

ANTONIO ALBERTO DOS SANTOS

**Aspectos biológicos e capacidade de consumo de  
*Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae)**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Dra. Lúcia Massutti de Almeida

Co-orientador: Dra. Susete do Rocio Penteado

CURITIBA

2009

ANTONIO ALBERTO DOS SANTOS

"Aspectos biológicos e capacidade de consumo de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae)"

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de "Mestre em Ciências Biológicas", no Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

Profa. Dra. Lúcia Massutti de Almeida (Orientadora)  
(UFPR)

Profa. Dra. Marta Luciane Fischer  
(PUC/PR)

Dra. Regina Célia Zonta de Carvalho  
(SEAB/PR)

Curitiba, 19 de fevereiro de 2009.

## **DEDICO**

Aos meus pais José e Elizabeth que sempre acreditaram em meus esforços e pelo apoio em todos os momentos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre atender minhas orações, e por zelar pelo meu bem estar.

A Profa. Dra. Lúcia Massutti de Almeida, pela excelente orientação.

A Dra. Susete do Rocio Penteado pela co-orientação.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA-Florestas por ceder o espaço físico e equipamentos para realização de parte dos bioensaios.

A minha namorada Amanda Alves de Paiva Rolla, por toda a força, amor e carinho.

Aos amigos do Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Coleoptera, em especial o mestrando Fernando Wiliam Trevisan Leivas e a doutoranda Adelita Maria Linzmeier pelo companheirismo.

A todos os colegas do Programa de Pós-graduação em Entomologia da Universidade Federal do Paraná.

Aos amigos Luiz Anderson e Ludmila pela ajuda na redação do abstract.

Programa de Pós-graduação em Entomologia da Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade.

A CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus pais que nunca mediram esforços para me proporcionar os estudos, e pelos ensinamentos de vida, sendo responsáveis por tudo que tenho de melhor.

## SUMÁRIO

### Aspectos biológicos e capacidade de consumo de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) Coleoptera, Coccinellidae)

LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. MATERIAL E MÉTODOS.....	5
1. Obtenção e criação dos Insetos.....	5
1.1. <i>Cinara atlantica</i> (Wilson, 1919).....	5
1.2. Desenvolvimento de <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773) .....	5
2. Predação de ovos por larvas e adultos de <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773).....	6
3. Canibalismo.....	6
III. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	8
1. Desenvolvimento de <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773).....	8
1.1. Ovos.....	8
1.2. Larvas, Pré-pupa e Pupa.....	9
1.3. Adultos e período total de desenvolvimento.....	16
2. Consumo alimentar de <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773).....	18
2.1. Larvas .....	18
2.2. Adultos .....	18
3. Predação de ovos por larvas e adultos de <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773).....	22
4. Canibalismo entre larvas de <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773).....	23
5. Capacidade reprodutiva e tabela de vida de <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773).....	26
5.1 Período pré-reprodutivo.....	26
5.2 Período reprodutivo.....	27
5.2.1. Período de oviposição .....	27
5.2.2. Fecundidade .....	27
5.2.3. Média de posturas e ovos/posturas .....	27

5.3 Período pós-reprodutivo.....	28
5.4 Taxa líquida de reprodução – $R_0$ .....	28
5.5 Intervalo de tempo entre cada geração – $T$ .....	29
5.6 Capacidade inata de aumentar em número - $r_m$ .....	29
5.7 Razão finita de aumento – $\lambda$ .....	30
5.8 Tempo necessário para a população duplicar em número– $T_D$ ...30	
IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
V. REFERÊNCIAS.....	33
VI. APÊNDICES.....	39

## LISTA DE FIGURAS

**Figs. 1-3. 1, Criação massal de *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) em sala-de-criação [EMBRAPA – Florestas]. 2, Detalhe da muda infestada com os afídeos; 3, Gaiola com mudas de pinus infestadas para manutenção de larvas e adultos de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773). (24°C ± 1°C, fotoperíodo de 12:12 horas e UR de 70% ± 10%).....7**

**Figs. 4-7. 4, Criação massal de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) em sala-de-criação. 5, Testes de canibalismo. 6 e 7, Avaliação de consumo alimentar e desenvolvimento. (Temperatura 24°C ± 1°C, fotoperíodo de 12:12 horas e UR de 70% ± 10%).....8**

**Figs. 8-12. Ovos e larvas de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773). 8, Postura; 9, Ovos pouco antes da eclosão; 10, Eclosão (larvas neonatas); 11, Larvas sobre a massa de ovos; 12, canibalismo de ovos.....12**

**Figs. 13-16. *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773). Detalhe da coloração das larvas, vista dorsal. 13, 1º instar; 14, 2º instar; 15, 3º instar; 16, 4º instar.....13**

**Figs.17-19. *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773). Pré-pupa e pupas, detalhes da coloração. 17, Pré-pupa fixada no substrato; 18, Pupa recém-formada; 19, Pupa próxima a emergência do adulto.....14**

**Figs. 20-21. *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773). Adultos. 20, Adulto recém-emergido; 21, Adulto com a coloração definitiva.....17**

**Fig. 22. Média ( $\pm$ DP) de consumo alimentar de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), alimentadas com *Cinara atlantica* (Wilson, 1919). (Temperatura  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotoperíodo de 12:12 horas e UR de  $70\% \pm 10\%$ ).....20**

**Figs. 23-24. Predação de *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) por *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773). 23, Larva de 4<sup>o</sup> instar. 24, Adulto.....21**

**Figs. 25-26. 25, Canibalismo entre larvas de 4<sup>o</sup> instar de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773). 26, Canibalismo de larva de 4<sup>o</sup> instar sobre pupa de *H axyridis* observada no campo.....24**

**Fig. 27. Canibalismo de adulto de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) sobre larva de 4<sup>o</sup> instar .....25**

**Fig. 28. Flutuação média do número de ovos por fêmea de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) durante o período reprodutivo. Alimento: *Cinara atlantica* (Wilson, 1919). (Temperatura  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotoperíodo de 12:12 horas e UR de  $70\% \pm 10\%$ ).....26**



## LISTA DE TABELAS

**Tabela I. Duração média ( $\pm$  DP) (dias) dos estágios de desenvolvimento de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) em laboratório, alimentadas com *Cinara atlantica* (Wilson, 1919), (Temperatura  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotoperíodo de 12:12 horas e UR de  $70\% \pm 10\%$ ).....15**

**Tabela II. Viabilidade dos ovos e sobrevivência (%) ( $\pm$  DP) dos estágios de desenvolvimento de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) em laboratório alimentadas com *Cinara atlantica* (Wilson, 1919). (Temperatura  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotoperíodo de 12:12 horas e UR de  $70\% \pm 10\%$ ).....15**

**Tabela III. Média ( $\pm$ DP) do consumo alimentar diário de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), alimentadas com *Cinara atlantica* (Wilson, 1919). (Temperatura  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotoperíodo de 12:12 horas e UR de  $70\% \pm 10\%$ ).....20**

**Tabela IV. Porcentagem média de predação ( $\pm$  DP) de ovos por adultos e larvas de 4<sup>o</sup> instar de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) alimentadas com duas dietas.....22**

**Tabela V. Incidência de canibalismo entre quatro larvas de 4<sup>o</sup> instar de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), submetidas a duas dietas. (Temperatura  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotoperíodo de 12:12 horas e UR de  $70\% \pm 10\%$ ).....25**

**Tabela VI. Média do período reprodutivo e longevidade (dias) ( $\pm$  DP), de adultos de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) alimentadas com *Cinara atlantica* (Wilson, 1919). (Temperatura  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotoperíodo de 12:12 horas e UR de  $70\% \pm 10\%$ ).....30**

**Tabela VII. Média de fecundidade e fertilidade; média de ovos/dia; média de postura e média de ovos por postura ( $\pm$  DP) de adultos de *Harmonia axyridis* (Pallas,1773) alimentadas com *Cinara atlantica* (Wilson, 1919). (Temperatura  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotoperíodo de 12:12 horas e UR de  $70\% \pm 10\%$ ). ( $n = 10$ ).....31**

**Tabela VIII. Estimativas dos parâmetros reprodutivos ( $\pm$  DP) de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) alimentadas com *Cinara atlantica* (Wilson, 1919). (Temperatura  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotoperíodo de 12:12 horas e UR de  $70\% \pm 10\%$ ).....31**

# Aspectos biológicos e capacidade de consumo de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae)

## RESUMO

*Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) é uma espécie de Coccinellidae polífaga originária da região Asiática e considerada um eficiente agente no controle biológico de várias espécies de pulgões. Tendo em vista sua recente introdução no Brasil, o presente trabalho teve como objetivos analisar o desenvolvimento, a capacidade de consumo alimentar, a predação de ovos e o canibalismo de dessa espécie em condições controladas de umidade e temperatura, alimentadas com *Cinara atlantica* (Wilson, 1919). Os ensaios para avaliação do desenvolvimento e consumo alimentar foram montados a partir de ovos com menos de 24 horas de idade. Após a eclosão eram ofertados às larvas, afídeos em quantidade suficiente para um dia, e o monitoramento diário foi realizado até a morte do adulto para avaliar a duração de cada instar larval e a quantidade de afídeos consumidos. Foram feitos testes de predação de ovos por larvas de 4º instar e adultos onde foram utilizados 20 ovos com menos de 24 horas de idade e duas dietas, *Cinara atlantica* ou água e mel. Os bioensaios para avaliação de canibalismo foram montados com quatro larvas de 4º instar mantidos com o mesmo tratamento. Todos os testes foram estabelecidos em 10 repetições com um delineamento experimental totalmente casualizado, em condições controladas; temperatura 24°C, umidade 70%, e fotofase de 12:12 horas. Avaliações diárias foram realizadas para verificação do desenvolvimento, consumo alimentar, predação de ovos e larvas e do canibalismo. Com os resultados gerados também se obteve uma tabela de vida com os parâmetros reprodutivos de *H. axyridis*. O tempo médio de incubação dos ovos de *H. axyridis* foi de 3 dias e o de duração dos 1º, 2º, 3º e 4º instar foi de 3,5; 2; 2,2 e 4,1 dias, respectivamente. O estágio de pré-pupa teve duração de 1 dia e o de pupa 5,8 dias. O tempo total entre a eclosão do ovo e a emergência do adulto foi de 18,6 dias. Os adultos tiveram uma longevidade média de 85,6 dias e o ciclo total de desenvolvimento de *H. axyridis* foi de 107,2 dias. A taxa de viabilidade dos ovos se mostrou relativamente alta, atingindo a média de 92,7%. Sua sobrevivência foi de 100% em todos os estágios larvais, e também no pupal. A média de consumo por larvas de 1º, 2º, 3º e 4º instar foi de 19,4; 24,8; 49,7 e 188,9 afídeos, respectivamente. Durante o estágio adulto *H. axyridis* consumiu em média 1.892 afídeos. O quarto instar larval mostrou um maior consumo médio diário, 46 afídeos/dia. A predação de ovos por adultos e larvas de 4º instar foi de 53% e 100%, quando alimentadas com *C. atlantica* e água e mel, respectivamente. O canibalismo ocorreu com maior intensidade nos testes em que apenas mel e água foram ofertados. O período médio de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição de *H. axyridis* foi de 6,8; 44,3; e 32,9 dias, respectivamente. A média de ovos férteis produzidos pelas fêmeas foi 633,2 ovos, obtendo-se uma média diária de 15,6 ovos/fêmea. A média de postura por fêmea foi de 36,6, com média de 18,7 ovos/postura. *H. axyridis* mostrou-se um eficiente predador de *C. atlantica*, obtendo alta viabilidade dos ovos, rápido desenvolvimento larval, altos níveis de predação, podendo utilizar ovos e larvas da própria espécie como recurso nutricional alternativo, além de altos níveis de fecundidade e fertilidade. Entretanto mais estudos são necessários para avaliar os impactos e interações dessa espécie sobre outros predadores presentes na natureza.

**Biological aspects and consumption capacity of *Harmonia axyridis*  
(Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae)**

**ABSTRACT**

*Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) is a poliphagous species of Coccinellidae original of the Asian region and considered efficient in the biological control of several aphids species. Due to its recent introduction in Brazil, the present work had the objective to analyze the development, capacity of alimentary consumption, preying of eggs and its cannibalism in controlled conditions of humidity and temperature, fed with *Cinara atlantica* (Wilson, 1919). The tests for evaluation of the development and alimentary consumption were set with eggs with less than 24 hours of age. After the hatch aphids were offered to the larvae, in enough amount for one day, and daily observed to evaluate the duration of each larval stage and the amount of aphids consumed to until adult's death. For the tests of eggs preying it was used of 4<sup>o</sup> instar or adults in plastic recipients with 20 eggs with less than 24 hours of age, in two different diets, *C. atlantica* or water and honey. All the tests were established in 10 repetitions with experimental design of totally at random, in controlled conditions; temperature 24°C, humidity 70%, and photoperiod 12:12 hours. Daily evaluations were accomplished for verification of the development, alimentary consumption, eggs preying, and cannibalism. With results a life-table was obtained with the reproductive parameters of *H. axyridis*. The medium time of the eggs incubation was 3 days and for the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>th</sup>, and 4<sup>th</sup> instar of larvae of *H. axyridis* was 3.5, 2, 2.2 and 4.1 days, respectively. The pre-pupa stage had the duration of 1 day and the pupa stage had 5.8 days. The total time between the eggs hatch and the adult emergence was 18.6 days. The adults obtained a medium longevity of 85.6 days and the total cycle of development of *H. axyridis* was 107.2 days. The viability rate of the eggs was relatively high reaching the average of 92.7%. Its survival was 100% in all larval stages, and also in the pupal stage. The consumption average for larvae of 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>th</sup> and 4<sup>th</sup> instar was 19.4, 24.8, 49.7, and 188.9 aphids, respectively. During the adult stage of *H. axyridis* the average of consumption was 1892 aphids. The fourth larval instar showed a larger diary medium consumption, 46 aphids/day. The eggs preying for adults and larvae of 4<sup>th</sup> instar was 53% and 100%, when fed with *C. atlantica* and water and honey, respectively. The cannibalism happened with larger intensity in the tests using honey and water as food. The medium period of pre-oviposition, oviposition, and pos-oviposition for females was of 6.8, 44.3, 32.9 days, respectively. The mean of fertile eggs produced by females was 633.2, with an average daily rate of 15.6 eggs/female. The average posture for female was 36.6 with an average of 18.7 eggs/posture. *H. axyridis* turned to be an efficient predator of *C. atlantica*, obtaining high viability of the eggs, fast larval development, high preying levels, being possible use eggs and larvae of the own species as alternative nutritional resource, besides the high fecundity and fertility levels. However, more studies are necessary to evaluate the impacts and interactions of this species on other predators present in the nature.

## I. INTRODUÇÃO

O controle biológico de insetos ocupa uma posição importante dentro dos programas de Manejo Integrado de Pragas, pois, além de atuar de forma harmoniosa com o meio ambiente, é um método eficiente principalmente quando associado a outras medidas de controle (OLIVEIRA *et al.* 2004).

Recentemente foram detectadas algumas espécies de *Cinara* (Hemiptera, Aphididae) para o Brasil, dentre elas *Cinara pinivora* (Wilson, 1919) (IEDE *et al.* 1998) e *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) (IEDE *et al.* 1998; LAZZARI & ZONTA-DE-CARVALHO 2000) em *Pinnus* spp.. As colônias distribuem-se praticamente sobre toda a planta, atacando principalmente árvores jovens (PENTEADO *et al.* 2000), sendo que as plantas atacadas apresentam manchas cloróticas, deformação e queda prematura das acículas, entortamento do fuste, superbrotação devido a destruição do broto apical e redução no desenvolvimento (IEDE *et al.* 1998).

Segundo MILLS (1990), os afídeos-do-pinus do gênero *Cinara* são de origem holártica, ocorrem predominantemente sobre coníferas, em colônias mistas de espécies, geralmente distribuídas sobre a planta, de acordo com a preferência. Por se tratar de um organismo exótico, as espécies de *Cinara* apresentam um alto potencial para se tornarem pragas, uma vez que há uma grande extensão de áreas plantadas com *Pinnus* spp. no Brasil (PENTEADO *et al.* 2000). Portanto, para o controle de *Cinara* tem-se procurado agentes de controle biológico, pois outras formas de supressão desses afídeos não são ecológica e economicamente viáveis.

HODEK (1973) refere-se aos coleópteros da família Coccinellidae como importantes predadores de afídeos, pois tanto as larvas quanto os adultos apresentam entre as características positivas uma grande voracidade e atividade de busca pelo alimento, ocupado todos os ambientes de suas presas.

Os coccinélídeos são insetos holometábolos, com ovos variando de amarelo até marrons, conforme o substrato alimentar. O número de ovos colocados por fêmea é variável, em massas de 5 a 100 ovos, que são fixados no substrato por uma substância viscosa oriunda do ovipositor (SWEETMAN 1958).

*Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) é uma espécie asiática utilizada de maneira eficiente em controle biológico de pulgões pragas pecan, de alfafa, algodão, tabaco e trigo (BURGIO *et al.* 2002).

O seu ciclo de vida é similar ao dos outros coccinelídeos afidófagos, começando pelo estágio de ovo, quatro instares larvais, pupa e adulto (HODEK & HONEK 1996). KAWAUCHI (1979) afirmou que a temperatura influencia não somente a taxa de desenvolvimento, mas também o peso do adulto. Segundo este autor, larvas criadas em temperaturas mais altas produzem adultos menores que as criadas em temperaturas mais baixas.

Os adultos vivem cerca de 30 a 90 dias dependendo da temperatura (EL-SABAEY & EL-GANTURY 1999, HE *et al.* 1994, SOARES *et al.* 2001a). As espécies de afídeos utilizadas como alimento e as espécies de plantas nas quais estes afídeos se desenvolvem podem afetar o tempo de desenvolvimento da larva, longevidade e fecundidade do adulto (HUKUSIMA & KAMEI 1970 *apud* KOCH 2003).

*Harmonia axyridis* aparenta ter uma alta capacidade de localizar populações de afídeos no espaço e tempo, pois além de um tamanho maior que a maioria das espécies afidófagas também apresenta uma alta voracidade (OSAWA 2000). Diversas espécies de afídeos podem servir como alimento para esta espécie, assim como algumas espécies de Tetranychidae (LUCAS *et al.* 1997), Psyllidae (MICHAUD 2001 e 2002), Coccoidea (YASUMATSU & WATANABE 1964), larvas de Chrysomelidae (YASUMATSU & WATANABE 1964), Curculionidae (KALASKAR & EVANS 2001, STUART *et al.* 2002) e Lepidoptera (KOCH *et al.* 2003). Alguns autores ainda apontam que eventualmente, podem consumir pólen e néctar (KOCH *et al.* 2004). O número total de afídeos que podem ser consumidos pelas larvas pode variar de 90 a 370 dependendo da espécie consumida (HUKUSIMA & KAMEI 1970 *apud* KOCH 2003).

TAN (1946) descreve sua distribuição original, que se estende desde o sul da Sibéria (Montanhas Altai) até a Manchúria, Coréia, Japão e China. Este coccinelídeo, que se alimenta principalmente de pulgões, cochonilhas e psilídeos, é considerado um excelente agente de controle biológico na Ásia, e na China um dos principais predadores de afídeos do algodão (ZHANG 1992).

*Harmonia axyridis* foi introduzida como agente de controle na Califórnia em 1916, 1964 e 1965; Washington em 1978 e 1982; Nova Escócia, Connecticut, Geórgia, Louisiana, Maryland, Washington D.C., Delaware, Maine, Mississippi, Ohio, Pensilvânia e Carolina do Norte em 1978 e 1981 (GORDON 1985), sendo que o primeiro estabelecimento de uma população nos Estados Unidos ocorreu em 1988 (CHAPIN & BROU 1991).

Em 1982, foi comercializada na Europa por diferentes companhias privadas e na Bélgica tem sido aplicada para controle biológico desde 1997. Existem registros de sua população na Grécia (KATSOYANNOS *et al.* 1997), França (SAN MARTIN *et al.* 2005) e Alemanha (ADRIAENS *et al.* 2003) e no Egito foi introduzida, para controle de *Aphis craccivora* (FERRAN *et al.* 2000).

Na América do Sul, *H. axyridis* foi intencionalmente introduzida em Mendoza, Argentina, no final da década de noventa com o intuito também de atuar no controle biológico. No final de 2001 foi detectada em Buenos Aires associada com *Monellia caryella* (Fitch) (Hom, Aphididae), em pecan, *Carya illinoensis* (Fagales, Juglandaceae) (SAINI 2004).

No Brasil, *H. axyridis* foi detectada pela primeira vez em 2002, em Curitiba, Paraná, provavelmente introduzida acidentalmente, alimentando-se de ninfas e adultos de *Tinocallis kahawaluokalani* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera, Aphididae) em *Lagerstroemia indica* Linnaeus, uma espécie de planta ornamental muito utilizada na região Sul do Brasil (ALMEIDA & SILVA 2002).

Por ser uma espécie exótica *H. axyridis* pode causar impactos negativos que incluem supressão competitiva ou deslocamento de inimigos naturais nativos e supressão ou extinção de espécies de presas não alvo, algumas delas benéficas (ELLIOTT *et al.* 1996).

Nos Estados Unidos tem sido observada a competição com *Coleomegilla maculata* (DeGeer, 1775) que é uma espécie nativa e predadora polífaga importante, pois se alimenta de muitas espécies de afídeos, incluindo também ovos de outros insetos e artrópodes (HODEK & HONEK 1996).

Apesar de suas qualidades como agente no controle biológico, principalmente de pulgões, *H. axyridis* pode rapidamente colonizar grandes áreas, dispersando-se pelo voo ou transportada com produtos comercializados, e depois de algum tempo tornar-se predominante na guilda de insetos afidófagos e induzir o declínio de coccinelídeos nativos (ADRIAENS *et al.* 2003; KOCH *et al.* 2006).

No Brasil, desde 2002, esta espécie tem sido acompanhada no campo e parece estar competindo com *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763), que é a principal espécie nativa e de grande potencial no controle biológico de afídeos. Em 2002, apenas 10,24% dos coccinelídeos coletados em uma área de plantio de pinus em Curitiba, eram *H. axyridis*. Em 2007 essa porcentagem já era de 91,23%, entre oito espécies de coccinelídeos encontradas nessa mesma área, observando-se uma redução na abundância e diversidade

desses predadores, indicando um possível desalojamento das espécies nativas e/ou já estabelecidas MARTINS (2008) e MARTINS *et al.* (no prelo)

Após a introdução de *Cinara atlantica* e *C. pinivora* no Brasil, alguns trabalhos foram desenvolvidos para avaliar a eficiência de *Cycloneda sanguinea*, espécie predadora e que frequentemente tem sido encontrada no campo em plantios de *Pinnus* spp. infestados. CARDOSO & LÁZZARI (2003 a, b) estudaram a biologia e o consumo dessa espécie, antes da introdução de *H. axyridis* no Brasil.

*Harmonia axyridis* pode também invadir massivamente as casas, por seu hábito de agregação principalmente na época do inverno, causando certo desconforto e até reações alérgicas na população (ALMEIDA & SILVA 2002; KOCH *et al.* 2006). Esta espécie também é considerada problemática em pomares de frutíferas (KOCH 2003 e SAINI 2004), pois durante o outono tem tendência a se agregar em frutas da estação, como uvas, maçãs e framboesas. Esses insetos podem contaminar vinhedos e é muito difícil de serem removidos do interior dos cachos de uvas; conseqüentemente, os indivíduos são processados com as frutas, durante a fabricação do vinho, o que prejudica a qualidade final do produto.

Para a compreensão da biologia de insetos utilizados em controle biológico é fundamental o conhecimento mais aprofundado dos principais parâmetros que fornecerão subsídios a esses estudos de espécies potencialmente importantes para o controle de pragas. Para isso as tabelas de vida auxiliam tanto na compreensão da dinâmica populacional de uma espécie, como na avaliação do impacto que os inimigos naturais podem ter sobre a população de uma determinada praga (VAN LENTEREN & WOETS 1988; BELLOWS-JUNIOR *et al.* 1992).

Poucos trabalhos têm sido desenvolvidos para conhecer a biologia e o comportamento de *H. axyridis*, após sua introdução no Brasil. MARTINS (2008) e MARTINS *et al.* (2008) estudaram a flutuação populacional dessa espécie, além das suas relações tritróficas e compararam seus dados de ocorrência e abundância com os das espécies nativas e estabelecidas no Brasil.

Tendo em vista a recente introdução dessa espécie no Brasil, bem como a ocorrência de *C. atlantica*, em áreas de reflorestamento com *Pinnus* spp., este trabalho tem como objetivo principal estudar a biologia de *H. axyridis*, seu comportamento e a capacidade de consumo alimentar e reprodutiva, enfocando a duração de cada estágio imaturo; a mortalidade dos indivíduos no período larval; viabilidade do ovo, e tipo de postura; duração do período pupal e viabilidade; longevidade do adulto; canibalismo e



predação de ovos por larvas e adultos e capacidade reprodutiva. Além disso, visou analisar a sua potencialidade como agente de controle biológico de *C. atlantica*, através da elaboração de uma tabela de esperança de vida.

## II. MATERIAL E MÉTODOS

### 1. Obtenção e criação dos insetos

#### 1.1. *Cinara atlantica* (Wilson, 1919)

Para os bioensaios de *Harmonia axyridis* utilizando *Cinara atlantica* como alimento foram utilizados galhos de *Pinus* spp. infestados, coletados diretamente no campo, em Curitiba, PR e levados para o laboratório de entomologia da Embrapa Florestas em Colombo, PR. Os afídeos eram retirados com auxílio de pincel fino e transferidos para as mudas de *Pinus* spp. em casa-de-criação a 20°C para manutenção da população estoque (Figs. 1 e 2). As ninfas eram retiradas das mudas com pincel e usadas diretamente para alimentar os coccinelídeos. Para utilização nos experimentos os afídeos foram separados em dois tamanhos: afídeos pequenos, que correspondiam, aproximadamente, as ninfas de 1° e 2° ínstars e, afídeos médios correspondendo as ninfas de 3° e 4° ínstars.

#### 1.2. Desenvolvimento de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773)

Os adultos de *Harmonia axyridis* foram obtidos diretamente no campo em Curitiba, PR e levados para o Laboratório de Entomologia da Embrapa Florestas em Colombo, PR onde foram criados em gaiolas plásticas (Fig. 3) contendo mudas de pinus infestadas com *C. atlantica*, em casa-de-criação com temperatura constante de 20°C. Posteriormente os adultos eram sexados conforme a metodologia de McCORNACK *et al.* (2007) e os casais dispostos em recipientes plásticos para a obtenção dos ovos (Fig. 4).

Após este procedimento os ovos foram transferidos para BOD e mantidos em temperatura de 24°C, fotofase de 12 h e umidade relativa 70% ± 10%, até a eclosão, retirando-se as larvas para a utilização nos testes (Fig. 6).

As observações eram feitas a cada 24 horas de modo a avaliar o tempo para eclosão. Após a eclosão dos ovos as larvas foram individualizadas em placas de petri com papel filtro umedecido, para evitar a predação, e mantidas sob as mesmas condições.

Dez larvas de *H. axyridis* foram individualizadas e alimentadas com os afídeos de tamanho pequeno até atingirem o 2º instar e após esse período, alimentadas com ninfas médias. Observações diárias eram feitas para avaliar a mudança de instares e a mortalidade de larvas. Os afídeos ofertados eram contados a cada 24 horas para estimar o consumo alimentar e substituídos de modo que sempre houvesse abundância de alimento (Figs. 6 e 7).

Durante a formação da pupa, os indivíduos foram mantidos nas mesmas condições de temperatura e umidade e as observações diárias foram feitas até a emergência do adulto, a fim de determinar a duração do período pupal.

Após a emergência, os adultos eram alimentados com ninfas e adultos de *C. atlantica*, para verificação da sua longevidade e consumo.

A taxa de mortalidade foi avaliada para cada instar larval e pupal e foi também verificada a viabilidade dos ovos e a sobrevivência dos adultos.

## **2. Predação de ovos por larvas e adultos de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773)**

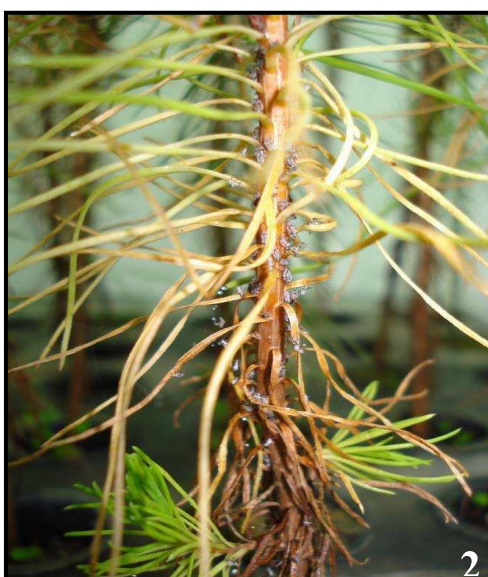
Os testes de predação de ovos, por larvas e adultos de *H. axyridis* foram realizados em dois tratamentos com, 10 repetições cada, individualizando grupos de 20 ovos com menos de 24 horas de idade em placas de petri revestidas com papel filtro umedecido. Em cada placa contendo os ovos foi colocado um indivíduo adulto ou uma larva. Os testes foram realizados com adultos e larvas de 4º instar separadamente, em BODs e mantidos em temperatura de 24°C, fotofase de 12 h e umidade relativa 70% ± 10%.

Para o primeiro tratamento o alimento fornecido foi *C. atlantica*, e para o segundo, uma gota de mel dissolvido em água, colocada em um pequeno recipiente dentro da placa de petri. As observações eram feitas a cada 24 horas para avaliação da predação.

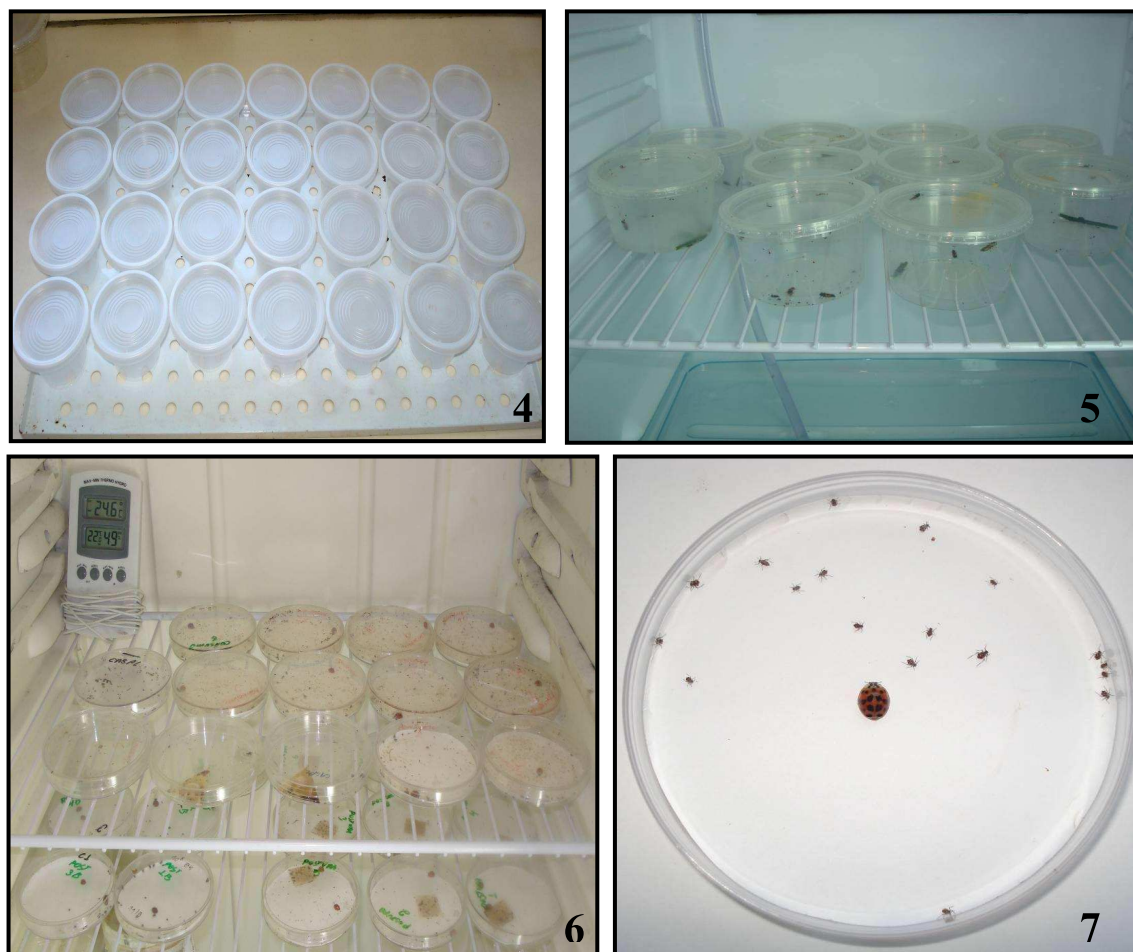
## **3. Canibalismo**

As taxas de canibalismo foram mensuradas também com dois tratamentos confinando-se quatro larvas de 4º instar recipientes plásticos revestidos com papel filtro umedecido e mantidos em câmaras climatizadas (BOD), em temperatura de 24°C, fotofase de 12 h e umidade relativa 70% ± 10% (Fig. 5). Os tratamentos foram os mesmos utilizados nos experimentos de predação de ovos. As observações foram feitas diariamente para a verificação de evidências de canibalismo.

Todos os testes foram montados com 10 repetições em um delineamento experimental totalmente casualizado. Com os dados obtidos nos bioensaios para avaliação de consumo alimentar, determinação do desenvolvimento larval, longevidade do adulto, predação de ovos e canibalismo foram calculados o desvio padrão das médias. Para as tabelas de vida e de fertilidade foram utilizados os parâmetros de crescimento populacional calculados pelo Sistema Computacional *Tabvida* desenvolvido por PENTEADO (2007).



Figs. 1-3. 1, Criação massal de *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) em sala-de-criação [EMBRAPA – Florestas]. 2, Detalhe da muda infestada com os afídeos; 3, Gaiola com mudas de pinus infestadas para manutenção de larvas e adultos de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773). (Temperatura  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotofase de 12 horas e UR de  $70\% \pm 10\%$ ).



Figs. 4-7. 4, Criação massal de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) em sala-de-criação. 5, Testes de canibalismo. 6 e 7, Avaliação de consumo alimentar e desenvolvimento. (Temperatura  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotofase de 12 horas e UR de  $70\% \pm 10\%$ ).

### III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 1. Desenvolvimento de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773)

##### 1.1. Ovos

Os ovos de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) são postos na posição vertical e em grupos que varia de 8 a 11 unidades. Possuem coloração amarelada logo no início da postura (Fig. 8), com a formação do embrião, tornam-se acinzentados, até ficarem ainda mais escuros próximo da eclosão das larvas (Fig. 9).



O tempo médio de incubação dos ovos foi de 3 dias (Tab. I) sem variação entre as repetições. LAMANA & MILLER (1998) observaram que a duração média de incubação dos ovos da mesma espécie foi de 2,8 dias, quando as matrizes foram alimentadas com os afídeos *Acyrtosiphon pisum* (Harris, 1776). LANZONI *et al.* (2004) encontraram também um tempo de incubação de 2,8 dias para ovos de *H. axyridis*, cujas matrizes foram alimentadas com *Mizus persicae* (Sulzer, 1776) na temperatura de 25°C.

O desenvolvimento de *H. axyridis* sob temperatura de 27°C, alimentadas com ovos frescos e congelados de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789) (Lepidoptera, Gelechiidae) foi estudado por ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001) e o período de incubação foi de 2,8 e 3,1 dias, respectivamente para as diferentes condições da dieta.

O período de incubação para os ovos de *Cycloneda sanguinea* (L., 1763) foi de 4 dias a 25°C, fotofase de 12 horas e UR de 70% ± 10% (CARDOSO & LÁZZARI 2003a), o que mostra que para *H. axyridis*, mesmo em temperatura menor o tempo de incubação foi menor.

No presente estudo a viabilidade dos ovos foi de 92,7% (Tab. II), maior que a obtida por ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001), que foi em média de 84 e 87%, respectivamente para as diferentes condições da dieta.

Para LANZONI *et al.* (2004) a média da viabilidade foi de 49,4%, bem menor que a apresentada no presente trabalho. Em ambos os experimentos citados acima, os autores calcularam a média de sobrevivência para todos os estágios imaturos, incluindo os ovos.

Em *Cycloneda sanguinea* a taxa de viabilidade foi um pouco maior, 93,3%, em condições semelhantes (CARDOSO & LÁZZARI 2003a).

## 1.2. Larvas, Pré-pupa e Pupa

As larvas de *Harmonia axyridis* apresentaram quatro ínstares (Figs.13-16), como para os coccinelídeos em geral (HODEK 1973) e ocorre uma modificação para pré-pupa, pouco antes da modificação para a pupa (Fig.17-19).

Logo após a eclosão as larvas permanecem por volta de 4 a 6 horas sobre os ovos (Fig. 10) e os que não foram viáveis são utilizados como primeiro alimento (Figs. 11 e 12). No primeiro dia de sobrevivência utilizam como recurso nutricional os ovos inviáveis ou aqueles que ainda não eclodiram, o que pode ser considerado uma vantagem, dando maiores chances de sobrevivência às larvas que eclodem primeiro. Este comportamento pode ser benéfico no caso de baixa população da presa (HAGEN 1962). Segundo

AGARWALA & DIXON (1992), as larvas de 1º. instar são ineficientes na captura de alimento e por isso o consumo de ovos, abundantes e imóveis, é mais comum do que o canibalismo entre elas e ainda durante o crescimento larval. Sendo assim, os ovos são uma fonte alimentar mais eficiente, se comparada à biomassa de afídeos. No segundo dia, as larvas se dispersam a procura de alimento, podendo ocorrer o canibalismo entre elas.

A duração média observada do período de desenvolvimento da primeira fase larval até a emergência do adulto foi de 18,6 dias, sendo a duração média do 1º, 2º, 3º, e 4º ínstars de 3,5; 2; 2,2; e 4,1 dias, respectivamente. O período de pré-pupa foi em média um dia enquanto o estágio de pupa foi de 5,8 dias (Tab. I). Resultados semelhantes foram observados por LAMANA & MILLER (1998) ao estudarem o desenvolvimento de *H. axyridis* em condições de temperatura a 25°C, alimentadas com *Acyrtosiphon pisum*, que obtiveram para o 1º instar 2,5 dias, para o 2º instar 1,5, 3º instar, 1,8, 4º instar 4,4 e para a pupa 4,5 dias.

LANZONI *et al.* (2004) avaliaram o tempo de desenvolvimento de *H. axyridis* alimentadas com *Myzus persicae* (Sulzer, 1776), em temperatura de 25°C, UR 60-70% e fotoperíodo de 16:8 horas, encontrando resultados próximos aos deste trabalho, sendo 2,3; 1,5; 2; 4,7 dias respectivamente, para os 1º. a 4º. ínstars e 6,6 dias para a pupa.

TSAGANOU *et al.* (2004), verificaram 1,8; 3,0; 3,0; 4,0; dias para o 1º, 2º, 3º, e 4º ínstars, respectivamente, bem como 1,0 dias para pré-pupa e 3,1 dias para pupa de *H. axyridis* alimentadas com *A. gossypii* e criadas em 26°C de temperatura, UR 50% e fotoperíodo de 16:8 horas.

O tempo médio de desenvolvimento de *H. axyridis* observado por ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001), sob temperatura de 27°C, UR 75% e fotoperíodo de 16:8 horas, foi de 2,3; 2,0; 2,9 e 4,9 dias, respectivamente, para o 1º, 2º, 3º, e 4º ínstars, quando alimentadas com ovos frescos de *Sitotroga cerealella* e de 3,0; 2,4; 3,9 e 4,8 dias, respectivamente, para o 1º, 2º, 3º, e 4º ínstars, quando alimentadas com ovos congelados de *S. cerealella*. Para o estágio pupal esses autores observaram um período de 4,9 e 6,0 dias sob as mesmas condições.

Em todas as repetições e nos estágios larvais observou-se uma sobrevivência de 100% (Tab. II).

A pré-pupa (Fig. 17) se fixa no substrato pelo último segmento abdominal, através de uma substância adesiva. Ocorre então a última ecdise ficando a exúvia do último instar larval ligada ao final do abdome da pupa. A pupa apresenta coloração alaranjada clara quando recém formada (Fig. 18), escurecendo e adquirindo máculas negras ao longo tempo

(Fig. 19). As pupas apresentaram uma sobrevivência de 100% em todas as repetições (Tab. II). ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001) obtiveram uma sobrevivência de 84 e 80% das pupas, alimentadas com ovos frescos de *Sitotroga cerealella* nos estágios larvais.

Os dados de sobrevivência total, em todo o período de desenvolvimento dos imaturos obtidos por LANZONI *et al.* (2004) foram de 49,4%.

Para *Cycloneda sanguinea* o tempo de desenvolvimento de larva a pupa foi em média 13,3 dias, inferior ao obtido para *H. axyridis*, provavelmente em função dos fatores abióticos e da qualidade do alimento, e a sobrevivência larval foi de 85%, tendo havido mortalidade apenas nos 1º. e 2º. ínstars, e da pupa foi de 100% (CARDOSO & LÁZZARI 2003a).



Figs. 8-12. Ovos e larvas de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773). 8, Postura; 9, Ovos pouco antes da eclosão; 10, Eclosão (larvas neonatas); 11, Larvas sobre a massa de ovos; 12, canibalismo de ovos.





Figs. 13-16. *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773). Detalhe da coloração das larvas, vista dorsal. 13, 1<sup>o</sup> instar; 14, 2<sup>o</sup> instar; 15, 3<sup>o</sup> instar; 16, 4<sup>o</sup> instar.



Figs.17-19. *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773). Pré-pupa e pupas, detalhes da coloração. 17, Pré-pupa fixada no substrato; 18, Pupa recém-formada; 19, Pupa próxima a emergência do adulto.



### 1.3. Adultos e período total de desenvolvimento

Os adultos de *Harmonia axyridis* permanecem sobre a exúvia pupal após a emergência, até que o exoesqueleto endureça e que ocorra definição da sua coloração. Logo que emergem, os adultos apresentam coloração branca-leitosa passando por amarelada e são desprovidos de máculas (Fig. 20), tanto dorsal quanto ventralmente. Após cerca de 3 horas ocorre a modificação para a coloração definitiva (Fig. 21).

A longevidade observada nos adultos foi em média de 85,6 dias (Tab. I).

Dados muito semelhantes (86,8 dias) foram obtidos por SOARES *et al.* (2001) para *H. axyridis*, quando mantidas em temperatura constante de 22°C, UR 75% e fotoperíodo 16:8 horas e alimentadas com *Mysus persicae*, *Aphis phabae* e ovos de *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera, Pyralidade).

ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001), observaram para adultos de *H. axyridis* uma longevidade média de 62,2 e 61,6 dias, respectivamente, quando alimentados com ovos frescos e congelados de *Sitotroga cerealella*.

A longevidade dos adultos de *Cycloneda sanguinea* alimentadas com espécies de *Cinara* observada por CARDOSO & LÁZZARI (2003a) foi de 167,1 dias, na temperatura de 20°C, muito superior à encontrada neste trabalho, provavelmente em função da temperatura mais baixa.

O período total de desenvolvimento de *H. axyridis*, desde a eclosão do ovo até a emergência do adulto foi em média de 18,6 dias.





Figs. 20-21. *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773). Adultos. 20, Adulto recém-emergido; 21, Adulto com a coloração definitiva.

## 2. Consumo alimentar de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773)

### 2.1. Larvas

As larvas de *Harmonia axyridis* após o 2º dia de desenvolvimento iniciam a alimentação com *Cinara atlantica*. No 1º. instar observou-se um consumo médio de 19,4 afídeos, sendo de 24,8, para o 2º. instar, 49,7 para o 3º. e 188,9 para o 4º. instar (Figs. 22-23). É preciso levar em consideração que larvas de primeiro instar foram alimentadas com afídeos pequenos e os demais estágios com afídeos médios. As médias diárias de consumo de cada instar larval foram de 5,9 afídeos para o 1º. instar, 12,7 para o 2º. instar, 22,9 para o 3º. instar e 46 para o 4º. instar (Tab. III), sendo este último maior, possivelmente pelo fato do predador necessitar de uma quantidade maior de reserva nutricional para o período de pupa, no qual o inseto precisa de recursos energéticos para completar seu desenvolvimento.

TSAGANOU *et al.* (2004) avaliando o alimento *Aphis gossypii* Glover, 1877, em plantas de algodão por *H. axyridis*, criadas em 26°C de temperatura, UR de 50% e fotoperíodo de 16:8 horas, obtiveram médias diárias superiores de consumo, sendo 58,1, 64,5, 101,0 e 232,7 afídeos, respectivamente, para larvas do 1º ao 4º instar.

Entretanto, LEE & KANG (2004) obtiveram dados bem menores, sendo o consumo médio de 4,5; 7,3; 26,7 e 86,4, respectivamente, para larvas de 1º a 4º instar alimentadas com grandes densidades de *Aphis gossypii*, com temperatura constante de 25°C, UR de 60–70% e fotoperíodo de 16:8 horas.

Quando comparados aos dados de consumo de *Cycloneda sanguinea* (L., 1763), espécie de Coccinellidae que compete no campo com *H. axyridis*, pode-se observar que esta última tem uma capacidade de predação extremamente maior. CARDOSO & LÁZZARI (2003b) observaram que no 1º. instar, *Cycloneda sanguinea* consumiu uma média de 16,2 afídeos pequenos e que no 2º., 3º. e 4º. instares, quando alimentadas com afídeos médios, consumiram, respectivamente, 11,5; 26,1 e 65,2 afídeos.

### 2.2 Adultos

A fase adulta (Fig. 24) foi a que apresentou a maior média de consumo total, com 1.892 afídeos (Fig. 22) e um consumo médio diário de 22,3 afídeos (Tab. III). O alto

consumo dos adultos de *H. axyridis*, provavelmente ocorre devido ao longo período de longevidade, a abundância de afídeos ofertados, além da criação em ambiente confinado.

YASUDA & ISHIKAWA (1999) observaram uma maior eficiência na predação por adultos de *H. axyridis* quando ocorria uma alta densidade de *A. gossypii* agrupados na parte central da planta e uma menor predação quando os afídeos eram distribuídos em menor número e uniformemente na planta.

LUCAS *et al.* (1997) obtiveram um consumo médio diário de 35,8 de *Aphis citricola* nas mesmas condições de temperatura e umidade, com fotoperíodo de 16:8 horas.

LEE & KANG (2004) avaliando a capacidade predatória de adultos de *H. axyridis* em relação a *A. gossypii*, em folhas de pepino, observaram um consumo médio de 74,8 pulgões por dia, em uma temperatura constante de 25°C.

SOARES *et al.* (2004) citam um consumo diário médio de 45,8 e 35,4 de afídeos por *H. axyridis*, quando alimentadas com *M. persicae* e *A. phabae*, respectivamente.

Os dados do estudo aqui apresentados são incompatíveis com os da literatura disponível, provavelmente em função de que *C. atlantica*, denominada em algumas regiões como pulgão-gigante-do-pinus, é um afídeo com biomassa elevada, sendo um dos maiores registrados na natureza.

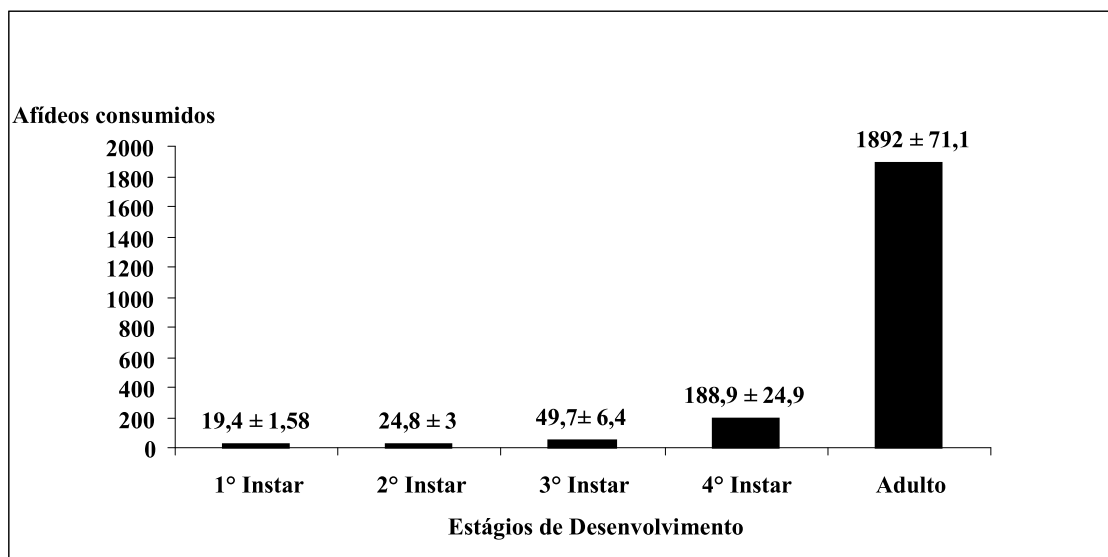


Fig. 22. Média ( $\pm$ DP) de consumo alimentar de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), alimentada com *Cinara atlantica* (Wilson, 1919). (Temperatura  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotofase de 12 horas e UR de  $70\% \pm 10\%$ ).

Tabela III. Média ( $\pm$ DP) do consumo alimentar diário de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), alimentadas com *Cinara atlantica* (Wilson, 1919). (Temperatura  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotofase de 12 horas e UR de  $70\% \pm 10\%$ ).

<i>n</i>	Estágios de desenvolvimento				
	1º instar	2º instar	3º instar	4º instar	Adulto
10	5,9 ± 1,2	12,7 ± 3,4	22,9 ± 5,6	46 ± 6,8	22,3 ± 1,4





Figs. 23-24. Predação de *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) por *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773). 23, Larva de 4<sup>o</sup> instar. 24, Adulto.

### 3. Predação de ovos por larvas e adultos de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773)

Nos testes para avaliação de predação de ovos por larvas e adultos de *H. axyridis* foi possível observar um alto nível em três dos quatro bioensaios (Tab. IV).

Nos testes de predação de ovos realizados juntamente com a oferta de *C. atlantica*, as larvas de 4º instar mostraram um índice médio de 53% de predação, enquanto os adultos não apresentaram evidências de predação em nenhuma das repetições. No entanto, quando os afídeos foram substituídos por água e mel como alimento, a taxa de predação de ovos foi de 100%, tanto para larvas quanto para os adultos. Os ovos podem ser considerados um recurso de boa qualidade, pois larvas de 4º instar criadas com essa dieta atingem o estágio adulto de maneira eficiente.

OSAWA (1993) em experimentos de campo criou larvas de *H. axyridis* com 8 espécies diferentes de afídeos como alimento e observou taxas de predação de 54,5%, resultado semelhante ao encontrado neste trabalho. Por outro lado OSAWA (1989) observou uma predação de ovos diferenciada quando larvas de *H. axyridis* alimentadas por *Myzus varians* eram oriundas de uma mesma matriz (predação de 36,1%) ou de matrizes diferentes (predação de 24,7%). Segundo esse autor, a ocorrência de predação de ovos de *H. axyridis* por indivíduos da mesma espécie é influenciada pela procedência parental e também pela disponibilidade de afídeos como alimento.

Tabela IV. Porcentagem média de predação ( $\pm$  DP) de ovos por adultos e larvas de 4º instar de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) alimentadas com duas dietas. (Temperatura  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotofase de 12 horas e UR de  $70\% \pm 10\%$ ).

<i>n</i>	Dieta	Estágio	Ovos ofertados	% de predação
10	<i>Cinara atlantica</i>	Larvas	20	53 $\pm$ 3,6
		Adultos	20	0 $\pm$ 0
10	Água + mel	Larvas	20	100 $\pm$ 0
		Adultos	20	100 $\pm$ 0

#### 4. Canibalismo entre larvas de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773)

O canibalismo pode representar uma importante tática de sobrevivência para muitas espécies de insetos, principalmente predadores. No presente estudo ocorreu canibalismo nas duas dietas em que as larvas foram submetidas (Fig. 25), sendo que a maior incidência ocorreu nos testes em que as larvas dispunham apenas de água + mel como alimento, apresentando eventos de canibalismo em todas as 10 repetições avaliadas (Tab. V). Das 10 repetições, 4 apresentaram 2 eventos de canibalismo e 6 apresentaram 3 eventos. Uma menor incidência de canibalismo pode ser observada nas repetições em que *C. atlantica* foi ofertada como alimento, sendo que em apenas 3 repetições houve canibalismo com um único evento em cada uma delas.

MICHAUD (2003) estudando a incidência de canibalismo em larvas de *H. axyridis* confinou três larvas em placas de petri oferecendo ovos de *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera, Pyralidae) e pólen como alimento. Em 80 repetições observou 29 com um evento de canibalismo e 5 com 2 eventos.

A intensidade de canibalismo entre larvas de *H. axyridis* está relacionada com a disponibilidade de presas (BURGIO *et al.* 2002 e YASUDA & SHINYA 1997), os baixos níveis de nutrientes ou toxicidade das presas (WAGNER *et al.* 1999).

Apesar de no presente trabalho não ter sido avaliado o canibalismo entre larvas e pupas de *H. axyridis*, durante uma das coletas realizadas para obtenção das matrizes, esse comportamento foi observado no campo (Fig. 26), bem como o canibalismo entre adultos e larvas (Fig. 27).





Figs. 25-26. 25, Canibalismo entre larvas de 4° instar de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773). 26, Canibalismo de larva de 4° instar sobre pupa de *H. axyridis* observada no campo.



Fig. 27. Canibalismo de adulto de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) sobre larva de 4° instar.

Tabela V. Incidência de canibalismo entre quatro larvas de 4° instar de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), submetidas a duas dietas. (Temperatura  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotofase de 12 horas e UR de  $70\% \pm 10\%$ ).

Dietas	n	Número de repetições		
		Com um único evento de canibalismo	Com dois eventos de canibalismo	Com três eventos de canibalismo
<i>Cinara atlantica</i>	10	3	0	0
Água+mel	10	0	4	6

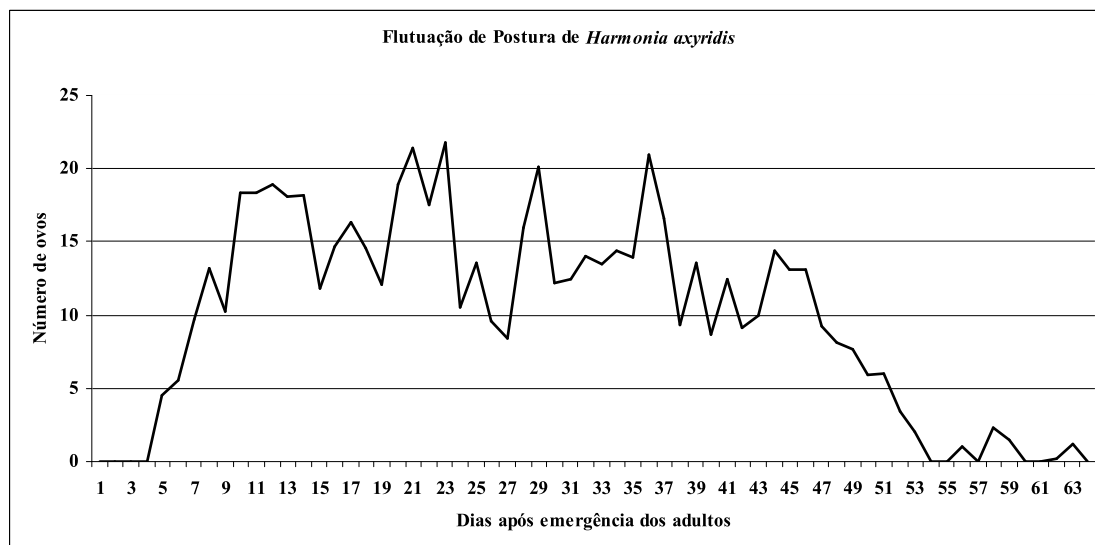


Fig. 28. Flutuação média do número de ovos por fêmea de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) durante o período reprodutivo. Alimento: *Cinara atlantica* (Wilson, 1919). (Temperatura  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotofase de 12 horas e UR de  $70\% \pm 10\%$ ).

## 5. Capacidade reprodutiva e tabela de esperança de vida de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773)

### 5.1. Período pré-reprodutivo

O valor de 6,8 dias obtido para o período de pré-oviposição de *H. axyridis* alimentadas com *C. atlantica* (Tab. VI) foram inferiores aos encontrados por ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001) que verificaram um período de 8,1 dias para esta espécie quando alimentadas com ovos frescos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Lepidoptera, Gelechiidae).

Os dados obtidos por LANZONI *et al.* (2004) se mostraram mais próximos aos do presente estudo com um período de pré-oviposição de 7,4 dias para *H. axyridis* alimentadas com *Myzus persicae*. Entretanto, para MIGNAULT *et al.* (2006) o período de pré-oviposição foi maior (9,6 dias) para *H. axyridis* alimentadas com *Aphis glycines* Matsumura, 1917.

## 5.2. Período reprodutivo

### 5.2.1. Período de oviposição

O período de oviposição para *H. axyridis* foi de 44,3 dias (Tab.VI), resultados próximos aos obtidos por ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001) de 49 e 45,3 dias para indivíduos alimentados com ovos frescos e congelados de *Sitotroga cerealella*, respectivamente. Para LANZONI *et al.* (2004) o período de oviposição de *H. axyridis* alimentada com *Myzus persicae* foi de 13,7 dias, muito inferior ao encontrado neste trabalho.

### 5.2.2. Fecundidade

Considerando a fecundidade de *H. axyridis*, o número médio de ovos por fêmea durante todo o período reprodutivo foi de 682,1 e o número médio de ovos produzidos por dia, por fêmea foi de 15,69 (Tab. VII).

ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001) observaram uma média de 715,3 e 606,6 ovos por fêmeas de *H. axyridis* alimentadas com ovos frescos e congelados de *S. cerealella*, respectivamente. Estes autores relataram uma taxa de fecundidade diária semelhante aos obtidos neste trabalho, (14,59 ovos/dia) quando fêmeas foram alimentadas com ovos frescos de *S. cerealella*, porém a fecundidade média diária foi menor (13,39 ovos/dia) quando as fêmeas foram alimentadas com ovos congelados.

A fecundidade de fêmeas de *H. axyridis* alimentadas com *Myzus persicae* foram verificadas por LANZONI *et al.* (2004) obtendo um número médio de 550,5 ovos por fêmea. MIGNAULT *et al.* (2006) verificaram em *H. axyridis* alimentadas com *Aphis glycines*, 2.008,4 ovos por fêmea, número muito superior.

SOARES *et al.* (2004) citaram uma fecundidade média diária de *H. axyridis* de 22,8 e 20,9, quando alimentada com *Aphis fabae* e *M. persicae*, respectivamente.

### 5.2.3. Média de posturas e ovos/posturas

As maiores taxas de oviposição foram observadas entre o 11° e 45° dia do período reprodutivo das fêmeas, decaindo drasticamente a partir do 49° dia (Fig. 28).

A média de posturas realizadas por fêmeas de *H. axyridis* foi de 36,6 durante o período reprodutivo, com 18,7 ovos por postura (Tab. VII).

Segundo TAKAHASHY (1987) o número médio de ovos por postura pode chegar a 30, dependendo do substrato e da qualidade do alimento ofertado para os adultos.

### 5.3 Período pós-reprodutivo

O período pós-reprodutivo para as fêmeas de *H. axyridis* foi de 32,9 dias (Tab. VI). Esses números se mostram muito superiores aos relatados por ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001) que encontraram um período médio de 5,10 e 6,8 dias em fêmeas alimentadas com ovos frescos e congelados de *S. cerealella*, respectivamente.

MIGNAULT *et al.* (2006) observaram também um tempo inferior, 5,7 dias, no período pós-reprodutivo de *H. axyridis*, alimentadas com *Aphis glycines*.

### 5.4. Taxa líquida de reprodução – (Ro)

A taxa líquida de reprodução  $R_o$  indica o número médio de indivíduos nascidos no tempo de vida de cada fêmea. Portanto é possível estimar através dessa taxa a capacidade de uma espécie aumentar seu número de indivíduos de uma geração para outra.

Para *H. axyridis* a capacidade para aumentar de uma geração para outra foi de 632,7 vezes (Tab. VIII) e estima-se que esse incremento ocorra em aproximadamente 26,7 dias, que foi o tempo calculado entre cada geração (ver item 5.5).

LANZONI *et al.* (2004) obtiveram uma taxa líquida de reprodução de 26,27 para *H. axyridis* alimentada com *M. persicae*. Essa taxa, muito menor que a encontrada neste trabalho, pode ter ocorrido, provavelmente, pelas condições abióticas diferentes e também pela qualidade nutricional do alimento.

Se comparada a taxa líquida de reprodução de *Cinara atlantica* (PENTEADO 2007), em duas semanas, em média, o afídeo tem capacidade para aumentar 17 vezes a sua população, indicando a eficiência de *H. axyridis*. Contudo, mais estudos são necessários para avaliar a interação dessa espécie com outros predadores nativos ou já estabelecidos, pois *H. axyridis* se mostrou um predador voraz, agressivo, com alta mobilidade e grande capacidade reprodutiva. Só assim se poderá afirmar que se trata de uma espécie a ser indicada para o controle de *C. atlantica*, sem causar impacto nas populações das demais espécies predadoras.



De acordo com HORM (1988), se  $R_0$  é maior que 1, está ocorrendo um aumento populacional, o que foi verificado para *H. axyridis* no presente trabalho. Esta capacidade, porém, pode variar em campo, com a influência de diversos fatores bióticos e abióticos, como disponibilidade de alimento, umidade, temperatura, competição intraguildd, presença de inimigos naturais, entre outros. Ainda assim, pode-se afirmar que *H. axyridis* parece mostrar-se um eficiente agente no controle biológico de *C. atlantica* quando levado em conta seus parâmetros reprodutivos.

### 5.5. Intervalo de tempo entre cada geração – (T)

A duração média de uma geração T, que indica o período entre o nascimento dos indivíduos de uma geração e da seguinte foi de 26,7 dias para *H. axyridis*, em condições controladas de laboratório (Tab. VIII). Em situações de campo, esse período pode variar de acordo com as condições do ambiente.

LANZONI *et al.* (2004) obtiveram uma duração média de uma geração de 38,8 dias para *H. axyridis* alimentada com *M. persicae*.

Segundo OSAWA (1993) na Ásia, *H. axyridis* é considerada uma espécie bivoltina, ou seja, com 2 gerações por ano, porém na América do Norte e Europa existem relatos dessa espécie atingindo até 5 gerações por ano (KOCH *et al.* 2003; LAMANA & MILLER, 1996; ONGAGNA *et al.* 1993; WANG 1986 e KATSOYANNOS *et al.* 1997).

### 5.6. Capacidade inata de aumentar em número – ( $r_m$ )

A capacidade inata de aumentar em número  $r_m$  é definida como a máxima razão de aumento obtido por uma população ( $R_0/T$ ), traduzindo o potencial biótico da espécie. Para *H. axyridis* verificou-se, que a natalidade foi maior que a mortalidade, resultando em um valor de  $r_m$  positivo (0,24) indicando crescimento populacional (Tab. VIII).

Para LANZONI *et al.* (2004) o  $r_m$  foi de 0,089, número muito menor ao encontrado neste trabalho, para *H. axyridis* alimentada com *M. persicae*.

Segundo BIRCH (1948), quanto maior o valor de  $r_m$  mais bem sucedida será a espécie em um determinado ambiente. Comparando-se com os valores obtidos para *C. atlantica* (PENTEADO 2007), que foram de 0,19 e 0,23, respectivamente, alimentados com mudas de *Pinnus taeda* em viveiros do Rio Grande do Sul e Paraná, constatou-se que *H. axyridis* apresenta um valor de  $r_m$  superior ao da sua presa *C. atlantica*.

Conforme ANDREWARTHA & BIRCH (1954), se o valor de  $r_m$  de um inimigo natural for superior ao de seu hospedeiro, isto favorecerá o estabelecimento do inimigo natural em uma determinada área. Além disso, o valor de  $r_m$  observado é semelhante ao encontrado para o parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* Ashmed, 1891 (Hymenoptera, Braconidae), que é específico para *C. atlantica* (PENTEADO 2007), demonstrando a eficiência de *H. axyridis* no controle desse afídeo, caso ocorra a ausência do parasitóide.

### 5.7. Razão finita de aumento – ( $\lambda$ )

A razão finita de aumento populacional  $\lambda$ , de acordo com RABINOVICH (1978), é um fator de multiplicação da população a cada dia e difere de  $r_m$  por ser uma taxa finita de aumento populacional e não instantânea.

Neste trabalho foi encontrado que 1,27 fêmeas podem ser adicionadas por dia à população do predador (Tab. VIII).

### 5.8. Tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos – (TD)

O tempo necessário para a população de *H. axyridis* duplicar em número TD, foi de 2,9 dias (Tab. VIII), em condições de laboratório.

Tabela VI. Média do período reprodutivo e longevidade (dias) ( $\pm$  DP), de adultos de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) alimentada com *Cinara atlantica* (Wilson, 1919). (Temperatura de 24°C, fotofase de 12 horas e UR de 70%  $\pm$  10%).

<b>Períodos</b>	<b>Dias</b>
<b>Pré-oviposição</b>	<b>6,8 <math>\pm</math> 2</b>
<b>Oviposição</b>	<b>44,3 <math>\pm</math> 9</b>
<b>Pós-oviposição</b>	<b>32,9 <math>\pm</math> 9,2</b>
<b>Longevidade</b>	<b>85,6 <math>\pm</math> 17,7</b>

Tabela VII. Média de fecundidade e fertilidade; média de ovos/dia; média de postura e média de ovos por postura ( $\pm$  DP) de adultos de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) alimentadas com *Cinara atlantica* (Wilson, 1919). (Temperatura  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotofase de 12 horas e UR de  $70\% \pm 10\%$ ). ( $n = 10$ ).

<b>Parâmetros</b>	<b>Nº de ovos</b>
<b>Fecundidade</b>	<b>682,1 <math>\pm</math> 114</b>
<b>Fertilidade</b>	<b>633,2 <math>\pm</math> 112</b>
<b>Ovos/dia</b>	<b>15,69 <math>\pm</math> 2,4</b>
<b>Média de posturas</b>	<b>36,6 <math>\pm</math> 6,5</b>
<b>Média de ovos/postura</b>	<b>18,7 <math>\pm</math> 6,2</b>

Tabela VIII. Estimativas dos parâmetros reprodutivos ( $\pm$  DP) de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) alimentadas com *Cinara atlantica* (Wilson, 1919). (Temperatura  $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotofase de 12 horas e UR de  $70\% \pm 10\%$ ).

<b>Parâmetros reprodutivos</b>	<b>Estimativas (<math>\pm</math>DP)</b>
<b>Taxa Líquida de Reprodução (Ro)</b>	<b>632,7 <math>\pm</math> 3,9</b>
<b>Intervalo de Tempo entre cada geração (T)</b>	<b>26,74719456 <math>\pm</math> 0,1</b>
<b>Capacidade Inata de aumentar em número (rm)</b>	<b>0,24114665 <math>\pm</math> 0</b>
<b>Razão finita de aumento (<math>\lambda</math>)</b>	<b>1,272707665 <math>\pm</math> 0</b>
<b>Tempo para a população duplicar (TD)</b>	<b>2,874380297 <math>\pm</math> 0</b>

**Ro:** Número de vezes que *Harmonia axyridis* tem capacidade para aumentar de uma geração para outra

**T:** Duração média de uma geração

**rm:** Capacidade inata de aumentar em número, traduzindo o potencial biótico da espécie

**$\lambda$ :** Fator de multiplicação da população a cada dia

**TD:** Tempo para a população duplicar em número

#### IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições utilizadas nos experimentos, *H. axyridis* mostrou-se um eficiente predador de *Cinara atlantica*, apresentando altos níveis de predação. Apresentou uma alta taxa de viabilidade dos ovos e uma grande capacidade reprodutiva com um rápido desenvolvimento dos imaturos, quando comparado com as demais espécies de coccinelídeos predadores. Além disso, apresentou elevados níveis de fecundidade e fertilidade e teve capacidade de utilizar os ovos e larvas da própria espécie como recurso nutricional alternativo. Portanto, apresenta grande potencialidade como agente de controle biológico de *Cinara atlantica*, espécie de afídeo que tem apresentado sérios danos nos reflorestamentos com *Pinnus* spp..

Importante ainda salientar que, devido aos problemas relatados nos países onde essa espécie foi introduzida, outros aspectos da sua história de vida devem ser observados no meio ambiente. Estudos de biologia básica, tanto das espécies nativas como das introduzidas são necessários para o entendimento das relações tritróficas. O entendimento da dinâmica nas relações planta-praga-predador é essencial para o uso em manejo e controle biológico.

Tendo em vista que no Brasil *H. axyridis* foi introduzida recentemente e que este é um dos primeiros estudos com esta espécie, novos projetos devem ser realizados para complementar as informações sobre seu impacto e/ou sua interação com as demais espécies de predadores.

## V. REFERÊNCIAS

- ABDEL-SALAM, A. H. & N. F. ABDEL-BAKY. 2001. 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** **125**: 455-462.
- ADRIAENS, T.; E. BRANQUART & D. MAES. 2003. The multicoloured Asian ladybird *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera, Coccinellidae), a threat for native aphid predators in Belgium? **Belgian Journal of Zoology** **133**:195-196.
- AGARWALA, B. K. & A. F. G. DIXON. 1992. Laboratory study of cannibalism and interspecific predation in ladybirds. **Ecological Entomology** **17**: 303-309.
- ALMEIDA, L. M. & V. B. SILVA. 2002. Primeiro registro de *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae): um coccinélídeo originário da região Paleártica. **Revista Brasileira de Zoologia** **19**: 941-944.
- ANDREWARTHA, H. G. & L. C. BIRCH. 1954. **The innate capacity for increase in numbers. The distribution and abundance of animals.** Chicago, University of Chicago Press, 782 p.
- BELLOWS-JUNIOR, T. S.; R. G. VAN DRIESCHE & J. S. ELKINTON. 1992. Life table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. **Annual Review of Entomology** **37**: 587-614.
- BIRCH, L. C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. **Journal of Animal Ecology** **17**:15-26.
- BURGIO, G.; F. SANTI & S. MAINI. 2002. On intra-guild predation and cannibalism in *Harmonia axyridis* (Pallas) and *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae). **Biological Control** **24**: 110-116.
- CARDOSO, J. T. & S. M. N. LÁZZARI. 2003a. Comparative biology of *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) and *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville, 1842 (Coleoptera, Coccinellidae) focusing on the control of *Cinara* spp. (Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia** **47**: 443-446.
- CARDOSO, J. T. & S. M. N. LÁZZARI. 2003b. Consumption of *Cinara* spp. (Hemiptera, Aphididae) by *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) and *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville, 1842 (Coleoptera, Coccinellidae). **Revista Brasileira de Entomologia** **47**: 599-562.

- CHAPIN, J. B. & V. A. BROU. 1991. *Harmonia axyridis* (Pallas), the third species of the genus to be found in the United States (Coleoptera, Coccinellidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington** **93**: 630-635.
- ELLIOTT, N.; R. KIECKHEFER & W. KAUFFMAN. 1996. Effects of an invading coccinellid on native coccinellids in an agricultural landscape **Oecologia** **105**: 537-544.
- EL-SEBAEY, I. I. A. & A. M. EL-GANTIRY. 1999. Biological aspects and description of different stages of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae). **Bulletin of the Faculty of Agriculture** **50**: 87-97.
- FERRAN, A.; S. A. EL-ARNAOUTY; V. BEYSSAT-ARNAOUTY & H. GALAL. 2000. Introduction and release of the coccinellid *Harmonia axyridis* Pallas for controlling *Aphis craccivora* Koch on faba beans in Egypt. **Egyptian Journal of Biological Pest Control** **10**: 129-136.
- GORDON, R. D. 1985. The Coleoptera (Coccinellidae) of America North of Mexico. **Journal New York of Entomology Society** **93**: 1-912.
- HAGEN, K. S. 1962. Biology and Ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology** **7**: 289-326.
- HE, J. L.; E. P. MA; Y. C. SHEN; W. L. CHEN & X. Q. SUN. 1994. Observations of the biological characteristics of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae). **Journal of the Shanghai Agricultural College** **12**: 119-124.
- HODEK, I. 1973. **Biology of Coccinellidae**. Prague, Academic of Sciences, 260 p.
- HODEK, I. & A. HONEK. 1996. **Ecology of Coccinellidae**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 464 p.
- HORM, D. J. 1988. **Ecological approach to pest management**. New York. Guilford Press, 285 p.
- IEDE, E. T.; S. M. N. LÁZZARI; S. R. C. PENTEADO; R. C. ZONTA-DE-CARVALHO & R. F. R. TRENTINI. 1998. Ocorrência de *Cinara pinivora* (Homoptera: Aphididae, Lachninae) em reflorestamento de *Pinnus* spp. No Sul do Brasil. **Anais do XXII Congresso Brasileiro de Zoologia**, p.141.
- KALASKAR, A. & E. W. EVANS. 2001. Larval responses of aphidophagous lady beetle (Coleoptera, Coccinellidae) to weevil larvae versus aphids as prey. **Annals of the Entomological Society of America** **94**: 76-81.

- KATSOYANNOS, P.; D. C. KONTODIMAS; G. J. STATHAS; & C. T. TSARTSALIS. 1997. Establishment of *Harmonia axyridis* on Citrus and some data on its phenology in Greece. **Phytoparasitica** **25**:183-191.
- KAWAUCHI, S. 1979. Effects of temperatures on the aphidophagous Coccinellids. **Kurume University Journal** **28**: 47-52.
- KOCH, R. L. 2003. The multicolored Asian beetle, *Harmonia axyridis*: A review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. **Journal of Insects Science** **32**: 1-16.
- KOCH, R. L.; E. C. BURKNESS; S. J. BURKNESS & W. D. HUTCHISON. 2004. Phytophagous Preferences of the Multicolored Asian Lady Beetle (Coleoptera, Coccinellidae) for Autumn-Ripening Fruit. **Journal of Economic Entomology** **97**: 539-544.
- KOCH, R.L.; R.C. VENETTE & W. D. HUTCHISON. 2006. Invasions by *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae) in the Western Hemisphere: Implications for South America. **Neotropical Entomology** **35**: 421-434.
- LANZONI, A.; G. ACCINELLI; G. G. BAZZOCCHI & G. BURGIO. 2004. Biological traits and life table of the exotic *Harmonia axyridis* compared with *Hippodamia variegata*, and *Adalia bipunctata* (Coleoptera, Coccinellidae). **Journal of Applied Entomology** **128**: 298–306.
- LAMANA, M. L. & J. C. MILLER. 1996. Field observations on *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera, Coccinellidae) in Oregon. **Biological Control** **6**:232-237.
- LAMANA, M. L. & J. C. MILLER. 1998. Temperature-dependent development in an Oregon population of *Harmonia axyridis* (Coleoptera, Coccinellidae). **Environmental Entomology** **27**: 1001-1005.
- LAZZARI, S. M. N. & R. C. ZONTA-DE-CARVALHO. 2000. Aphids (Hemiptera, Aphididae, Lachninae, Cinarini) on *Pinnus* spp. and *Cupressus* sp. In Southern Brazil. **XXI Internacional Congress of Entomology**, 493 p.
- LEE, J. H. & T. J. KANG. 2004. Functional response of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae) to *Aphis gossypii* Glover (Homoptera, Aphididae) in the laboratory. **Biological Control** **31**: 306-310.
- LUCAS, E.; D. CODERRE & C. VINCENT. 1997. Voracity and feeding preferences of two aphidophagous coccinellids on *Aphis citricola* and *Tetranychus urticae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** **85**: 151–159.

- MARTINS, C. B. C. 2008. *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae): flutuação populacional, relações tritróficas em Curitiba, PR e evidências moleculares sobre sua origem no Brasil. **Dissertação de mestrado**. UFPR. Curitiba, 83 p.
- MARTINS, C. B. C.; L. M. ALMEIDA; R. C. ZONTA-DE-CARVALHO; C. F. CASTRO & R. A. PEREIRA. 2008. *Harmonia axyridis*: a threat to Brazilian coccinellids? **Revista Brasileira de Entomologia** (no prelo).
- McCORNARCK, R.; L. KOCH. & D. W. RAGSDALE. 2007. A simple method for in-field determination of the Multicolored Asia lady beetle *Harmonia axyridis*. **Journal of Insect Science** 7: 1-12.
- MICHAUD, J. P. 2001. Numerical response of *Olla v-nigrum* (Coleoptera, Coccinellidae) to infestations of Asian Citrus Psyllid, (Hemiptera, Psyllidae) in Florida. **Florida Entomologist** 84: 608-612.
- MICHAUD, J. P. 2002. Biological control of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera, Psyllidae) in Florida: a preliminary report. **Entomological News** 113: 216-222.
- MICHAUD J. P. 2003. A comparative study of larval cannibalism in three species of ladybird. **Ecological Entomology** 28: 92–101.
- MIGNAULT, M. P.; M. ROY & J. BRODEUR. 2006. Soybean aphid predators in Quebec and the suitability of *Aphis glycines* as prey for three Coccinellidae. **Biocontrol** 51: 89-106.
- MILLS, N. J. 1990. Biological control of forest aphid pests in Africa. **Bulletin Entomological Research** 80: 31-36.
- OLIVEIRA, N. C.; WILCKEN, C. F. & MATOS, C. A. O. 2004. Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinélidos (Coleoptera, Coccinellidae) sobre o pulgão-gigante-de-pinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia** 48:529-533.
- ONGAGNA, P.; L. GIUGE; G. IPERTI & A. FERRAN. 1993. Cycle de development d'*Harmonia axyridis* (Coleoptera, Coccinellidae) dans son aire d'introduction: le sud-est de la France. **Entomophaga** 38: 125-128.
- OSAWA N. 1989. Sibling and non-sibling cannibalism by larvae of a lady beetle *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera, Coccinellidae) in the field. **Researches on Population Ecology** 31: 153-160.



- OSAWA, N. 1993. Population field studies of the aphidophagous ladybird beetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera, Coccinellidae): life tables and key factor analysis. **Researches on Population Ecology** **35**: 335-348.
- PENTEADO, S. R. C.; R. F. TRENTINI; E. T. IEDE & W. REIS FILHO. 2000. Ocorrência, distribuição, danos e controle de pulgões do gênero *Cinara* em *Pinus* spp. no Brasil. **Revista Floresta** **30**: 55-64.
- PENTEADO, S. R. 2007. Desenvolvimento de um sistema computacional para cálculos de parâmetros biológicos de crescimento populacional de afídeos – Uma versão Preliminar. **Dissertação de doutorado**. UFPR. Curitiba, 57 p.
- RABINOVICH, J. E. 1978. **Ecología de Poblaciones Animales**. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, 114 p.
- SAINI, E. D. 2004. Presencia de *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae) en la Provincia de Buenos Aires. Aspectos Biológicos y Morfológicos. **Revista de Investigaciones Agropecuarias** **33**:151-160.
- SAN MARTIN, G.; T. ADRIAENS; L. HAUTIER & N. OTTART. 2005. La coccinelle asiatique *Harmonia axyridis*. **Insectes** **7**: 7-11.
- SOARES, A. O.; D. CODERRE & H. SCHANDERL. 2001a. Fitness of two phenotypes of *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera, Coccinellidae). **Europe Journal of Entomology** **98**: 287–293.
- SOARES, A. O.; D. CODERRE & H. SCHANDERL. 2001b. Influence of prey quality on the fitness of two phenotypes of *Harmonia axyridis* adult. **Entomologia Experimentalis et Applicata** **114**: 227-323.
- SOARES, A. O.; D. CODERRE & H. SCHANDERL. 2004. Dietary self-selection behaviour by the adults of the aphidophagous ladybeetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera, Coccinellidae). **Journal of Animal Ecology** **73**: 478–486.
- STUART, R. J.; J. P. MICHAUD; L. OLSEN & C. W. MCCOY. 2002. Lady beetles as potential predators of the root weevil *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera, Curculionidae) in Florida citrus. **Florida Entomologist** **85**: 409-416.
- SWEETMAN, H. L. 1958. **The principles of biological control**. Wm. C. Brown Co. Dubuque, Iowa. 560 p.
- TAKAHASHI, K. 1987. Differences in oviposition initiation and sites of lady beetles, *Coccinella septempunctata bruckii* Mulsant and *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae) in the field. **Japanese Journal of Applied Entomology** **31**: 253–254.

- TAN, C. C. 1946. Mosaic dominance in the inheritance of color patterns in the ladybird beetle, *Harmonia axyridis*. **Genetics** **31**:195-210.
- TSAGANOU, F. C.; C. J. HODGSON; C. G. ATHANASSIOU, N. G. KAVALLIERATOS & Z. TOMANOVIC. 2004. Effect of *Aphis gossypii* Glover, *Brevicoryne brassicae* (L.), and *Megoura viciae* Buckton (Homoptera: Aphidoidea) on the development of the predator *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae). **Biological Control** **31**:138-144.
- VAN LENTEREN J. C. & J. WOETS. 1988. Biological and integrated pest control in greenhouses. **Annual Review of Entomology** **33**: 239-269.
- WAGNER J. D.; M. D. GLOVER.; J. B. MOSELEY & A. J. MOORE. 1999. Heritability and fitness consequences of cannibalism in *Harmonia axyridis*. **Evolutionary Ecology Research** **1**: 375-388.
- WANG L. Y. 1986. Mass rearing and utilization in biological control of the lady beetle *Leis axyridis* (Pallas). **Acta Entomologica Sinica** **29**: 104.
- YASUDA H, & H. ISHIKAWA. 1999. Effects of prey density and spatial distribution on prey consumption of the adult predatory ladybird beetle. **Journal of Applied Entomology** **123**: 585-589.
- YASUDA, H. & K. SHINYA. 1997. Cannibalism and interspecific predation in two predatory ladybirds in relation to prey abundance in the field. **Entomophaga** **42**: 153-163.
- YASUMATSU, K. & C. WATANABE. 1964. **A Tentative Catalogue of Insect Natural Enemies of Injurious Insects in Japan — Part 1. Parasite-Predator Host Catalogue**. Fukuoka, Japan: Entomological Laboratory, Faculty of Agriculture Kyushu University.
- ZHANG, Z. Q. 1992. The natural enemies of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera, Aphididae) in China. **Journal of Applied Entomology** **114**: 251-262.

## IV. APÊNDICES

Desenvolvimento e longevidade de *Harmonia axyridis* (dias)

Repetições	Estágio								Total
	Ovo	1° instar	2° instar	3° instar	4° instar	Pré-pupa	Pupa	Adulto	
<b>1</b>	3	4	2	2	4	1	6	53	75
<b>2</b>	3	3	2	2	4	1	6	76	97
<b>3</b>	3	3	2	2	4	1	6	113	134
<b>4</b>	3	3	3	2	4	1	6	46	68
<b>5</b>	3	3	3	2	4	1	6	130	152
<b>6</b>	3	3	2	2	5	1	5	101	122
<b>7</b>	3	4	1	3	4	1	5	94	115
<b>8</b>	3	4	2	2	4	1	6	108	130
<b>9</b>	3	4	1	3	4	1	6	72	94
<b>10</b>	3	4	2	2	4	1	6	63	85
<b>Média</b>	<b>3</b>	<b>3,5</b>	<b>2</b>	<b>2,2</b>	<b>4,1</b>	<b>1</b>	<b>5,8</b>	<b>85,6</b>	<b>107,2</b>

Consumo total de *Harmonia axyridis* para cada estágio de desenvolvimento

Repetições	Estágios					Total
	1° inst	2° inst	3° inst	4° inst	Adulto	
<b>1</b>	27	20	44	229	1280	<b>1600</b>
<b>2</b>	17	33	52	149	1529	<b>1780</b>
<b>3</b>	16	30	47	172	2352	<b>2617</b>
<b>4</b>	12	26	40	184	1103	<b>1365</b>
<b>5</b>	12	26	40	163	2650	<b>2891</b>
<b>6</b>	12	28	37	227	2255	<b>2559</b>
<b>7</b>	32	12	73	167	2146	<b>2430</b>
<b>8</b>	19	38	71	179	2485	<b>2792</b>
<b>9</b>	22	12	43	234	1659	<b>1970</b>
<b>10</b>	25	23	50	185	1461	<b>1744</b>
<b>Total</b>	<b>194</b>	<b>248</b>	<b>497</b>	<b>1889</b>	<b>18920</b>	<b>21748</b>

**Média do consumo diário para cada ínstar e adulto de *Harmonia axyridis***

Repetições	Estágios				
	1° instar	2° instar	3° instar	4° instar	Adulto
1	6,75	10	22	57,2	24,1
2	5,6	16,5	26	37,2	20,1
3	5,3	15	23,5	43	20,8
4	4	8,6	20	46	23,97
5	4	8,6	20	40,7	20,3
6	4	14	18,5	45,4	22,3
7	10,6	12	24,3	41,7	22,8
8	4,7	19	35,5	44,7	23
9	5,5	12	14,3	58,5	23
10	8,3	11,5	25	46,2	23,1

**Fertilidade e fecundidade de *H. axyridis***

Repetição	N° Ovos Postos	N° Ovos Férteis	% Ovos Férteis
1	723	713	98,3
2	589	546	92,6
3	801	746	93,1
4	467	443	94,8
5	719	648	90,1
6	675	639	94,6
7	825	779	94,4
8	737	657	89,1
9	546	475	86,9
10	739	686	92,8
<b>Total</b>	<b>6821</b>	<b>6332</b>	<b>927</b>

**Oviposição de *H. axyridis***

<b>Repetições</b>	<b>N° de posturas</b>	<b>Média de ovos/postura</b>
<b>1</b>	34	21,2
<b>2</b>	36	16,3
<b>3</b>	43	18,6
<b>4</b>	22	21,2
<b>5</b>	40	17,9
<b>6</b>	35	19,2
<b>7</b>	45	18,3
<b>8</b>	38	19,3
<b>9</b>	36	15,1
<b>10</b>	37	19,9
<b>Total</b>	<b>366</b>	

**Período de oviposição de *H. axyridis***

<b>Repetições</b>	<b>Período</b>		
	<b>Pré-Rep.</b>	<b>Reprod</b>	<b>Pós-rep.</b>
<b>1</b>	<b>6</b>	<b>44</b>	<b>34</b>
<b>2</b>	<b>5</b>	<b>39</b>	<b>40</b>
<b>3</b>	<b>10</b>	<b>53</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>9</b>	<b>24</b>	<b>51</b>
<b>5</b>	<b>4</b>	<b>55</b>	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>9</b>	<b>42</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>6</b>	<b>56</b>	<b>22</b>
<b>8</b>	<b>7</b>	<b>39</b>	<b>38</b>
<b>9</b>	<b>8</b>	<b>48</b>	<b>28</b>
<b>10</b>	<b>4</b>	<b>43</b>	<b>37</b>

**Predação de ovos por adultos de *Harmonia axyridis***

Dieta	<i>Cinara atlantica</i>		Água + Mel	
	Ovos ofertados	% Predação	Ovos ofertados	% Predação
1	20	0	20	100
2	20	0	20	100
3	20	0	20	100
4	20	0	20	100
5	20	0	20	100
6	20	0	20	100
7	20	0	20	100
8	20	0	20	100
9	20	0	20	100
10	20	0	20	100

**Predação de ovos por Larvas de 4º instar de *Harmonia axyridis***

Dieta	<i>Cinara atlantica</i>		Água +Mel	
	Ovos ofertados	% Predação	Ovos ofertados	% Predação
1	20	30	20	100
2	20	90	20	100
3	20	50	20	100
4	20	80	20	100
5	20	30	20	100
6	20	60	20	100
7	20	100	20	100
8	20	45	20	100
9	20	15	20	100
10	20	30	20	100

<b>Canibalismo de <i>H. axyridis</i></b>				
<b>Dieta</b>	<b><i>Cinara atlantica</i></b>		<b>Água + mel</b>	
	<b>Nº de larvas confinadas</b>	<b>Nº de larvas Predadas</b>	<b>Nº de larvas confinadas</b>	<b>Nº de larvas Predadas</b>
<b>Repetições</b>				
<b>1</b>	4	1	4	2
<b>2</b>	4	0	4	2
<b>3</b>	4	1	4	3
<b>4</b>	4	0	4	2
<b>5</b>	4	0	4	3
<b>6</b>	4	0	4	3
<b>7</b>	4	0	4	3
<b>8</b>	4	0	4	2
<b>9</b>	4	1	4	3
<b>10</b>	4	0	4	3
<b>Total</b>		<b>3</b>		<b>26</b>