of immature stages of British and Japanese coccinellids by the invasive ladybird *Harmonia axyridis*. **BioControl**, Dordrecht, v. 53, n. 1, p. 169-188, 2008.

7. APÊNDICES

Apêndice 1A. Tabela de vida de fertilidade de *Cycloneda sanguinea*, tendo como alimento o pulgão *Schizaphis graminum* a 25°C.

x	l_x	m_x	$l_x m_x$	$m_x l_x x$
1	0,70	2,6680	1,8676	1,868
2	0,70	9,7520	6,8264	13,653
3	0,70	7,5440	5,2808	15,842
4	0,70	9,2000	6,4400	25,760
5	0,70	12,6040	8,8228	44,114
6	0,70	12,5455	9,6600	57,960
7	0,70	17,6180	12,3326	86,328
8	0,70	10,9480	7,6636	61,309
9	0,70	17,3420	12,1394	109,255
10	0,70	10,4420	7,3094	73,094
11	0,70	6,6700	4,6690	51,359
12	0,70	7,9580	5,5706	66,847
13	0,70	7,5900	5,3130	69,069
14	0,70	6,9920	4,8944	68,522
15	0,70	6,9460	4,8622	72,933
16	0,63	3,3733	2,1252	34,003
17	0,63	10,7844	6,7942	115,501
18	0,63	8,0756	5,0876	91,577
19	0,63	3,6289	2,2862	43,438
20	0,63	5,1622	3,2522	65,044
21	0,63	8,0244	5,0554	106,163
22	0,63	10,4778	6,6010	145,222
23	0,63	2,4022	1,5134	34,808
24	0,63	2,6067	1,6422	39,413
25	0,63	5,6733	3,5742	89,355
26	0,63	3,7822	2,3828	61,953
27	0,63	4,8556	3,0590	82,593
28	0,56	7,3025	4,0894	114,503
29	0,56	3,1625	1,7710	51,359
30	0,56	7,1875	4,0250	120,750
31	0,56	6,4975	3,6386	112,797
32	0,56	4,4275	2,4794	79,341
33	0,56	3,2775	1,8354	60,568
34	0,56	3,8525	2,1574	73,352
35	0,56	8,4525	4,7334	165,669
36	0,56	5,6350	3,1556	113,602
37	0,56	5,9800	3,3488	123,906
38	0,56	6,4400	3,6064	137,043
39	0,56	5,8650	3,2844	128,092
40	0,56	7,8775	4,4114	176,456

Continua

x	l_x	m_x	$l_x m_x$	$m_x l_x x$
41	0,56	5,0025	2,8014	114,857
42	0,56	4,8875	2,7370	114,954
43	0,42	2,9133	1,2236	52,615
44	0,42	7,8200	3,2844	144,514
45	0,42	5,1367	2,1574	97,083
46	0,42	6,2100	2,6082	119,977
47	0,42	2,5300	1,0626	49,942
48	0,42	6,0567	2,5438	122,102
49	0,42	4,6000	1,9320	94,668
50	0,42	5,4433	2,2862	114,310
51	0,42	4,6767	1,9642	100,174
52	0,42	9,1233	3,8318	199,254
53	0,42	7,5900	3,1878	168,953
54	0,42	7,0533	2,9624	159,970
55	0,42	4,8300	2,0286	111,573
56	0,42	6,9767	2,9302	164,091
57	0,42	5,2133	2,1896	124,807
58	0,42	2,8367	1,1914	69,101
59	0,42	3,1433	1,3202	77,892
60	0,42	11,5000	4,8300	289,800
61	0,35	4,6000	1,6100	98,210
62	0,35	9,6600	3,3810	209,622
63	0,35	1,4720	0,5152	32,458
64	0,35	8,6480	3,0268	193,715
65	0,35	3,4960	1,2236	79,534
66	0,35	3,4040	1,1914	78,632
67	0,35	13,9840	4,8944	327,925
68	0,35	7,6360	2,6726	181,737
69	0,28	4,3700	1,2236	84,428
70	0,28	2,7600	0,7728	54,096
71	0,28	5,4050	1,5134	107,451
72	0,28	7,7050	2,1574	155,333
73	0,28	8,6250	2,4150	176,295
74	0,21	3,8333	0,8050	59,570
75	0,21	2,6067	0,5474	41,055
76	0,21	5,8267	1,2236	92,994
77	0,21	5,9800	1,2558	96,697
78	0,21	8,1267	1,7066	133,115
79	0,21	2,7600	0,5796	45,788
80	0,21	7,8200	1,6422	131,376
81	0,21	7,6667	1,6100	130,410
82	0,21	5,5200	1,1592	95,054
83	0,21	1,2267	0,2576	21,381
84	0,21	2,4533	0,5152	43,277
85	0,21	3,6800	0,7728	65,688
86	0,21	2,6067	0,5474	47,076
87	0,21	0,9200	0,1932	16,808
88	0,14	1,3800	0,1932	17,002

Apêndice 2A. Tabela de vida de fertilidade de *Harmonia axyridis*, tendo como alimento o pulgão *Schizaphis graminum* a 25°C.

x	l_x	m_x	$l_x m_x$	$m_x l_x x$
1	0,80	14,3880	11,5104	11,5104
2	0,80	15,4440	12,3552	247,104
3	0,80	16,1040	12,8832	386,496
4	0,80	10,5600	8,4480	337,920
5	0,80	7,3920	5,9136	295,680
6	0,80	11,4840	9,1872	55,123
7	0,80	13,0680	10,4544	73,181
8	0,80	14,3880	11,5104	92,083
9	0,80	14,4540	11,5632	104,069
10	0,80	13,0020	10,4016	104,016
11	0,80	11,6820	9,3456	102,802
12	0,80	13,8600	11,0880	133,056
13	0,80	12,3420	9,8736	128,357
14	0,80	12,3420	9,8736	138,230
15	0,80	12,3420	9,8736	148,104
16	0,80	9,7020	7,7616	124,186
17	0,80	10,4280	8,3424	141,821
18	0,80	8,1840	6,5472	117,850
19	0,80	11,9460	9,5568	181,579
20	0,80	14,3880	11,5104	230,208
21	0,80	9,1080	7,2864	153,014
22	0,80	11,0880	8,8704	195,149
23	0,80	9,3720	7,4976	172,445
24	0,80	7,5900	6,0720	145,728
25	0,80	6,9300	5,5440	138,600
26	0,80	9,1740	7,3392	190,819
27	0,80	7,8540	6,2832	169,646
28	0,80	10,8900	8,7120	243,936
29	0,80	7,7220	6,1776	179,150
30	0,80	5,6760	4,5408	136,224
31	0,80	3,1680	2,5344	78,566
32	0,80	7,2600	5,8080	185,856
33	0,80	3,4320	2,7456	90,605
34	0,80	2,9700	2,3760	80,784
35	0,80	6,7320	5,3856	188,496
36	0,80	8,9760	7,1808	258,509
37	0,80	5,6760	4,5408	168,010
38	0,80	6,0720	4,8576	184,589
39	0,80	3,6300	2,9040	113,256
40	0,80	2,1780	1,7424	69,696

Continua

x	l_x	m_x	$l_x m_x$	$m_x l_x x$
41	0,80	6,7320	5,3856	220,810
42	0,80	4,6860	3,7488	157,450
43	0,80	3,1020	2,4816	106,709
44	0,80	6,6660	5,3328	234,643
45	0,80	6,2040	4,9632	223,344
46	0,80	1,3860	1,1088	51,005
47	0,80	6,0060	4,8048	225,826
48	0,80	4,0920	3,2736	157,133
49	0,80	3,8280	3,0624	150,058
50	0,80	3,6300	2,9040	145,200
51	0,80	11,7480	9,3984	479,318
52	0,80	11,7480	2,0064	104,333
53	0,80	1,9536	1,9536	103,541
54	0,80	2,3100	1,8480	99,792
55	0,80	3,8940	3,1152	171,336
56	0,80	2,9040	2,3232	130,099
57	0,80	3,4320	2,7456	156,499
58	0,80	3,2340	2,5872	150,058
59	0,80	3,8280	3,0624	180,682
60	0,72	3,0800	2,2176	133,056
61	0,72	4,3267	3,1152	190,027
62	0,72	2,1267	1,5312	94,934
63	0,72	2,4200	1,7424	109,771
64	0,72	0,8067	0,5808	37,171
65	0,72	0,5867	0,4224	27,456
66	0,72	2,1267	1,5312	101,059
67	0,72	1,9800	1,4256	95,515
68	0,72	1,6133	1,1616	78,989
69	0,72	0,2200	0,1584	10,930
70	0,72	3,0800	2,2176	155,232
71	0,72	0,9533	0,6864	48,734
72	0,72	1,2467	0,8976	64,627
73	0,72	0,5867	0,4224	30,835
74	0,72	0,5867	0,4224	31,258
75	0,72	0,8067	0,5808	43,560
76	0,72	0,2933	0,2112	16,051
77	0,72	1,3933	1,0032	77,246
78	0,72	0,8800	0,6336	49,421
79	0,72	0,3667	0,2640	20,856
80	0,64	1,7325	1,1088	88,704

Continua

Continuação

x	l_x	m_x	$l_x m_x$	$m_x l_x x$
81	0,64	1,0725	0,6864	55,598
82	0,56	1,1314	0,6336	51,955
83	0,56	1,4143	0,7920	65,736
84	0,56	0,6600	0,3696	31,046
85	0,48	1,3200	0,6336	53,856
86	0,48	2,3100	1,1088	95,357
87	0,48	1,4300	0,6864	59,717
88	0,48	1,3200	0,6336	55,757
89	0,48	2,2000	1,0560	93,984
90	0,48	3,6300	1,7424	156,816
91	0,48	1,9800	0,9504	184,589
92	0,48	4,1800	2,0064	63,835
93	0,48	1,4300	0,6864	86,486
94	0,48	1,1000	0,5280	49,632
95	0,48	4,0700	1,9536	18,592

Apêndice 3A. Tabela de vida de fertilidade de *Hippodamia convergens*, tendo como alimento o pulgão *Schizaphis graminum* a 25°C.

x	l_x	m_x	$l_x m_x$	$m_x l_x x$
1	0,93	8,7143	8,1043	8,1043
2	0,93	7,7143	7,1743	14,347
3	0,93	5,3571	4,9821	14,946
4	0,93	5,9286	5,5136	22,054
5	0,93	6,2857	5,8457	29,229
6	0,93	4,5000	4,1850	25,110
7	0,93	5,1427	4,7829	33,480
8	0,93	4,7143	4,3843	35,074
9	0,93	5,5714	5,1814	46,633
10	0,93	5,0714	4,7164	47,164
11	0,93	5,4286	5,0486	55,534
12	0,93	7,0714	6,5764	78,917
13	0,93	6,0000	5,5800	72,540
14	0,93	5,7143	5,3143	74,400
15	0,93	5,5000	5,1150	76,725
16	0,93	4,5000	4,1850	66,960
17	0,93	4,6429	4,3179	73,404
18	0,93	3,2857	3,0557	55,003
19	0,93	4,5000	4,1850	79,515
20	0,93	4,0000	3,7200	74,400
21	0,93	1,5000	1,3950	29,295
22	0,93	2,7143	2,5243	55,534
23	0,93	1,7857	1,6607	38,196
24	0,93	2,9286	2,7236	65,366
25	0,93	2,2857	2,1257	53,143
26	0,93	2,1429	1,9929	51,814
27	0,93	1,0714	0,9964	26,904
28	0,93	2,5000	2,3250	65,100
29	0,93	1,28571	1,1957	34,676
30	0,93	2,2857	2,1257	63,771
31	0,93	3,1429	2,9229	90,609
32	0,93	3,1429	2,9229	93,531
33	0,93	0,8571	0,7971	26,306
34	0,93	0,7857	0,7307	24,844
35	0,93	2,2143	2,0593	72,075
36	0,93	0,4286	0,3986	14,349
37	0,93	0,3571	0,3321	12,289
38	0,93	1,0000	0,9300	35,340
39	0,93	2,0000	1,8600	72,540
40	0,93	0,9286	0,8636	34,543

Continua

x	l_x	m_x	$l_x m_x$	$m_x l_x x$
41	0,93	0,9286	0,8636	35,406
42	0,93	0,4286	0,3986	16,740
43	0,93	0,2143	0,1993	8,569