

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ASPECTOS BIOLÓGICOS E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Harmonia
axyridis* (PALLAS) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)**

Tatiana de Oliveira Ramos
Bióloga

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL
Março de 20112

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ASPECTOS BIOLÓGICOS E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Harmonia
axyridis* (Pallas) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)**

Tatiana de Oliveira Ramos

Orientador: Prof. Dr. Francisco Jorge Cividanes

Co-orientadora: Dra. Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes

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

JABOTICABAL- SÃO PAULO - BRASIL
Março de 2012

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

TATIANA DE OLIVEIRA RAMOS – Filha de José Barnabé de Carvalho Ramos e Isabel Aparecida de Oliveira Ramos, natural de São Paulo, SP, nascida no dia 29 de março de 1983. Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) no ano de 2008. Foi Bolsista da FAPESP, modalidade Treinamento Técnico III no período de março de 2009 a 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 – Câmpus de Jaboticabal, SP.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me escolhido desde o ventre materno e me presentear com seu grande amor a cada manhã.

Aos meus pais José Barnabé de Carvalho Ramos e Isabel Aparecida de Oliveira Ramos por acreditarem em mim, pelo amor e carinho incondicional. Aos meus irmãos Fabiana de Oliveira Ramos, Juliana de Oliveira Ramos e Moisés de Oliveira Ramos pela amizade e companheirismo. Aos meus amados sobrinhos Ana Luiza Aparecida Ramos e André Ramos Neri pelas brincadeiras, alegria e abraços.

Ao meu orientador Prof. Dr. Francisco Jorge Cividanes e co-orientadora Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes, pela atenção, ensinamentos e orientação constante.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À instituição UNESP-Câmpus de Jaboticabal, pela oportunidade concedida.

Aos Professores Dr. César Freire Carvalho e Dr. José Carlos Barbosa, integrantes titulares da banca de defesa de Mestrado.

Ao Professor Dr. José Carlos Barbosa, pela disponibilidade para realização das análises estatísticas e atenção dispensada.

Aos professores da UNESP-Jaboticabal e em especial aos da Pós- Graduação em Entomologia Agrícola, pelos ensinamentos prestados.

As bibliotecárias da UNESP-Jaboticabal pela atenção e auxílio.

Aos integrantes do Laboratório de Ecologia de Insetos: Laís da Conceição dos Santos, Crislany Barbosa, Robson José da Silva, Lilian Roberta Correa, Ivan Carlos, Alessandra Karina Okuta, Ezequias Theophillo, Sidnéia Terezinha, Danilo da Mata, Tiago Roberto.

Ao Departamento de Fitossanidade / Entomologia Agrícola, em especial aos funcionários: Alex, Ângela, Lígia, Lúcia, Altamiro, e aos demais, que sempre estiveram à disposição para ajudar.

Aos alunos da pós-graduação em Entomologia Agrícola, tanto de mestrado como de doutorado, pelo companheirismo.

Agradeço a amizade e carinho das companheiras Amanda Neves e Talita Mucédula.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
SUMMARY	I
CAPÍTULO 1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	01
1. JOANINA <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE).....	01
2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE <i>Harmonia axyridis</i>	02
3. EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE A BIOLOGIA DE <i>Harmonia axyridis</i>	03
4. REFERÊNCIAS.....	05
CAPÍTULO 2. ASPECTOS BIOLÓGICOS E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE <i>Harmonia axyridis</i> (PALLAS) (COLEOPTERA:COCCINELLIDAE).....	11
Resumo.....	11
Summary.....	12
1. Introdução.....	13
2. Material e Métodos.....	14
3. Resultados e Discussão.....	16
3.1 Desenvolvimento de <i>Harmonia axyridis</i>	16
3.2 Viabilidade da fase larval, pupal e ciclo biológico (ovo-adulto) de <i>Harmonia axyridis</i>	17
3.3 Peso de larvas e adultos de <i>Harmonia axyridis</i>	19
3.4 Capacidade reprodutiva de <i>Harmonia axyridis</i>	19
3.5 Exigências Térmicas de <i>Harmonia axyridis</i>	20
4. Conclusões.....	21
5. Referências.....	23
CAPÍTULO 3. TABELA DE VIDA DA JOANINHA <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) EM DIFERENTES TEMPERATURAS.....	28
Resumo.....	28
Summary.....	29
1. Introdução.....	30
2. Material e Métodos.....	31
3. Resultados e Discussão.....	32

3.1 Taxa líquida de reprodução (R_o).....	32
3.2 Intervalo de tempo entre cada geração (T).....	34
3.3 Capacidade Inata de aumentar em número (r_m).....	35
3.4 Razão finita de aumento populacional (λ).....	35
3.5 Tempo necessário para a população aumentar em número de indivíduos (TD).....	36
4. Conclusões.....	37
5. Referências.....	38
6. Apêndices.....	41
Apêndice A.....	41
Apêndice B.....	42

CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. JOANINHA *Harmonia axyridis* (Pallas) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)

A ordem Coleoptera, com mais de 300 mil espécies catalogadas, constitui o maior agrupamento de insetos. Encontra-se subdividida em quatro subordens destacando-se a Polyphaga, que inclui os insetos predadores da família Coccinellidae (GALLO et al. 2002). A coloração e beleza desses insetos, comumente chamados de joaninhas, desperta atenção e simpatia, reconhecidos por muitos como símbolo de sorte. Esses predadores afidófagos, são de importância, pois cumprem papel significativo no controle de diversas pragas como: pulgões, cochonilhas, moscas-branca, ácaros e outros insetos de pequeno porte (IPERTI, 1999; OMKAR & PERVEZ, 2005).

Entre os coccinelídeos destaca-se a joaninha-asiática, *Harmonia axyridis* (Pallas), considerada na Ásia um dos principais predadores de pulgões na cultura do algodoeiro (ALMEIDA & SILVA, 2002). Por reduzir consideravelmente a população da praga foi introduzida diversas vezes na América do Norte como agente de controle biológico clássico, obtendo sucesso no controle de pulgões nas culturas de alfafa, tabaco, noz-pecã, pimentão e em roseiras (TEDDERS & SCHAEFER, 1994; FERRAN et al. 1996; LAROCK et al. 2003; GORDON, 1985). Nos EUA *H. axyridis* contribui para o controle de *Aphis glycines* Matsumura, na cultura da soja e em milho doce reduz a população das pragas *Ostrinia nubilalis* Hübner e *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (KOCH, 2003).

No Brasil, *H. axyridis* foi observada pela primeira vez em 2002 em cultivos de pinus, sendo posteriormente relatada em coentro e brassicáceas predando afídeos e em frutíferas associada a outros coccinelídeos (ALMEIDA & SILVA, 2002; RESENDE et al. 2011; RESENDE et al. 2010; MILLÉO et al. 2008). No estado de São Paulo foi registrada em Ribeirão Preto na cultura do quiabeiro e em Piracicaba em campos de citros (SANTOS-CIVIDANES et al. 2007; ARRUDA FILHO, 2005).

2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE *Harmonia axyridis*

Harmonia axyridis é uma espécie holometábola, passando pela fase de ovo, período larval com quatro ínstares, pupa e adulto (HODEK, 1973). A larva recém-eclodida é de coloração negra do tipo campodeiforme, possui o corpo formado por protuberâncias providas de setas chamadas de lobos e cápsula cefálica mais larga que longa. O adulto de *H. axyridis* possui o corpo oval e convexo com cabeça de coloração amarela palha sem mancha (ARRUDA FILHO, 2005). São insetos criptotetrâmeros que caminham e voam bem, geralmente encontrados sobre plantas onde depositam seus ovos (GALLO et al. 2002). O tamanho é variável, mas geralmente fêmeas são maiores que os machos. ARRUDA FILHO (2005) registrou comprimento de 4,7-6,6 mm por 3,7-5,0 mm de largura, para as fêmeas, enquanto que para os machos 4,2-5,2 mm de comprimento por 3,3-4,3 mm. *H. axyridis* é altamente polimórfica, com élitros que variam desde uma coloração amarelo alaranjado até um vermelho intenso com até dezenove máculas, caráter morfológico relacionado à adaptação da espécie a diferentes condições climáticas (KOCH, 2003; SOARES et al. 2003; KOCH et al. 2006). Segundo SEO et al. (2008), o padrão de variação de cores de *H. axyridis* se deve não apenas a temperatura mas também devido diferenças na constituição genética e nos ambientes em que as joaninhas foram expostas. O autor relata que a variação no padrão de cores de *H. axyridis* é a maior entre os coccinelídeos. Essa característica utilizada pela espécie constitui-se em estratégia de sobrevivência, sinal de advertência aos seus predadores, que evitam ingeri lá ao associarem o padrão de coloração dos élitros à toxicidade e ao sabor desagradável da presa (KOMAI, 1956; MAJERUS, 1994; DOLENSKÁ et al. 2009).

3. EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE A BIOLOGIA DE *Harmonia axyridis*

A temperatura é um fator físico que interfere diretamente na taxa de desenvolvimento dos insetos, atuando como um estímulo, que determina se o inseto inicia ou não seu ciclo biológico. Dependendo do termotropismo, ou seja, reação do inseto à temperatura, esse fator pode causar estresse em situações em que são submetidos a valores acima ou abaixo da faixa favorável ao seu desenvolvimento biológico (ACAR et al. 2004; BEGON et al. 2007).

Em condições de campo, sob temperatura de 23,3°C e associada ao pulgão *Monellia caryella* (Fitch) em plantas de noz-pecã, *H. axyridis* apresentou 4,3 dias para a fase de ovo (SAINI, 2004). Em laboratório, essa espécie de Coccinellidae alimentada com *Myzus persicae* (Sulzer) à 25°C completou o período embrionário em 2,8 dias (LANZONI et al. 2004).

A temperatura associada a outros fatores exercem variação no desenvolvimento de *H. axyridis*, que de acordo com SANTOS et al. (2009) à 27°C ofertando como alimento *Schizaphis graminum* (Rondani) e ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) a espécie completou o período larval em 8,62 dias. Um aumento no desenvolvimento larval de *H. axyridis* foi observado quando recebeu os afídeos *Aphis gossypii* Glover, *A. glycines* Matsumura e ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier) completando a fase larval respectivamente em 11,8; 11,1 e 19,9 dias (TSAGANOU et al. 2004; ABDEL SALAM & ABDEL BAKY, 2001; MIGNAULT et al. 2006). Em diferentes temperaturas ARRUDA FILHO (2005) observou prolongamento da fase larval que variou de 31,0 a 15,9 dias quando mantida a 18; 20; 25 e 30°C recebendo diariamente ovos de *A. kuehniella* e pólen.

Harmonia axyridis completa a fase adulta em maior tempo do que outros coccinélídeos. Segundo LANZONI et al. (2004) à 25°C *H. axyridis* atingiu a fase adulta em 19,8 dias enquanto que *Hippodamia variegata* (Goeze) e *Adalia bipunctata* Linnaeus apresentaram respectivamente 18,0 e 18,4 dias. A 23°C, *H. axyridis* completou seu desenvolvimento biológico em aproximadamente 20,0 dias (SAINI, 2004). Quando

mantida a 18 e 28°C observou-se aumento no ciclo biológico de *H. axyridis* que variou de 47,2 a 21,3 dias. De acordo com ARRUDA FILHO (2005), essa tendência de aumento no período de desenvolvimento da espécie com a diminuição da temperatura indica que provavelmente *H. axyridis* esteja em fase de adaptação às condições climáticas da região de Piracicaba.

A temperatura não afeta apenas alimentação, mas também o peso corpóreo das larvas de *H. axyridis*, que quando criadas a 26°C originaram adultos menores (KOCH, 2003). Diferenças no tipo de alimento podem afetar o ganho de peso de *H. axyridis* que mantida a 27°C, apresentou maior peso recebendo o pulgão *S. graminum*, em comparação com aquelas alimentadas com de ovos de *A. kuehniella* (SANTOS et al. 2009).

Por tratar-se de uma espécie exótica, o conhecimento da biologia de *H. axyridis* sob condições brasileiras é extremamente importante. Destaque-se a necessidade de que sejam realizados estudos acerca do efeito da temperatura sobre a biologia dessa joaninha.

4. REFERÊNCIAS

ABDEL SALAM, A. H.; ABDEL BAKY, N. F. Life table and biological studies of *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) reared on the grain moth eggs of *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.125, n. 8, p.455-462, 2001.

ACAR, E. B.; MILL, D. D.; SMITH, B. N.; HANSE, 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**, Columbia, v. 33, n. 4, p. 832-838, 2004.

ALMEIDA, L. M.; SILVA, V. B. First record of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae): a lady beetle native to the Palaearctic region. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 19, n. 3, p. 941-944, 2002.

ARRUDA FILHO, G. P. **Morfologia e aspectos biológicos da joaninha asiática multicolorida *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) predador do pulgão preto dos citros *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera, Aphididae)**. 2005. 69f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia de indivíduos a ecossistemas**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 752 p.

DOLENSKÁ, M.; NEDVĚD, O.; VESELÝ, P.; TESAŘOVA, M.; FUCHS, R. What constitutes optical warning signals of ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) towards birds predators: colour, pattern or general look? **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 98, p. 234-242, 2009.

FERRAN, A.; NIKNAM, H.; KABIRI, F.; PICART, J. L.; HERCE, C. D.; BRUN, J.; IPERTI, G.; LAPCHIN, L. The use of *Harmonia axyridis* larvae (Coleoptera: Coccinellidae) against *Macrosiphum rosae* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aphididae) on roses bushes. **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 93, n. 1, p. 59-67, 1996.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. p.920.

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

HODEK, I. Life history and biological properties. In: HODEK, I. **Biology of Coccinellidae**. The Hague: W. Junk N. V, 1973. p.70-75.

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

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, n. 4, p. 421-434, 2006.

KOMAI, G. Genetics of lady beetles. **Advances in Genetics**, New York, v. 8, p.155-188, 1956.

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.

LAROCK, D. R.; MIRDAD, Z.; ELLINGTON, S. S.; CARRILLOT, T.; SOUTHWARD, M. Control of green peach aphids *Myzus persicae* with lady beetles *Harmonia axyridis* on Chile *Capsicum annum* in the greenhouse. **Southwestern Entomologist**, Welasco, v.28, n. 4, p. 249-253, 2003.

MAJERUS, M.; STRAWSAN, V.; ROY, H. The potential Impacts of the arrival of the harlequin Ladybird, *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae), in Britain. **Ecological Entomology**, London, v. 31, p. 207-215, 2006.

MIGNAULT, M. P.; ROY, M.; BRODEUR, J. Soybean aphid predators in Quebec and the suitability of *Aphis glycines* as prey for three Coccinellidae. **Biocontrol**, Dordrecht, v. 51, p. 89-106, 2006.

MILLÉO, J.; SOUZA, J. M. T.; BARBOLA, I. F.; HUSCH, P. E. *Harmonia axyridis* em árvores frutíferas e impacto sobre outros coccinelídeos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.43, n. 4, p. 537-540, 2008.

OMKAR; PERVEZ, A. Ecology of two spotted ladybird, *Adalia bipunctata* review. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.129, n. 9, p. 465-474, 2005.

RESENDE, A. L. S.; LIXA, A. T.; SANTOS, C. M. A.; SOUZA, S. A. S.; GUERRA, J. G. M.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Comunidade de joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) em consórcio de couve (*Brassica oleraceae*) com coentro (*Coriandrum sativum*) sob manejo orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 6, n. 1, p. 81-89, 2011.

RESENDE, M. Q.; CAMPOS, J. L. A.; COELHO, L. M. B.; SANTANA, D. L. Q. Coleoptera, Coccinellidae, *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773): New record in Minas Gerais, Southeastern, Brazil. **Chek List: Journal of species lists and distribution**, Viçosa, v. 6, n. 3, p. 465-466, 2010.

SAINI, E. D. Presencia de *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) em La provincia de Buenos Aires. Aspectos biológicos e morfológicos. **Revista de Investigaciones Agropecuarias**, Buenos Aires, v. 33, n. 1, p.151-160, 2004.

SANTOS-CIVIDANES, T. M.; CIVIDANES, F. J.; RIBEIRO, A. A.; LEITE, M. V. **Diversidade de Coccinellidae na cultura do quiabeiro em Ribeirão Preto, SP.** Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, 2007. Disponível em: <www.aptaregional.sp.gov.br>. Acesso em: 04 jan. 2011.

SANTOS, N. R. P.; SANTOS-CIVIDANES, T. M.; CIVIDANES, F. J.; ANJOS, A. C. R.; OLIVEIRA, L. V. L. Desenvolvimento de *Harmonia axyridis* alimentada com ovos de *Anagasta kuehniella* e o pulgão *Schizaphis graminum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 6, p. 554-560, 2009.

SEO, M. J.; KIM, G. H.; YOUN, Y. N. Differences in biological and behavioural characteristics of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) according to colour patterns of elytra. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, n. 132, p. 239-247, 2008.

SOARES, A. O.; CODERRE, D.; SCHANDERL, H. Effect of temperature and intraspecificallometry on predation by two phenotypes of *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 32, n. 5, p. 939-944, 2003.

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

TSAGANOU, F. C.; HODGSON, C. J.; ATHANASSIOU, C. G.; KAVALLIERATOS, N. G.; TOMANOVIC, Z. Effect of *Aphis gossypii* Glover, *Brevicoryne brassicae* (L.), and *Megoura viciae* Buckton (Hemiptera: Aphidoidea) on the development of the predator *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera; Coccinellidae). **Biological Control**, Orlando, v. 31, p.138-144, 2004.

CAPÍTULO 2. ASPECTOS BIOLÓGICOS E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Harmonia axyridis* (PALLAS) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi estudar aspectos biológicos e as exigências térmicas de *Harmonia axyridis* alimentada diariamente com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller). Em laboratório, os experimentos foram conduzidos em câmaras climatizadas reguladas a 18; 21; 24; 27 e 30°C. Larvas da joaninha foram separadas e mantidas em tubos de vidro alimentadas com ovos de *A. kuehniella*. Os adultos obtidos foram separados em 20 casais e mantidos em copos plásticos recebendo o mesmo tipo de alimento da fase larval. A duração da fase larval, pupal e ciclo biológico (ovo-adulto) reduziram significativamente quando mantidas sob temperaturas variando entre 18 a 24°C, estabilizando-se entre 27 e 30°C. A sobrevivência foi similar para larvas de primeiro a quarto ínstar mantidas a 18; 21 e 24°C, com maior sobrevivência do ciclo biológico (ovo-adulto) a 27°C. Os machos de *H. axyridis* apresentaram maior longevidade sob 18 e 21°C em comparação com as fêmeas que foram mais longevas e fecundas a 24 e 27°C, respectivamente. O limite térmico inferior de desenvolvimento do ciclo biológico (ovo-adulto) de *H. axyridis* é de 12,4°C e constante térmica de 243,9 graus-dia.

Palavras chave: Biologia, joaninha, controle biológico, graus-dia, temperatura

**Biological aspects and thermal requirements of *Harmonia axyridis* (Pallas)
(Coleoptera: Coccinellidae)**

SUMMARY - The objective of this study was to determine the biological and thermal requirements of *Harmonia axyridis* fed daily with eggs of *Anagasta kuehniella* (Zeller). In laboratory experiments were conducted in climatic chambers at 18; 21; 24; 27 and 30°C. Larvae of the species were separated and kept in glass tubes and fed with eggs of *A. kuehniella*. The adult ladybug in 20 couples were separated and kept in plastic cups getting the same kind of food of the larval stage. The duration of larval, pupal and biological cycle (egg to adult) significantly decreased from 18 to 24°C, leveling off between 27 and 30°C. Survival was similar for first to fourth larval instar maintained at 18; 21 and 24°C, with greater survival of the biological cycle (egg to adult) and greater weight of the larvae to 27°C. The males of *H. axyridis* had higher longevity at temperatures of 18 and 21°C in comparison with females that were more enduring and fruitful to 24°C and 27°C, respectively. The lower thermal limit of the development life cycle (egg to adult) of *H. axyridis* was 12.4°C and thermal constant of 243.9 degree-days.

Keywords: Biology, ladybug, biological control, degree-days, temperature

1. INTRODUÇÃO

A joaninha asiática, *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae), encontra-se distribuída em vários países (OMKAR & PERVEZ, 2005), na maioria dos quais foi introduzida como agente de controle biológico de artrópodes-praga. A espécie preda principalmente pulgões, contudo alimenta-se também de psílídeos, ácaros, ovos imaturos de lepidópteros, pólen e frutas (KOCH, 2003).

No Brasil, a espécie foi observada pela primeira vez em Curitiba, PR, no ano de 2002, posteriormente foi registrada em Piracicaba, SP, associada com *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae), em Viçosa, MG, em campos de hortaliças e em Ribeirão Preto, SP, na cultura do quiabeiro. Outros estados em que a presença de *H. axyridis* foi constatada são: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Rio de Janeiro, Mato Grosso do Sul e no Distrito Federal (ALMEIDA & SILVA, 2002; ARRUDA FILHO, 2005; MARTINS, 2006; RESENDE et al. 2010; SANTOS-CIVIDANES et al. 2007; KOCH et al. 2011). Essa distribuição geográfica alcançada por *H. axyridis* em curto período de tempo demonstra seu enorme potencial em se adaptar e se propagar pelas diferentes regiões do país. Segundo KOCH (2003), o Sul e Sudeste do Brasil apresentam características climáticas semelhantes às da região de origem da espécie, o que associado com a vegetação facilitou o estabelecimento de *H. axyridis* nessas regiões.

Harmonia axyridis é altamente polimórfica e a temperatura do ambiente é considerada importante fator regulador da população da espécie, atuando na duração dos estágios larvais e no comportamento do adulto (HAGEN et al. 1976). Exposta a essa variável física, a joaninha necessita de uma quantidade de energia térmica para completar seu ciclo biológico que em algumas regiões pode se prolongar por até 90 dias, em função da umidade, fotoperíodo e da presa a qual se alimenta (SOARES et al. 2004).

Vários fatores ambientais influenciam o desenvolvimento dos insetos, tais como a temperatura, alimentação, umidade e luz. Entretanto, por serem animais poiquilotérmicos os insetos apresentam a temperatura do corpo próxima à do ambiente,

com esse fator físico influenciando diretamente na velocidade de desenvolvimento, sobrevivência e fecundidade desses organismos. A velocidade de desenvolvimento dos insetos depende da ação da temperatura e pode ser estudada através da determinação das exigências térmicas, que possibilita a previsão do desenvolvimento populacional por meio do acúmulo de temperaturas que ocorrem acima do limite térmico inferior de desenvolvimento (WILSON & BARNETT, 1983). A temperatura acima do limite térmico inferior é denominada de graus-dia e a quantidade de energia que o inseto necessita para completar seu desenvolvimento é chamada de constante térmica (ANDREWARTHA & BIRCH, 1954).

Tais estudos têm demonstrado ter grande importância para o entendimento do potencial de sucesso de inimigos naturais em programas de controle biológico (CAMPBELL et al. 1974; CIVIDANES & GUITIERREZ, 1996). O conhecimento do efeito da temperatura sobre *H. axyridis* ainda não está bem elucidado. Assim, estudos nesta área devem ser realizados no Brasil para se obter informações sobre sua biologia em condições de laboratório, distribuição, potencial como agente de controle de pragas e relação com outros coccinelídeos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes temperaturas na biologia de *H. axyridis* alimentada com ovos *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório de Ecologia de Inseto da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, SP, de janeiro de 2010 a fevereiro de 2011. Os ovos da terceira geração de *H. axyridis* utilizados no experimento foram oriundos de criação existente no laboratório, mantida em sala climatizada a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, 14 horas de fotofase e $70\pm 5\%$ de umidade

relativa. A identificação do coccinelídeo foi realizada pela Dra Lúcia Massuti de Almeida, da Universidade Federal do Paraná. O experimento teve início individualizando-se 100 ovos de *H. axyridis* em placas de Petri de 6,0 cm de diâmetro e 2,0 cm de altura, em cada uma das temperaturas de 18; 21; 24; 27 e 30°C±1°C, 14 horas de fotofase e 70±5% de umidade relativa. Em seguida as larvas de primeiro ínstar foram individualizadas em tubos de vidro de 8,0 cm de altura e 2,5 de diâmetro alimentadas à vontade com ovos de *A. kuehniella* obtidos da empresa Bug Agentes Biológicos. Vinte quatro horas após a mudança de ínstar, as larvas foram pesadas com auxílio de balança de precisão. Por meio de observações diárias determinou-se a duração e sobrevivência de cada instar larval, da fase de pupa e do período ovo-adulto.

Os adultos foram pesados logo após emergirem, formando-se casais mantidos em copos plásticos transparentes de 250 mL (7,0 cm de diâmetro e 10,0 cm de altura) vedados com tecido *voile*. Os casais foram alimentados diariamente com ovos de *A. kuehniella* à vontade sendo observados diariamente, para se avaliar: períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, capacidade diária e total de oviposição, longevidade e sobrevivência dos adultos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado representados pelas temperaturas de 18; 21; 24; 27 e 30°C com 20 repetições para cada tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se os software AgroEstat e Assistat (BARBOSA & MALDONADO JUNIOR, 2010; SILVA et al. 2009). Os resultados relacionados à sobrevivência foram transformados em arco seno $(P/100)^{1/2}$. As exigências térmicas de *H. axyridis* foram determinadas pelo método da Hipérbole, calculando-se o limite térmico inferior do desenvolvimento (T_b) e a constante térmica (K) por meio de regressão linear entre as velocidades de desenvolvimento e as correspondentes temperaturas constantes consideradas (HADDAD et al. 1999). A escala de tempo em graus-dia foi obtida pela soma diária acumulada dos graus-dia utilizados por *H. axyridis* durante o período de duração de cada experimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Desenvolvimento de *Harmonia axyridis*

A duração do período embrionário de *H. axyridis* foi influenciada pela temperatura, variando de 5,6 a 2,1 dias nas temperaturas de 18 a 30°C, respectivamente (Tabela 1). O período embrionário dos ovos a 24°C foi de 3,3 dias, próximo o obtido por SANTOS (2009), para a espécie mantida na mesma condição térmica recebendo o mesmo tipo de alimento. A duração do primeiro e segundo ínstaes, quando criada a 18; 21 e 24°C diferiu significativamente. Porém, larvas de terceiro e quarto ínstaes apresentaram período de desenvolvimento semelhante a 18 e 21°C, enquanto em todos os ínstaes observou-se estabilidade na duração do desenvolvimento a 27 e 30°C. Essas duas temperaturas, as mais elevadas, ocasionaram efeito positivo ao reduzir o tempo de desenvolvimento da espécie. A duração dos ínstaes a 27°C foi próximo do observado por SANTOS et al. (2009) que, mantendo *H. axyridis* na mesma condição térmica, registraram 2,5; 1,7; 1,8 e 4,1 dias, respectivamente, para o primeiro, segundo, terceiro e quarto ínstaes, utilizando como alimento ovos de *A. kuehniella*. Por outro lado, o quarto ínstar foi o mais longo, resultado similar ao de CASTRO (2010) ao estudar o ciclo de *H. axyridis* criada com a presa *Cinara atlantica* (Wilson) sob 21°C. O maior tempo de permanência das larvas nesse ínstar provavelmente está relacionado ao melhor aproveitamento de nutrientes que são importantes para a transformação em pupa e emergência dos adultos (MACHADO, 1982).

A 27°C *H. axyridis* completou a fase larval em 9,2 dias, diferindo dos resultados obtidos por SANTOS et al. (2009) que relataram 10,2 dias para a espécie mantida a 27°C, recebendo o mesmo tipo de alimento. Por outro lado, a média obtida para a fase larval a 24°C foi de 14,6 dias.

A duração média observada para a fase de pupa a 27°C (Tabela 1) assemelha-se às observações de SANTOS et al. (2009) que oferecendo o pulgão *Schizaphis*

graminum (Rondani) como alimento obtiveram 3,9 dias para o desenvolvimento pupal para *H. axyridis* mantida a 27°C. À medida que a temperatura aumentou no gradiente estudado observou-se a diminuição do tempo de desenvolvimento da fase de pupa. De acordo com AUAD (2003), essa característica é importante por permitir que se obtenha grande número de indivíduos da espécie em menor período de tempo sob condições de laboratório, para utilização em programas de controle biológico.

A duração do ciclo biológico (ovo-adulto) de *H. axyridis* foi inversamente proporcional às temperaturas. Os maiores resultados de duração foram observados a 18 e 21°C que diferiram significativamente dos observados a 24, 27 e 30°C. Esse predador a 24°C e recebendo como alimento *C. atlantica* completou desenvolvimento em 18,6 dias, resultado inferior ao obtido na presente pesquisa, provavelmente devido diferenças na qualidade nutricional das presas utilizadas nos estudos (SANTOS, 2009).

Tabela 1. Duração média em dias da fase larval, pupal e ciclo biológico (ovo-adulto) de *Harmonia axyridis* alimentada com ovos de *Anagasta kuehniella*, em diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	Ovo	Instares				Larval	Pupal	Ovo-Adulto
		1º	2º	3º	4º			
18	5,6±0,10a [*]	6,5±0,23a	4,7±0,32a	4,4±0,23a	8,2±0,31a	23,8±0,69a	10,3±0,18a	39,3±3,7a
21	4,5±0,10b	4,5±0,14b	3,7±0,11b	4,1±0,12a	8,4±0,17a	20,7±0,37b	7,2±0,07b	31,1±1,5a
24	3,3±0,07c	3,5±0,09c	2,8±0,09c	3,0±0,10b	5,3±0,07b	14,6±0,24c	5,3±0,06c	23,1±1,2b
27	2,5±0,07d	2,2±0,07d	1,4±0,09d	1,9±0,10c	3,7±0,11c	9,2±0,12d	3,9±0,06d	15,9±0,8c
30	2,1±0,07e	2,0±0,03d	1,3±0,08d	1,8±0,09c	4,2±0,10c	9,3±0,16d	4,0±0,00d	15,2±0,8c
CV (%)	14,7	18,1	18,1	16,1	14,9	21,8	18,1	20,1
F	260,4 [*]	252,8 [*]	112,08 [*]	89,2 [*]	139,4 [*]	492,1 [*]	153,8 [*]	386,9 [*]

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

3. 2 Viabilidade da fase larval, pupal e ciclo biológico (ovo-adulto) de *Harmonia axyridis*

A viabilidade dos ovos de *H. axyridis* foi mais elevada nas temperaturas de 18 e 27°C e mais baixa a de 30°C, mas não diferindo dos resultados obtidos a 21 e 24°C (Tabela 2). Esses resultados diferem dos encontrados por SANTOS (2009), que alimentando a espécie com *C. atlantica* obteve viabilidade média de ovos de 92,7% a 24°C. Essa diferença nos resultados de viabilidade de ovos provavelmente encontra-se

relacionada com o tipo diferente de alimento (qualidade/quantidade) utilizado nos experimentos e/ou diferenças na metodologia de criação.

A sobrevivência de larvas de segundo e terceiro ínstaes foi similar quando submetidas às diferentes temperaturas, enquanto larvas de primeiro e quarto ínstaes apresentaram menor sobrevivência a 30°C, que não diferiu na faixa de 18 a 24°C e foi mais elevada a 27°C. Esse resultado demonstra que larvas recém-eclodidas no primeiro ínstar e larvas de quarto ínstar, que darão origem à pupa, foram mais sensíveis às alterações da temperatura, enquanto larvas de segundo e terceiro ínstaes sobreviveram em uma ampla faixa de temperatura. Esse fato provavelmente pode indicar maior potencial das larvas de segundo e terceiro ínstaes em colonizarem uma diversidade de hábitas adaptando-se às condições climáticas do ambiente.

Considerando-se o período larval, observou-se que houve diferença significativa quanto à sobrevivência nas diferentes temperaturas, maior sobrevivência das pupas a 27°C com redução significativa na emergência dos adultos a 30°C. A sobrevivência constatada para o ciclo biológico (ovo-adulto) da espécie foi semelhante nas temperaturas de 18 e 24°C, maior a 27°C e menor a 30°C. SANTOS et al. (2009) ao alimentarem *H. axyridis* com o pulgão *S. graminum*, obtiveram sobrevivência de 86,7% a 24°C, valor superior ao observado na presente pesquisa.

Tabela 2. Viabilidade (%) da fase de ovo e sobrevivência da fase larval, pupal e ciclo biológico (ovo-adulto) de *Harmonia axyridis* alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* em diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	Ovo	Ínstaes				Larval	Pupal	Ovo-Adulto
		1º	2º	3º	4º			
18	82,0±3,8a ¹	89,0±3,4ab	98,0±2,0a	99,0±1,0a	71,0±3,9ab	72,6±18,9b	70,0±3,6ab	61,2±4,1ab
21	68,7±6,8ab	86,9±5,8ab	100,0±0,0a	100,0±0,0a	58,7±7,1ab	76,2±32,0b	58,7±7,1ab	43,0±6,6ab
24	74,7±6,8ab	90,5±4,4ab	100,0±0,0a	98,6±1,3a	64,2±6,2ab	86,5±22,2a	64,2±6,2ab	52,3±3,4ab
27	83,0±4,1a	94,5±2,2a	98,7±1,2a	97,3±1,9a	77,0±3,9a	76,7±20,7b	76,0±4,0a	63,7±3,4a
30	65,0±8,2b	72,7±7,8b	100,0±0,0a	100,0±0,0a	46,6±7,1b	58,2±27,4c	46,6±7,1b	28,1±7,0b
CV (%)	31,4	24,2	5,90	7,09	32,3	32,5	31,9	46,7
F	1,33 [*]	2,40 [*]	0,59 ^{ns}	0,70 ^{ns}	3,43 [*]	2,81 [*]	3,20 [*]	7,84 [*]

¹Médias ± erro padrão seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A cada temperatura foram submetidos 100 ovos. Para análise, os dados relacionados à sobrevivência foram transformados em arco seno $\sqrt{(P/100)}^{1/2}$.

3.3 Peso de larvas e adultos de *Harmonia axyridis*

A temperatura além de influenciar o tempo de desenvolvimento dos insetos, afeta também o peso das larvas (KOCH, 2003). De modo geral, larvas de *H. axyridis* de segundo, terceiro e quarto ínstar atingiram maior peso a 27°C e adultos com peso significativamente semelhante em todas as temperaturas (Tabela 3). O peso das larvas e adultos de *H. axyridis* mantidas à 30°C não foi incluída nos cálculos devido a baixa sobrevivência dos coccinelídeos. Em todas as temperaturas o peso aumentou a cada mudança de ínstar até a fase adulta concordando com observações de PARRA (1999).

Tabela 3. Peso (mg) de larvas de segundo, terceiro e quarto ínstar e de adultos de *Harmonia axyridis* alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* em diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	2º instar	3º instar	4º instar	Adulto
18	1,5±0,10c ¹	5,3±0,44b	16,2±2,3c	23,8±1,5a
21	1,9±0,13bc	5,0±0,37b	12,0±0,71c	24,8±1,2a
24	2,0±0,14b	7,2±0,46a	20,1±1,6b	27,6±1,2a
27	2,8±0,08a	8,4±0,15a	26,1±1,6a	29,6±2,5a
CV(%)	9,87	13,97	22,86	14,82
F	15,63*	11,18*	9,84*	3,36 ^{ns}

¹ Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; os dados representam a média de 15 repetições ± erro padrão da média. Os resultados de peso dos coccinelídeos mantidos a 30°C não foram incluídos nos cálculos.

3.4 Capacidade reprodutiva de *Harmonia axyridis*

De maneira geral, as joaninhas *H. axyridis* que apresentaram menor duração do ciclo biológico (ovo-adulto) (Tabela 1), geraram fêmeas com menor período de pré-oviposição à 27 e 30°C, porém a temperatura de 30°C exerceu um efeito negativo reduzindo o período de oviposição das fêmeas (Tabela 4). Um aspecto importante observado relaciona-se com o período de oviposição, que foi maior a 18 e 24°C em relação aquelas mantidas a 30°C. De acordo com RICKLEFS (2003), a taxa reprodutiva dos insetos está associada com a sobrevivência no ciclo biológico (ovo-adulto). Sendo que na presente pesquisa observou-se exatamente o contrário onde a 27°C *H. axyridis* depositou maior número de ovos com o ciclo biológico (ovo-adulto) alcançando maior

sobrevivência (Tabela 2). Nas temperaturas mais baixas (18 e 21°C), as fêmeas ovipositaram menor número de ovos. De acordo com KOCH (2003), a redução da temperatura acarreta um estado de repouso na espécie, diminuindo os acasalamentos e consequentemente o número de ovos até que a temperatura do ambiente se eleve novamente.

Apesar das temperaturas 27 e 30°C terem proporcionado redução no período de desenvolvimento do ciclo biológico (ovo-adulto) (Tabela 1), nas mesmas condições térmicas machos e fêmeas da espécie apresentaram menor longevidade. Os machos de *H. axyridis* apresentaram maior longevidade a 18 e 24°C em comparação com as fêmeas que foram mais longevas de 18 a 24°C vivendo em média 248,3 dias. Na faixa de 18 a 24°C, a longevidade das fêmeas se mostrou três vezes mais elevada que o resultado encontrado por SANTOS et al. (2009) para fêmeas de *H. axyridis* alimentadas com *C. atlantica* a 24°C com 85,6 dias. Os autores destacaram que a longevidade de coccinelídeos é bastante variável, existindo espécies que vivem de alguns meses a três anos.

Tabela 4. Período em dias de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição de *Harmonia axyridis* alimentada com ovos de *Anagasta kuehniella* em diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	Pré-oviposição	Período de Oviposição	Pós-oviposição	Nº total de ovos	Nº diário de ovos	Longevidade Macho	Longevidade Fêmeas
18	88,7±15,6ab [*]	158,4±18,4a	13,8±2,2ab	806,0±78,4c	8,0±1,2b	221,7±11,7a	242,2±16,9a
21	116,7±7,9a	117,1±7,4ab	24,9±3,6a	967,9±102,9c	8,8±0,9b	185,0±10,6ab	244,9±13,2a
24	74,3±7,5b	157,9±11,6a	14,2±3,5ab	1.430,2±194,1bc	8,5±0,9b	200,7±9,8a	259,4±10,1a
27	11,7±1,0c	143,4±12,3ab	11,5±1,6b	2.642,4±210,7a	21,2±2,0a	103,1±10,1b	154,7±10,1b
30	14,3±1,3c	96,4±6,8b	14,3±2,8ab	1.685,2±209,6b	18,0±1,9a	115,4±8,3b	140,6±7,1b
CV(%)	45,4	33,6	45,9	50,8	40,8	19,3	18,2
F	28,5 [*]	4,95 [*]	3,33 [*]	16,6 [*]	12,40 [*]	23,25 [*]	19,2 [*]

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

3.5 Exigências térmicas de *Harmonia axyridis*

Os resultados da duração de desenvolvimento de larvas de quarto ínstar, período pupal e ciclo biológico (ovo-adulto) de *H. axyridis* obtidos na temperatura de 30°C não foram incluídos nos cálculos das exigências térmicas devido essa temperatura ter

prolongado o tempo de desenvolvimento que diferiu da relação linear observada entre a velocidade de desenvolvimento e as demais temperaturas. Recomenda-se rejeitar o resultado da velocidade de desenvolvimento obtida na temperatura mais elevada, quando não se observa uma relação linear entre os valores (CAMPBELL et al. 1974).

O limite térmico inferior de desenvolvimento (T_b) e a constante térmica (K) da fase de ovo de *H. axyridis* diferiram daqueles observados por ARRUDA FILHO (2005) ($T_b=13,2^{\circ}\text{C}$) e ($K=33,1$ graus-dias) (Tabela 5, Apêndice A). Essa diferença de resultados deve estar relacionada não somente ao tipo de alimento utilizado, mas também devido os indivíduos estudados terem sido capturados em diferentes regiões geográficas. Porém a T_b e K para ovos e ciclo biológico (ovo-adulto) determinados no presente estudo encontram-se entre os valores determinados por NAKAJO (2006); ELIOPOULOS et al. (2010); OBRYCKI & TAUBER (1978) para os coccinelídeos *Olla v-nigrum* (Mulsant), *Coleomegilla maculata* (DeGeer) e *Chilocorus bipustulatus* (Linnaeus) que, apresentam T_b e K para a fase de ovo de $11,0$ a $11,5^{\circ}\text{C}$; $40,2$ a $123,6$ graus-dias e para o ciclo biológico (ovo-adulto) valores variando de $11,0$ a $12,4$ e $190,0$ a $474,0$ graus-dia. No entanto, T_b e K obtidos para *H. axyridis* diferem dos valores determinados para essa espécie na França ($T_b=10,5^{\circ}\text{C}$ e $K=231,3$ graus-dias), nos Estados Unidos ($T_b=11,2^{\circ}\text{C}$ e $K=267,3$ graus-dias) e em Copenhague, Dinamarca ($T_b=10,5^{\circ}\text{C}$ e $K=231,0$ graus-dias) (KOCH, 2003; STEENBERG & HADING, 2009). Como explicado anteriormente, essa diferença entre os valores de T_b e K pode ser explicada pelo tipo de alimento utilizado e existência de biótipos diferentes nas regiões onde os estudos foram desenvolvidos. Haja vista, que as condições climáticas de uma região podem influenciar nos resultados das exigências térmicas de insetos (STEENBERG & HADING, 2009; CAMPBELL et al. 1974).

Tabela 5. Limite térmico inferior de desenvolvimento (T_b), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R^2) das diferentes fases de desenvolvimento e ciclo biológico (ovo-adulto) de *Harmonia axyridis* em diferentes temperaturas.

Fase	T_b ($^{\circ}\text{C}$)	K (GD) ¹⁾	Equação (1/D)	R^2
Ovo	11,3	40,7	$y=-0,279821+0,024559x$	99,2
1º instar	13,2	33,8	$y=-0,390643+0,029489x$	98,0
2º instar	14,4	20,1	$y=-0,719701+0,049637x$	92,3
3º instar	10,9	34,7	$y=-0,316588+0,028786x$	90,4
4º instar	11,4	63,8	$y=-0,179983+0,015655x$	90,0
Larval	12,0	156,4	$y=-0,077115+0,006392x$	93,2
Pupal	12,8	55,9	$y=-0,230310+0,017886x$	98,8
Ovo-adulto	12,4	243,9	$y=-0,000511+0,00410x$	93,8

GD: Graus-dia

1/D: Equação de velocidade de desenvolvimento

4. CONCLUSÕES

A temperatura de 27°C mostra-se mais favorável a *H. axyridis*, proporcionando que se desenvolva em menor período de tempo e com maior percentual de sobrevivência, originando adultos que apresentam maior fecundidade.

As velocidades de desenvolvimento das fases larval e pupal diminuem em temperaturas mais elevadas, reduzindo em até 54% a sobrevivência de *H. axyridis*.

A temperatura base inferior de 12,4°C sugere que *H. axyridis* pode se distribuir por regiões com predominância de temperatura elevadas.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M.; SILVA, V. B. First record of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae): a lady beetle native to the Palaearctic region. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 19, n. 3, p.941-944, 2002.

ANDREWARTHA, G. G.; BIRCH, L. C. **The distribution and abundance of animals Chicago and London**, Chicago: University of Chicago Press, 1954, p. 281.

ARRUDA FILHO, G. P. **Morfologia e Aspectos Biológicos da joaninha asiática multicolorida *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) predador do pulgão preto dos citros *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera, Aphididae)**. 2005. 69f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

AUAD, A. M. Aspectos biológicos dos estágios imaturos de *Pseudodorus clavatus* (Fabricius) (Diptera: Syrphidae) alimentados com *Schizaphis graminun* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology**, Londrina, n. 32, p. 475-480, 2003.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: FCAV/UNESP, versão 1.0, 2010.

CAMPBELL, A.; FRAZER, B. D.; GILBERT, N.; GUTIERREZ, A. P.; MACKAUER, M. Temperature requirements of some aphids and their parasites. **The Journal of Applied Ecology**, Oxford, n. 11, p. 431-438, 1974.

CASTRO, C. F. **Biologia, parâmetros de crescimento populacional e preferência alimentar de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae)**. 2010. 90f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

CIVIDANES, F.J.; GUTIERREZ, A. P. Modeling the age-specific per capita growth and reproduction of *Rhyzobius lophanthae* (Blaisd) (Coleoptera: Coccinellidae). **Entomophaga**, Paris, n. 41, p. 257-266, 1996.

ELIOPOULOS, P. A.; KONTODIMAS, D. C.; STATHAS, G. J. Temperature-dependent development of *Chilocorus bipustulatus* (Coleoptera: Coccinellidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, n. 39, p. 1352-1358, 2010.

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

HAGEN, K. S.; BOMBOSCH, S.; MCMURTRY, J. A. The biology and impact of predators. In: HUFFKER, C. B.; MESSENGER, P. S. **Theory and practice biological control**. New York: Academic Press, 1976. 788p.

KOCH, R. L.; FERNANDES, M. G.; DUTRA, C. C. First confirmed record of *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) in the state of Mato Grosso do Sul, Brasil. **Journal of Species List and Distribution**, Viçosa, n. 7, p. 476-477, 2011.

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.

MACHADO, V. L. R. **Morfologia e aspectos biológicos de *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866) e *Cycloneda conjugata* Mulsant, 1850 (Coleoptera, Coccinellidae) predadores de *Psylla* sp. (Homoptera, Psyllidae) em sibipiruna (*Caesalpinia pelthophoroides* Benth).** 1982. 61f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.

MARTINS, C. B. ***Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae) flutuação populacional, relações tritróficas em Curitiba, PR e evidências moleculares sobre sua origem no Brasil.** 2006, 83f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

NAKAJO, J. C. **Aspectos morfológicos e biológicos de *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866) (Coleoptera, Coccinellidae) alimentados com *Platycorypha nigrivirga* Burckhardt, 1987 (Hemiptera, Psyllidae).** 2006. 79f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

OBRYCHI, J. J.; TAUBER, M. J. Thermal requeriments for development of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) and its parasite *Perilitus coccinellae* (Hymenoptera: Braconidae). **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 10, p. 407- 412, 1978.

OMKAR, PERVEZ, A. Ecology of two spotted ladybird, *Adalia bipunctata*-a review. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, n. 129, p. 465-474, 2005.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico.** Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1999. 137p.

REZENDE, M. Q.; CAMPOS, J. L. A.; COELHO, L. M. B.; SANTANA, D. L. Q. Coleoptera, Coccinellidae, *Harmonia axyridis* (Pallas): New record in Minas Gerais, Southeastern Brazil. **CheK List: Journal of Species Lists and Distribution**, Viçosa, v. 6, n. 3, p. 465-466, 2010.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 501p.

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-CIVIDANES, T. M.; CIVIDANES, F. J.; RIBEIRO, A. A.; LEITE, M. V. Diversidade **de Coccinellidae na cultura do quiabeiro em Ribeirão Preto, SP**. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, 2007. Disponível em: <www.apta regional.sp.gov.br>. Acesso em: 04 jan. 2011.

SANTOS, N. R. P.; CIVIDANES, T. M. S.; MATOS, B. A.; ANJOS, A. C. R. Aspectos biológicos de *Harmonia axyridis* alimentada com duas presas e predação intraguildd com *Eriopis connexa*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 44, p. 554-560, 2009.

SILVA, F. de A, S.; AZEVEDO, C. A. V. de. **Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

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

STEENBERG, T.; HARDING, S. The Halebird Ladybird *Harmonia axyridis* (Pallas) in Denmark: spread and phenology during the initial phase of invasion. **Entomologiske Meddelelser**, Kjobenhavn, n. 1, p. 27-39, 2009.

WILSON, L. T.; BARNETT, W. W. Degree-days: an aid in crop and pest management. **California Agriculture**, Berkeley, n. 37, p. 4-7, 1983.

CAPÍTULO 3. TABELA DE VIDA DA JOANINHA *Harmonia axyridis* (Pallas) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) EM DIFERENTES TEMPERATURAS

RESUMO - A joaninha *Harmonia axyridis* (Pallas), encontra-se distribuída em vários países sendo considerada um dos principais predadores de afídeos. Com o objetivo de avaliar a influência de diferentes temperaturas na dinâmica populacional de *H. axyridis* foram elaboradas tabelas de vida de fertilidade. Em laboratório, os experimentos foram conduzidos em câmaras climatizadas reguladas a 18; 21; 24; 27 e 30°C. Larvas da espécie foram separadas e mantidas em placas de vidro alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller). Os adultos da joaninha foram separados em 20 casais e mantidos em copos plásticos recebendo o mesmo tipo de alimento da fase larval. Os parâmetros de tabela de vida de fertilidade estimados evidenciam que sob temperatura de 27°C *H. axyridis* alta taxa de fertilidade (R_0), produzindo maior número de descendentes. Com maior taxa de crescimento (r_m) quando mantida a 18 e 21°C. O aumento populacional (λ) de *H. axyridis* variou de 1,39 a 1,80 quando submetida a diferentes temperaturas.

Palavras-chave: Coccinélídeo, dinâmica populacional, fecundidade, temperatura

Life table multicolored ladybird *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) at different temperatures

SUMMARY - The Asian ladybird, *Harmonia axyridis* (Pallas), is distributed in several countries and is considered one of the main predators of aphids. In order to evaluate the influence of temperature on population dynamics of *H. axyridis* were prepared fertility life tables. In laboratory experiments were conducted in climatic chambers at 18; 21; 24; 27 and 30°C. Larvae of the species were separated and kept in glass plates fed eggs *Anagasta kuehniella* (Zeller). The adult ladybug in 20 couples were separated and kept in plastic cups getting the same kind of food of the larval stage. The parameters of life table estimates show that at a temperature of 27°C *H. axyridis* high fertility rate (R_0), producing more offspring. With higher growth rate (r_m) when kept at 18 and 21°C. The population increase (λ) of *H. axyridis* ranged from 1.39 to 1.80 when subjected to different temperatures.

Keywords: Coccinellidae, population dynamics, fecundity, temperature

1. INTRODUÇÃO

As joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) são considerados eficientes predadores e foram introduzidos em alguns países visando à implantação de programas de controle biológico clássico (GORDON, 1985). Entre esses predadores destaca-se a joaninha *Harmonia axyridis* (Pallas) originária da Ásia e registrada no Brasil pela primeira vez em 2002 (ALMEIDA & SILVA, 2002).

Além de ser um eficiente predador, *H. axyridis* apresenta maior tamanho em relação a outras espécies afídófagas, elevada capacidade de localizar populações de afídeos, alta voracidade, rápido desenvolvimento e grande fecundidade, características biológicas que possivelmente contribuiu para o estabelecimento em diferentes regiões (BERG et al. 2012; LANZONI et al. 2004, OSAWA, 2000).

Os adultos de *H. axyridis* vivem de 30 a 90 dias dependendo da temperatura. A variação desse fator térmico, além de influenciar o ciclo de vida da joaninha, atua diretamente no tamanho da sua população. Temperaturas mais elevadas aceleram o desenvolvimento biológico de *H. axyridis*, porém, por serem insetos ativos o aumento desse fator pode causar esgotamento de reservas energéticas. Ao contrário, no inverno onde a joaninha demonstra ser mais resistente ao frio que outros coccinelídeos. Com a redução do fator térmico, *H. axyridis* busca locais de hibernação aumentando as chances de acasalamento iniciando a primavera com alta taxa reprodutiva devido ao grande número de indivíduos (SOARES, 2004; BERG et al. 2012).

Para o conhecimento do desenvolvimento de *H. axyridis* frente à variação da temperatura, torna-se necessário estudo dos principais parâmetros biológicos, ou seja, dados sobre a taxa intrínseca de aumento que a população da espécie tem potencial de atingir. Esses estudos desenvolvidos por meio da elaboração de tabelas de vida de fertilidade e de dados da história de vida da espécie auxiliam no entendimento do ciclo biológico e na possível criação desses coccinelídeos em condições de laboratório.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência de diferentes temperaturas na biologia de *H. axyridis* por meio da elaboração de tabelas de vida de fertilidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório de Ecologia de Insetos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, SP, de janeiro de 2010 a fevereiro de 2011. Os ovos da terceira geração de *H. axyridis* utilizados no experimento foram oriundos de criação existente no laboratório, mantida em sala climatizada a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, 14 horas de fotofase e $70\pm 5\%$ de umidade relativa. A identificação do coccinelídeo foi realizada pela Dra. Lúcia Massuti de Almeida, da Universidade Federal do Paraná. Para o início do experimento foram transferidos 100 ovos de *H. axyridis* por placa de Petri de 6,0 cm de diâmetro e 2,0 cm de altura, no total de cinco placas, mantida sob cada uma das temperaturas de 18; 21; 24; 27 e $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 14 horas de fotofase e $70\pm 5\%$ de umidade relativa. Após a eclosão, larvas de primeiro instar foram individualizadas em tubos de vidro de 8,0 cm de altura e 2,5 de diâmetro e alimentadas diariamente *ad libitum* com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) obtidos da empresa Bug Agentes Biológicos. Após a emergência dos adultos, foram formados 20 casais mantidos em copos plásticos transparentes de 250 mL vedados com tecido tipo *voile*, recebendo o mesmo tipo de alimento oferecido às larvas.

As tabelas de vida de fertilidade foram elaboradas de acordo com PRICE (1984) e KREBS (1994). Para a elaboração das tabelas determinou-se os valores de intervalos de idade (x), fertilidade específica (m_x) probabilidade de sobrevivência (l_x) e o número total de fêmeas produzidas por fêmea no intervalo de tempo ($m_x l_x$). Com base nestes dados estimou-se os valores de 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 e TD= tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos, conforme as fórmulas citadas abaixo:

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

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

$$r_m = \log_e R_0$$

$$\lambda = e^{r \cdot m}$$

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

Os parâmetros das tabelas de vida de fertilidade e respectivos erros padrão 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 “Lifetable.sas” (MAIA et al. 2000).

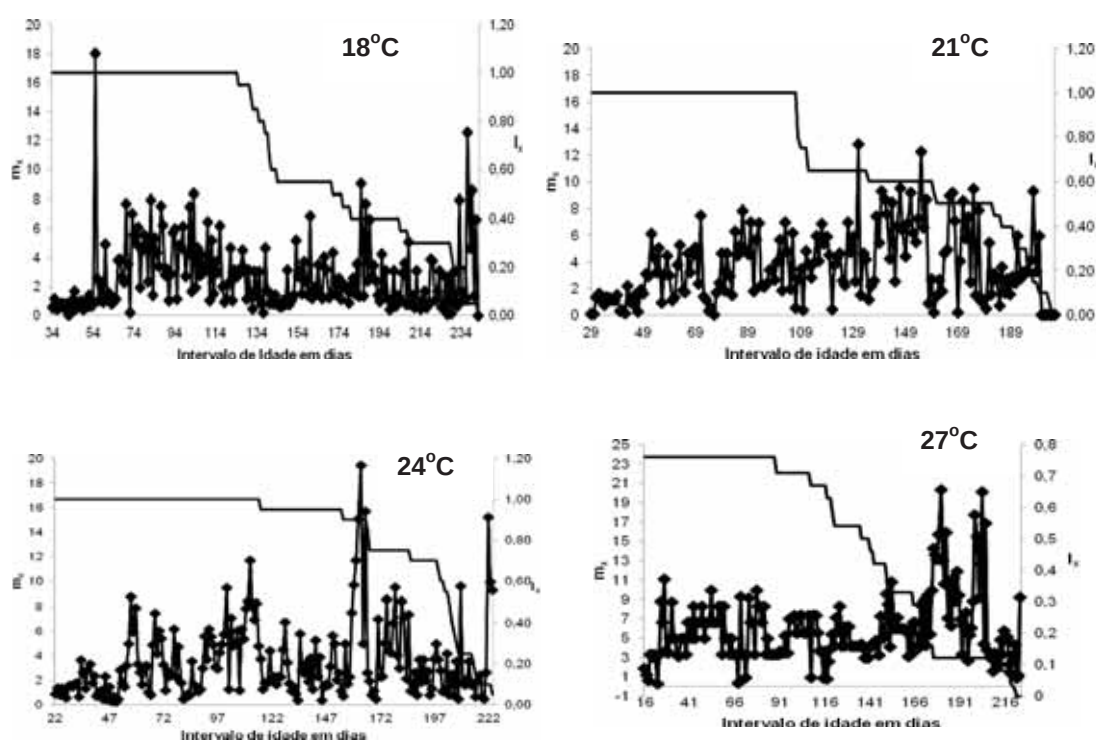
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Taxa líquida de reprodução (R_0)

A maior fertilidade específica (m_x), ou seja, o número total de ovos por fêmeas que originarão fêmeas no estágio x (intervalo de tempo médio) foi registrado quando *H. axyridis* foi mantida a 27°C, seguida da temperatura de 30°C (Figura 1).

O número médio de descendentes produzidos pelas fêmeas (R_0) de *H. axyridis* foi maior na temperatura de 27°C, diferindo significativamente das demais temperaturas que não diferiram entre si (Tabela 1). Este valor revela um alto número de descendentes fêmeas que darão origem a fêmeas reprodutivas a 27°C, entretanto, as demais temperaturas exercem influência no ciclo de vida da espécie. O maior valor obtido na temperatura de 27°C demonstra que o aumento do fator térmico favorece o potencial reprodutivo da espécie, gerando maior número de indivíduos em laboratório.

Harmonia axyridis mantida à 24°C e recebendo como alimento o afídeo exótico *Cinara atlantica* (Wilson), apresentou taxa líquida de reprodução de 632,70 fêmeas (SANTOS, 2009), valor superior ao encontrado na presente pesquisa. Essa diferença provavelmente deve-se ao tipo de alimento, pois, recebendo afídeos *H. axyridis* apresenta alto consumo médio devido a sua longevidade e criação em recipientes confinados (SANTOS, 2009). A 25°C LANZONI et al. (2004), relata que a população de *H. axyridis* não apresenta maior capacidade de aumento populacional quando comparada com coccinelídeos nativos. Entretanto, na presente pesquisa recebendo ovos de *A. kuehniella*, a joaninha *H. axyridis* apresentou uma taxa líquida de reprodução positiva em todas as temperaturas e que se mostrou maior em comparação com outros coccinelídeos, o que provavelmente facilitará o aumento da sua população.



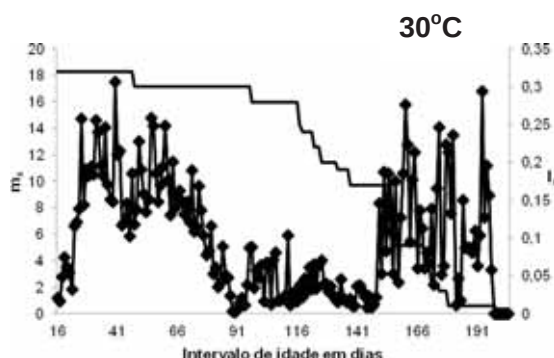


Figura 1. Número médio de ovos/dia ($\bullet$ m_x) e taxa de sobrevivência ($—$ l_x) de *H. axyridis* em diferentes temperaturas e alimentada com ovos de *A. kuehniella*.

3.2 Intervalo de tempo entre cada geração (T)

Na temperatura de 27°C observou-se aumentou do intervalo de tempo entre cada geração (T) de *H. axyridis* não diferindo de 24°C (Tabela 1). Uma comparação entre os valores de tabela de vida de *H. axyridis* com os de outras joaninhas estudadas por LANZONI et al. (2004) mostra que o tempo médio de geração da espécie foi menor, indicando maior capacidade de aumento da população. Em todas as temperaturas, os ovos de *A. kuehniella* proporcionaram valores de T inferiores aos obtido por ABDEL-SALAM & ABDEL-BAKY (2001) que oferecendo ovos de *Sitotroga cerealella* (Oliver) encontraram valores de T de 37,87 e 45,87 dias para as fêmeas de *H. axyridis*. Essa diferença deve-se possivelmente ao tipo e qualidade do alimento, que de acordo com os autores foram utilizados ovos frescos e congelados.

3.3 Capacidade inata de aumentar em número (r_m)

A taxa intrínseca de crescimento (r_m) de *H. axyridis* foi mais elevada a 18 seguido da temperatura de 21°C. Com o aumento do fator térmico observa-se um agrupamento das maiores temperaturas que não diferiram entre si (Tabela 1). Segundo van LENTEREN et al. (2003), um predador é considerado eficiente quando sua taxa de crescimento é superior ou similar ao da sua presa. Sendo que para o pulgão *Aphis gossypii* Glover criado em diferentes plantas daninhas MICHELOTTO et al. (2004) registraram r_m de 0,40; 0,32 e 0,33, valores inferiores quando comparado com *H. axyridis* mantidas a 18 e 21°C. Portanto, os resultados de r_m de *H. axyridis* obtidos no presente estudo a 18 e 21°C sugerem que a população da espécie possui capacidade de aumento, provavelmente facilitando o controle de *A. gossypii* por essa espécie de joaninha. A 24°C e recebendo como alimento *C. atlantica* SANTOS (2009) relatou r_m de 0,024 para *H. axyridis*. Esse resultado, além de diferir do obtido na presente pesquisa, indica que no geral, os ovos de *A. kuehniella* resultam em valores de r_m positivos para a espécie sendo, uma dieta favorável em criações de laboratório.

3.4 Razão finita de aumento populacional (λ)

A razão finita de aumento da população, ou seja, o número de indivíduos que agrega a população de *H. axyridis* (λ) aumentou com o diminuição do fator térmico, não diferindo de 18 a 21°C (Tabela 1). Contudo, com o elevação da temperatura observa-se um agrupamento das maiores temperaturas, que não diferiram entre si de 24 a 30°C. Sob 24°C, *H. axyridis* acrescenta por dia a população 1,32 fêmeas, este valor difere do relatado por SANTOS (2009) que na mesma constante térmica ofertando a joaninha *H. axyridis* pulgões *C. atlantica* obteve ($\lambda = 1,27$). No presente trabalho, nas diferentes temperaturas os valores de (λ) evidenciam um aumento populacional de *H. axyridis*,

diferindo de outros coccinelídeos como as espécies *Coleomegilla maculata* DeGeer, *Coccinella septempunctata* Linnaeus e *Rodolia iceryae* Janson que apresentaram respectivamente $\lambda = 1,100$; $1,200$; $1,067$ (ABDEL-SALAM, 2000).

3.5 Tempo necessário para a população aumentar em número de indivíduos (TD)

Verificou-se que o tempo necessário para a população de *H. axyridis* duplicar em número (TD) foi menor quando mantida sob 18 e 21°C. Nas maiores temperaturas 24; 27 e 30°C observou-se um aumento em dias para a população de *H. axyridis* elevar em número. Esse resultado confirma aqueles de BERG et al. (2012), ao afirmar que *H. axyridis* exibe maior sobrevivência em temperaturas baixas o que provavelmente facilita o aumento da sua população. O aumento em dias pode ser explicado pelos efeitos da elevação da temperatura que causa dessecação e esgotamentos de reservas energéticas de *H. axyridis*, influenciando diretamente no seu ciclo de vida (BERG et al. 2012; WATANABE, 2002).

Tabela 1. Parâmetros de tabela de vida de fertilidade ($\pm$ erro padrão) de *Harmonia axyridis* alimentada com ovos de *Anagasta kuehniella* em diferentes temperaturas

Temperatura	R_0	T	r_m	λ	TD
18°C	229,1 $\pm$ 42,9b	9,18 $\pm$ 0,8d	0,59 $\pm$ 0,05a	1,80 $\pm$ 0,09a	1,17 $\pm$ 0,10b
21°C	385,0 $\pm$ 82,3b	11,8 $\pm$ 1,1c	0,50 $\pm$ 0,04a	1,65 $\pm$ 0,07a	1,37 $\pm$ 0,11b
24°C	267,2 $\pm$ 84,4b	19,7 $\pm$ 3,5ab	0,28 $\pm$ 0,04b	1,32 $\pm$ 0,05b	2,44 $\pm$ 0,34a
27°C	1248,4 $\pm$ 195,1a	29,5 $\pm$ 3,4a	0,24 $\pm$ 0,02b	1,27 $\pm$ 0,03b	2,86 $\pm$ 0,30a
30°C	240,1 $\pm$ 53,8b	16,4 $\pm$ 2,2bc	0,33 $\pm$ 0,04b	1,39 $\pm$ 0,05b	2,08 $\pm$ 0,23a

R_0 - taxa líquida de reprodução, T- intervalo de tempo entre cada geração, r_m - capacidade de aumentar em número, λ - razão finita de aumento populacional, TD- tempo médio para a população duplicar em número.

4. CONCLUSÕES

A temperatura de 27°C favorece a capacidade reprodutiva *H. axyridis*, porém aumenta o intervalo entre gerações e tempo de multiplicação da espécie.

Em laboratório, a capacidade de crescimento populacional de *H. axyridis* aumenta com a redução da temperatura de 30°C para 18°C.

5. REFERÊNCIAS

ABDEL SALAM, A. H. Biological and life table studies of *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) reared on the facultative prey, *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Biological Sciences**, Letchworth v. 3, n. 4, p. 580-585, 2000.

ABDEL SALAM, A. H.; ABDEL BAKY, N. F. Life table and biological studies of *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) reared on the grain moth eggs of *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 125, n. 8, p. 455-462, 2001.

ALMEIDA, L. M.; SILVA, V. B. First record of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae): a lady beetle native to the Palaearctic region. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 19, n. 3, p. 941-944, 2002.

BERG, C. L. R. V. D.; JELTJE, M. S.; PETER, W. DE J.; LIA, H.; JOOP, V. L. Winter survival of *Harmonia axyridis* in the Netherlands. **Biological Control**, Orlando, v. 60, n. 2, p. 68-76, 2012.

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

KREBS, C. J. **Ecology**: the experimental analysis of distribution and abundance. 4 ed. New York, Haper Collins, 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.

MAIA, H. N. M.; 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. 511-1166, 1986.

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

MICHELOTTO, M. D.; BUSOLI, A. C. Aspectos biológicos de *Aphis gossypii* Glöver, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em três cultivares de algodoeiro e três espécies de plantas daninhas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 999-1004, 2003.

OSAWA, N. Population field studies o n the aphidophagous ladybird beetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae): resource tracking and population chacteristics. **Population Ecology**, Tokyo, v. 42, n. 2, p. 115-127, 2000.

PRICE, P.W. N. **Insect ecology**. 2 ed. New Yourk, John Wiley, 607p.

SANTOS, A. A. **Aspectos biológicos e capacidade de consumo de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae)**. 2009. 43f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

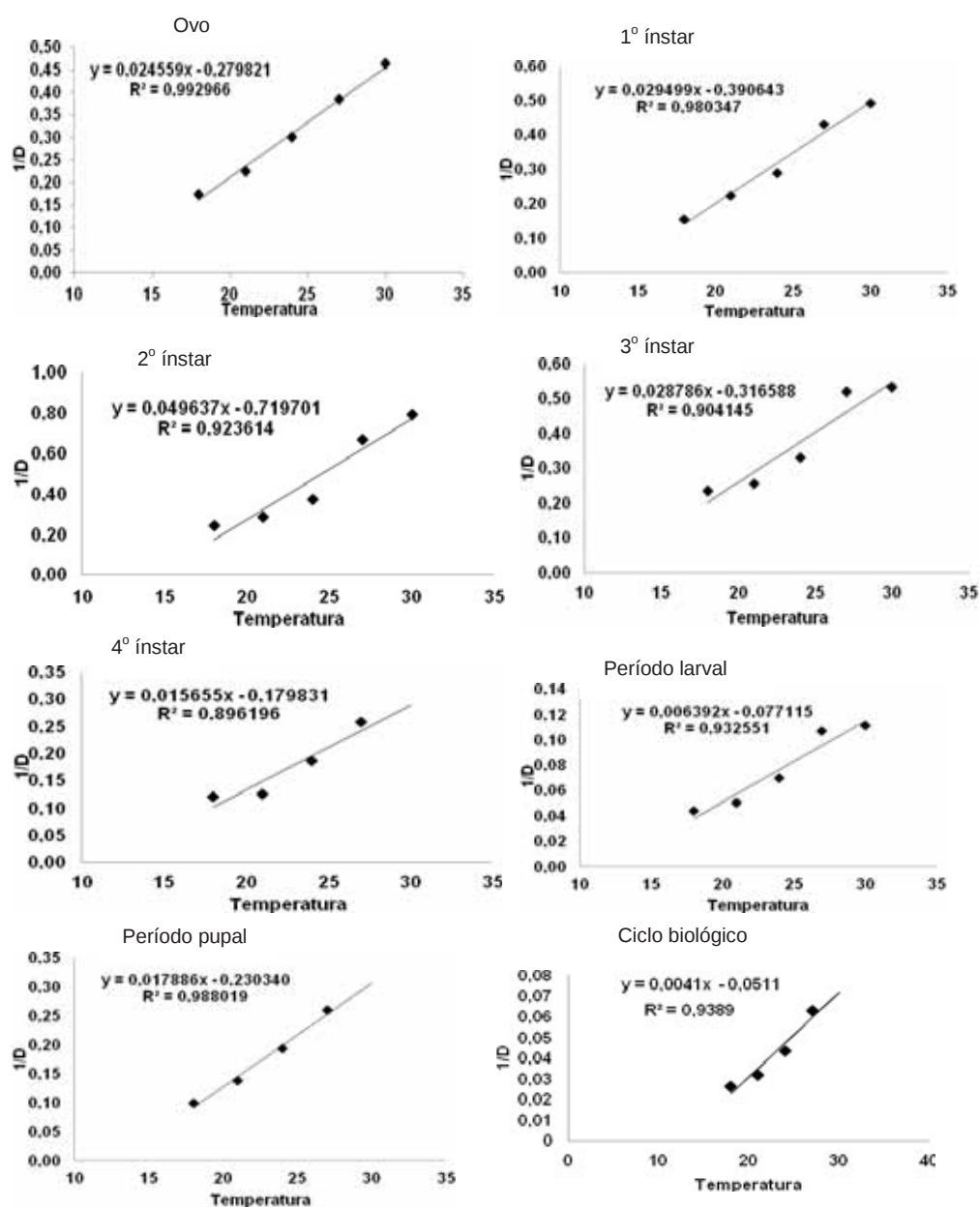
SOARES, A. O.; CODERRE, D.; SCHANDERL, H. Dietary self-selection behavior by the adults of the aphidophagous ladybeetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera, Coccinellidae). **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 73, p. 478-486, 2004.

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

WATANABE, M. Cold tolerance and myo-inositol accumulation in overwintering adults of a lady beetle, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 99, p. 5-9, 2002.

APÊNDICES

Apêndice A



Apêndice A1. Velocidade de desenvolvimento de *Harmonia axyridis* em diferentes temperaturas alimentada com ovos de *Anagasta kuehniella*.

Apêndice B

Apêndice 1B - Tabela de vida de fertilidade de *Harmonia axyridis* mantida a 18°C alimentada com ovos *Anagasta*

Kuehniella

x	l_x	m_x	$l_x m_x$	$x l_x m_x$
1	0.7100	14.1570	10.0515	10.051
2	0.5680	19.5113	11.0824	22.165
3	0.5325	21.8240	11.6213	34.864
4	0.5325	22.5280	11.9962	47.985
5	0.4970	17.5843	8.7394	43.697
6	0.4970	22.2986	11.0824	66.494
7	0.4970	19.9414	9.9109	69.376
8	0.4970	18.7157	9.3017	74.414
9	0.4970	19.2814	9.5829	86.246
10	0.4615	21.0185	9.7000	97.000
11	0.4615	18.8862	8.7160	95.876
12	0.3900	14.4650	5.6414	67.696
13	0.3900	17.4350	6.7997	88.395
14	0.3900	16.0050	6.2420	87.387
15	0.3900	16.7750	6.5423	98.134
16	0.3900	18.3150	7.1429	114.286
17	0.3900	18.2050	7.1000	7.1000
18	0.3900	19.9100	7.7649	139.768
19	0.3575	16.2000	5.7915	110.039
20	0.3250	20.7240	6.7353	134.706
21	0.3250	19.6020	6.3707	133.784
22	0.3250	18.7440	6.0918	134.020
23	0.3250	18.5460	6.0275	138.631
24	0.3250	17.0940	5.5556	133.333
25	0.3250	13.1340	4.2686	106.714

Continuação

Continuação

26	0.3250	15.5100	5.0408	131.060
27	0.2925	15.1800	4.4402	119.884
28	0.2275	12.5400	2.8529	79.880
29	0.2275	10.2771	2.3381	67.803
30	0.1950	11.7700	2.2952	68.855
31	0.1625	16.5000	2.6813	83.119
32	0.1625	10.1640	1.6517	52.853
33	0.1300	10.2300	1.3299	43.887
34	0.1300	8.0850	1.0511	35.736
35	0.1300	6.9300	0.9009	31.532
36	0.1300	4.6200	0.6006	21.622
37	0.1300	6.9300	0.9009	33.333
38	0.0975	3.9600	0.3861	14.672
39	0.0975	5.0600	0.4934	19.241
40	0.0650	5.9400	0.3861	15.444
41	0.0650	4.9500	0.3218	13.192
42	0.0650	6.9300	0.4505	18.919
43	0.0650	10.2300	0.6650	28.593
44	0.0650	6.2700	0.4076	17.932
45	0.0165	4.6200	0.0762	3.430
46	0.0165	1.3200	0.0218	1.002

Apêndice 2B - Tabela de vida de fertilidade de *Harmonia axyridis* mantida a 21°C alimentada com ovos *Anagasta kuehniella*

X	l_x	m_x	$l_x m_x$	$x l_x m_x$
1	0.900	16.8960	15.2064	15.206
2	0.810	26.1433	21.1761	42.352
3	0.765	16.4612	12.5928	37.778
4	0.765	22.2847	17.0478	68.191
5	0.720	22.1925	15.9786	79.893
6	0.675	17.6880	11.9394	71.636

Continuação

Continuação				
7	0.630	18.8100	11.8503	82.952
8	0.630	21.1200	13.3056	106.445
9	0.630	21.1200	13.3056	119.750
10	0.630	22.2986	14.0481	140.481
11	0.630	17.6314	11.1078	122.186
12	0.585	17.1092	10.0089	120.107
13	0.585	17.4646	10.2168	132.818
14	0.585	15.9923	9.3555	130.977
15	0.585	16.1446	9.4446	141.669
16	0.585	15.2815	8.9397	143.035
17	0.585	17.6677	10.3356	175.705
18	0.585	11.6262	6.8013	122.423
19	0.540	16.4450	8.8803	168.726
20	0.540	16.7200	9.0288	180.576
21	0.540	15.5650	8.4051	176.507
22	0.540	11.2750	6.0885	133.947
23	0.540	14.4100	7.7814	178.972
24	0.540	15.8400	8.5536	205.286
25	0.540	15.7850	8.5239	213.098
26	0.540	10.5600	5.7024	148.262
27	0.495	17.8800	8.8506	238.966
28	0.495	14.5800	7.2171	202.079
29	0.495	14.7600	7.3062	211.880
30	0.450	15.3120	6.8904	206.712
31	0.405	13.9333	5.6430	174.933
32	0.360	15.0150	5.4054	172.973
33	0.315	15.9343	5.0193	165.637
34	0.315	9.9000	3.1185	106.029
35	0.315	13.1057	4.1283	144.491
36	0.315	12.0686	3.8016	136.858
37	0.270	12.3200	3.3264	123.077

Continuação

Continuação

38	0.225	23.2320	5.2272	198.634
39	0.225	13.0680	2.9403	114.672
40	0.225	13.4640	3.0294	121.176
41	0.225	14.5200	3.2670	133.947
42	0.225	19.9320	4.4847	188.357
43	0.225	15.0480	3.3858	145.589
44	0.225	18.2160	4.0986	180.338
45	0.180	18.1500	3.2670	147.015
46	0.120	14.3000	1.7160	78.936
47	0.080	10.8900	0.8712	40.946
48	0.080	13.8600	1.1088	53.222
49	0.080	9.2400	0.7392	36.221
50	0.080	10.5600	0.8448	42.240
51	0.08	13.20	1.0560	53.8560
52	0.08	14.52	1.1616	60.4032
53	0.08	9.57	0.7656	40.5768
54	0.08	4.29	0.3432	18.5328
55	0.04	6.60	0.2640	14.5200
56	0.04	4.62	0.1848	10.3488

Apêndice 3B – Tabela de vida de fertilidade de *Harmonia axyridis* mantida a 24°C alimentada com ovos de *Anagasta*

kuehniella

x	l_x	m_x	$l_x m_x$	$x l_x m_x$
1	0.589	9.6568	5.68788	5.688
2	0.390	16.3477	6.37560	12.751
3	0.360	19.5250	7.02900	21.087
4	0.360	18.7550	6.75180	27.007
5	0.360	16.9400	6.09840	30.492
6	0.360	20.2400	7.28640	43.718

Continuação

Continuação				
7	0.360	19.5800	7.04880	49.342
8	0.360	15.3450	5.52420	44.194
9	0.360	14.4650	5.20740	46.867
10	0.360	14.5750	5.24700	52.470
11	0.360	19.6900	7.08840	77.972
12	0.360	13.8050	4.96980	59.638
13	0.308	17.5800	5.41464	70.390
14	0.308	22.0800	6.80064	95.209
15	0.308	16.3800	5.04504	75.676
16	0.308	15.8400	4.87872	78.060
17	0.308	18.0600	5.56248	94.562
18	0.280	16.6980	4.67544	84.158
19	0.280	14.9820	4.19496	79.704
20	0.280	19.6020	5.48856	109.771
21	0.280	19.0080	5.32224	111.767
22	0.252	15.0333	3.78840	83.345
23	0.252	14.6667	3.69600	85.008
24	0.252	15.6200	3.93624	94.470
25	0.224	20.7075	4.63848	115.962
26	0.196	19.5171	3.82536	99.459
27	0.196	11.5029	2.25456	60.873
28	0.196	17.7257	3.47424	97.279
29	0.196	22.7229	4.45368	129.157
30	0.196	20.1771	3.95472	118.642
31	0.196	20.7429	4.06560	126.034
32	0.196	21.1200	4.13952	132.465
33	0.196	15.2743	2.99376	98.794
34	0.196	24.1371	4.73088	160.850
35	0.168	17.4900	2.93832	102.841
36	0.168	21.1200	3.54816	127.734
37	0.168	21.2300	3.56664	131.966
Continuação				

Continuação				
38	0.140	24.816	3.47424	132.021
39	0.140	19.404	2.71656	105.946
40	0.140	15.972	2.23608	89.443
41	0.140	16.764	2.34696	96.225
42	0.140	19.404	2.71656	114.096
43	0.140	26.928	3.76992	162.107
44	0.140	18.480	2.58720	113.837
45	0.140	25.476	3.56664	160.499
46	0.140	10.956	1.53384	70.557
47	0.140	19.140	2.67960	125.941
48	0.140	18.084	2.53176	121.524
49	0.140	9.768	1.36752	67.008
50	0.140	17.292	2.42088	121.044
51	0.140	13.464	1.88496	96.133
52	0.140	12.936	1.81104	94.174
53	0.140	16.632	2.32848	123.409
54	0.140	24.156	3.38184	182.619
55	0.112	32.505	3.64056	200.231
56	0.084	18.700	1.57080	87.965
57	0.084	9.240	0.77616	44.241
58	0.084	25.300	2.12520	123.262
59	0.084	26.180	2.19912	129.748
60	0.084	16.280	1.36752	82.051
61	0.084	18.040	1.51536	92.437
62	0.084	9.240	0.77616	48.122
63	0.084	13.640	1.14576	72.183
64	0.084	14.300	1.20120	76.877
65	0.084	14.520	1.21968	79.279
66	0.084	15.400	1.29360	85.378
67	0.084	11.000	0.92400	61.908
68	0.084	19.140	1.60776	109.328

Continuação

Continuação

69	0.084	13.420	1.12728	77.782
70	0.084	18.700	1.57080	109.956
71	0.084	14.520	1.21968	86.597
72	0.084	12.540	1.05336	75.842
73	0.084	14.960	1.25664	91.735
74	0.084	19.800	1.66320	123.077
75	0.084	18.040	1.51536	113.652
76	0.084	7.920	0.66528	50.561
77	0.084	15.180	1.27512	98.184
78	0.084	11.000	0.92400	72.072
79	0.084	24.640	2.06976	163.511
80	0.084	14.740	1.23816	99.053
81	0.084	10.340	0.86856	70.353
82	0.084	11.440	0.96096	78.799
83	0.084	15.180	1.27512	105.835
84	0.084	7.920	0.66528	55.884
85	0.056	5.280	0.29568	25.133
86	0.056	4.620	0.25872	22.250
87	0.028	5.28	0.14784	12.8621
88	0.028	5.94	0.16632	14.6362
89	0.028	17.16	0.48048	42.7627
90	0.028	3.30	0.09240	8.3160

Apêndice 4B – Tabela de vida de fertilidade de *Harmonia axyridis* mantida a 27°C alimentada com ovos de *Anagasta kuehniella*

X	l_x	m_x	$l_x m_x$	$x l_x m_x$
1	0.760	15.5100	11.7876	11.788
2	0.684	20.3133	13.8943	27.789
3	0.684	22.9533	15.7001	47.100
4	0.684	21.8533	14.9477	59.791

Continuação

Continuação				
5	0.684	21.1200	14.4461	72.230
6	0.684	24.4200	16.7033	100.220
7	0.684	30.7633	21.0421	147.295
8	0.684	27.7933	19.0106	152.085
9	0.684	24.5667	16.8036	151.232
10	0.684	26.6567	18.2332	182.332
11	0.684	28.2700	19.3367	212.703
12	0.684	25.1900	17.2300	206.760
13	0.684	23.4667	16.0512	208.666
14	0.684	28.3800	19.4119	271.767
15	0.684	26.1433	17.8820	268.231
16	0.684	25.0433	17.1296	274.074
17	0.684	23.7967	16.2769	276.708
18	0.684	24.0167	16.4274	295.693
19	0.684	25.9967	17.7817	337.853
20	0.684	26.5100	18.1328	362.657
21	0.684	24.6400	16.8538	353.929
22	0.684	22.8800	15.6499	344.298
23	0.684	30.8000	21.0672	484.546
24	0.684	25.8500	17.6814	424.354
25	0.684	27.6467	18.9103	472.758
26	0.684	22.8433	15.6248	406.246
27	0.684	20.6433	14.1200	381.241
28	0.684	19.5433	13.3676	374.294
29	0.646	18.4800	11.9381	346.204
30	0.608	26.6475	16.2017	486.050
31	0.570	28.3800	16.1766	501.475
32	0.570	22.5720	12.8660	411.713
33	0.570	25.3880	14.4712	477.548
34	0.570	26.0920	14.8724	505.663
35	0.570	26.7520	15.2486	533.702

Continuação

Continuação				
36	0.570	23.8920	13.6184	490.264
37	0.570	31.0200	17.6814	654.212
38	0.570	28.3800	16.1766	614.711
39	0.570	24.2440	13.8191	538.944
40	0.570	28.0720	16.0010	640.042
41	0.570	29.1280	16.6030	680.721
42	0.570	27.4560	15.6499	657.297
43	0.570	25.1240	14.3207	615.789
44	0.570	25.7840	14.6969	646.663
45	0.532	22.6757	12.0635	542.857
46	0.532	21.7329	11.5619	531.846
47	0.532	22.1100	11.7625	552.838
48	0.532	23.2414	12.3644	593.493
49	0.532	25.3157	13.4680	659.930
50	0.532	24.8914	13.2422	662.112
51	0.532	24.1371	12.8410	654.889
52	0.532	18.3857	9.7812	508.622
53	0.532	25.2686	13.4429	712.473
54	0.532	22.4400	11.9381	644.656
55	0.494	31.9846	15.8004	869.022
56	0.494	27.6185	13.6435	764.037
57	0.494	30.3600	14.9978	854.877
58	0.494	29.0400	14.3458	832.054
59	0.494	24.8769	12.2892	725.063
60	0.494	32.1369	15.8756	952.538
61	0.494	19.4446	9.6056	585.944
62	0.494	22.8969	11.3111	701.287
63	0.494	20.2569	10.0069	630.436
64	0.494	19.2923	9.5304	609.946
65	0.494	23.9631	11.8378	769.454
66	0.494	18.3785	9.0790	599.211
Continuação				

Continuação

67	0.494	20.7646	10.2577	687.267
68	0.494	18.9877	9.3799	637.835
69	0.494	17.4646	8.6275	595.299
70	0.456	21.1750	9.6558	675.906
71	0.456	22.8250	10.4082	738.982
72	0.456	19.8550	9.0539	651.879
73	0.418	15.5400	6.4957	474.188
74	0.418	13.2000	5.5176	408.302
75	0.418	13.8000	5.7684	432.630
76	0.418	15.2400	6.3703	484.144
77	0.418	18.2400	7.6243	587.073
78	0.342	19.5800	6.6964	522.316
79	0.304	21.2025	6.4456	509.199
80	0.266	19.8943	5.2919	423.350
81	0.266	16.8771	4.4893	363.635
82	0.266	16.5943	4.4141	361.955
83	0.228	15.4000	3.5112	291.430
84	0.190	14.1240	2.6836	225.419
85	0.190	16.6320	3.1601	268.607
86	0.190	21.3840	4.0630	349.415
87	0.190	13.5960	2.5832	224.742
88	0.134	23.4300	3.1396	276.287
89	0.1340	30.525	4.09035	364.041
90	0.1340	25.905	3.47127	312.414
91	0.1340	30.195	4.04613	368.198
92	0.1340	23.265	3.11751	286.811
93	0.1005	29.040	2.91852	271.422
94	0.1005	51.700	5.19585	488.410
95	0.1005	29.040	2.91852	277.259
96	0.1005	42.460	4.26723	409.654
97	0.1005	20.900	2.10045	203.744

Continuação

Continuação				
98	0.1005	43.780	4.39989	431.189
99	0.1005	29.040	2.91852	288.933
100	0.1005	31.680	3.18384	318.384
101	0.1005	40.260	4.04613	408.659
102	0.1005	27.500	2.76375	281.903
103	0.1005	21.120	2.12256	218.624
104	0.1005	21.340	2.14467	223.046
105	0.1005	13.420	1.34871	141.615
106	0.1005	23.320	2.34366	248.428
107	0.1005	10.780	1.08339	115.923
108	0.1005	15.400	1.54770	167.152
109	0.1005	27.720	2.78586	303.659
110	0.1005	29.700	2.98485	328.334
111	0.1005	33.000	3.31650	368.132
112	0.1005	24.420	2.45421	274.872
113	0.1005	39.160	3.93558	444.721
114	0.1005	24.860	2.49843	284.821
115	0.1005	17.160	1.72458	198.327
116	0.1005	19.800	1.98990	230.828
117	0.1005	35.860	3.60393	421.660
118	0.1005	18.920	1.90146	224.372
119	0.1005	26.400	2.65320	315.731
120	0.1005	21.560	2.16678	260.014
121	0.1005	28.600	2.87430	347.790
122	0.1005	27.720	2.78586	339.875
123	0.1005	27.280	2.74164	337.222
124	0.1005	23.980	2.40999	298.839
125	0.1005	15.180	1.52559	190.699
126	0.1005	24.860	2.49843	314.802
127	0.1005	37.180	3.73659	474.547
128	0.1005	31.020	3.11751	399.041

Continuação

Continuação

129	0.0670	17.820	1.19394	154.018
130	0.0670	36.300	2.43210	316.173
131	0.0670	41.910	2.80797	367.844
132	0.0670	19.470	1.30449	172.193
133	0.0315	52.800	1.66320	221.206
134	0.0315	11.880	0.37422	50.145
135	0.0315	11.220	0.35343	47.713
136	0.0315	8.580	0.27027	36.757
137	0.0315	9.900	0.31185	42.723
138	0.0315	17.16	0.54054	74.595
139	0.0315	8.58	0.27027	37.568
140	0.0315	19.14	0.60291	84.407
141	0.0315	13.20	0.41580	58.628
142	0.0315	23.10	0.72765	103.326
143	0.0315	19.14	0.60291	86.216
144	0.0315	20.46	0.64449	92.807
145	0.0315	9.24	0.29106	42.204
146	0.0315	5.28	0.16632	24.283
147	0.0315	13.20	0.41580	61.123
148	0.0315	17.16	0.54054	80.000
149	0.0315	3.30	0.10395	15.489
150	0.0315	4.62	0.14553	21.830
151	0.0315	9.24	0.29106	43.950

Apêndice 5B – Tabela de vida de fertilidade de *Harmonia axyridis* mantida a 30°C alimentada com ovos de *Anagasta kuehniella*

X	l_x	m_x	$l_x m_x$	$x l_x m_x$
1	0.320	14.0250	4.48800	4.488
2	0.288	20.0567	5.77632	11.553
3	0.272	27.6035	7.50816	22.524
4	0.272	25.3906	6.90624	27.625
5	0.272	21.4694	5.83968	29.198
6	0.272	23.1776	6.30432	37.826
7	0.272	21.8576	5.94528	41.617
8	0.272	24.5753	6.68448	53.476
9	0.272	25.2353	6.86400	61.776
10	0.272	22.0906	6.00864	60.086
11	0.256	22.6875	5.80800	63.888
12	0.256	22.7288	5.81856	69.823
13	0.256	20.7075	5.30112	68.915
14	0.240	23.7600	5.70240	79.834
15	0.240	18.9640	4.55136	68.270
16	0.240	19.8440	4.76256	76.201
17	0.240	24.4200	5.86080	99.634
18	0.240	24.0680	5.77632	103.974
19	0.240	20.3720	4.88928	92.896
20	0.224	21.0257	4.70976	94.195
21	0.224	19.5643	4.38240	92.030
22	0.224	21.6386	4.84704	106.635
23	0.224	17.9614	4.02336	92.537
24	0.224	20.6486	4.62528	111.007
25	0.224	19.0929	4.27680	106.920
26	0.224	16.5943	3.71712	96.645

Continuação

Continuação				
27	0.224	17.8671	4.00224	108.060
28	0.224	21.1671	4.74144	132.760
29	0.224	21.8743	4.89984	142.095
30	0.208	19.4446	4.04448	121.334
31	0.208	20.6631	4.29792	133.236
32	0.208	20.8154	4.32960	138.547
33	0.208	23.6077	4.91040	162.043
34	0.208	21.9323	4.56192	155.105
35	0.208	19.1400	3.98112	139.339
36	0.208	19.4446	4.04448	145.601
37	0.208	20.7138	4.30848	159.414
38	0.192	19.1950	3.68544	140.047
39	0.176	17.8800	3.14688	122.728
40	0.176	13.3800	2.35488	94.195
41	0.160	17.2920	2.76672	113.436
42	0.144	16.7933	2.41824	101.566
43	0.144	16.4267	2.36544	101.714
44	0.144	13.8600	1.99584	87.817
45	0.144	15.1067	2.17536	97.891
46	0.144	15.0333	2.16480	99.581
47	0.144	12.3933	1.78464	83.878
48	0.128	16.7475	2.14368	102.897
49	0.112	13.0114	1.45728	71.407
50	0.112	13.1057	1.46784	73.392
51	0.112	16.1229	1.80576	92.094
52	0.096	11.7700	1.12992	58.756
53	0.080	11.8800	0.95040	50.371
54	0.064	10.8900	0.69696	37.636
55	0.064	15.5100	0.99264	54.595
56	0.064	18.9750	1.21440	68.006
57	0.048	14.3000	0.68640	39.125
Continuação				

Continuação

58	0.048	17.6000	0.84480	48.998
59	0.048	17.3800	0.83424	49.220
60	0.048	21.3400	1.02432	61.459
61	0.048	19.8000	0.95040	57.974
62	0.048	13.4200	0.64416	39.938
63	0.048	9.9000	0.47520	29.938
64	0.048	5.7200	0.27456	17.572
65	0.048	11.8800	0.57024	37.066
66	0.032	18.4800	0.59136	39.030
67	0.016	36.9600	0.59136	39.621
68	0.016	21.7800	0.34848	23.697
69	0.016	12.5400	0.20064	13.844
70	0.016	32.3400	0.51744	36.221
71	0.016	8.5800	0.13728	9.747
72	0.016	13.8600	0.22176	15.967
73	0.016	5.2800	0.08448	6.167
74	0.016	21.7800	0.34848	25.788
75	0.016	23.7600	0.38016	28.512
76	0.016	33.0000	0.52800	40.128
77	0.016	24.4200	0.39072	30.085
78	0.016	25.7400	0.41184	32.124
79	0.016	27.06	0.43296	34.2038
80	0.016	13.20	0.21120	16.8960
81	0.016	14.52	0.23232	18.8179
82	0.016	6.60	0.10560	8.6592
83	0.016	9.24	0.14784	12.2707
84	0.016	3.30	0.05280	4.4352
85	0.016	6.60	0.10560	8.9760
86	0.016	13.20	0.21120	18.1632
87	0.016	10.56	0.16896	14.6995

Continuação

Continuação

88	0.016	4.62	0.07392	6.5050
89	0.016	5.94	0.09504	8.4586
90	0.016	5.94	0.09504	8.5536
91	0.016	8.58	0.13728	12.4925
92	0.016	13.86	0.22176	20.4019
93	0.016	17.16	0.27456	25.5341
94	0.016	5.28	0.08448	7.9411
95	0.016	4.62	0.07392	7.0224
96	0.016	7.26	0.11616	11.1514

