



DESENVOLVIMENTO E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE
***Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae)**

**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO
ESTADO DE SÃO PAULO**

AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS

INSTITUTO BIOLÓGICO

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANIDADE, SEGURANÇA
ALIMENTAR E AMBIENTAL NO AGRONEGÓCIO**

**DESENVOLVIMENTO E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Hippodamia convergens*
(Coleoptera: Coccinellidae)**

LAURA EL KHOURI

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e
Ambiental no Agronegócio.

Área de concentração: Segurança Alimentar e
Sanidade no Agroecossistema.

SÃO PAULO

2024

LAURA EL KHOURI

**DESENVOLVIMENTO E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Hippodamia convergens*
(Coleoptera: Coccinellidae)**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Orientadora: Dra. Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes

SÃO PAULO

2024

Eu **Laura El Khouri**, autorizo o Instituto Biológico (IB-APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, a disponibilizar gratuitamente e sem ressarcimento dos direitos autorais, o presente trabalho acadêmico de minha autoria, no portal, biblioteca digital, catálogo eletrônico ou qualquer outra plataforma eletrônica do IB para fins de leitura, estudo, pesquisa e/ou impressão pela Internet desde que citada a fonte.

Assinatura: Laura El Khouri Data 08/08/24

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo
Núcleo de Informação e Documentação – IB

El Khouri, Laura.

Desenvolvimento e exigências técnicas de *Hippodamia convergens*
(Coleoptera: Coccinellidae). / Laura El Khouri. - São Paulo, 2024.
43 p.
doi: 10.31368/PGSSAAA.2024D.LE05

Dissertação (Mestrado). Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-Graduação.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.
Linha de pesquisa: Biodiversidade: caracterização e interações ecológicas em agroecossistemas.

Orientador: Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes

Versão do título para o inglês: Development and thermal requirements of *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae).

1. Joaquina 2. Controle biológico 3. Temperatura 4. Ciclo de vida I.
El Khouri, Laura II. Cividanes, Terezinha Monteiro dos Santos III. Instituto
Biológico (São Paulo) IV. Título.

IB/Bibl./2024/05

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Laura El Khouri

Título: Desenvolvimento e exigências térmicas de *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae)

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio do Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Aprovada em: 09/05/2024.

Banca Examinadora:

Profª. Dra. Terezinha Monteiro dos Santos
Cividanes

Julgamento: APROVADA

Instituição: Instituto Biológico

Documento assinado digitalmente
TEREZINHA MONTEIRO DOS SANTOS CIVIDANES
Data: 14/05/2024 11:53:35-8300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Assinatura: _____

Profª. Dra. Laís Santos de Souza

Julgamento: APROVADA

Instituição: Faculdade Quirinópolis

Documento assinado digitalmente
LAÍS SANTOS DE SOUZA
Data: 28/05/2024 11:30:50-8300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Assinatura:  _____

Profª Dra. Melissa Vieira Leite

Julgamento: APROVADA

Instituição: CESEP

Documento assinado digitalmente
MELISSA VIEIRA LEITE
Data: 15/05/2024 22:55:30-8300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Assinatura:  _____

Este trabalho é dedicado aos meus queridos pais, Samir e Luciana, à minha amada irmã, Helena, e todos os que tiveram envolvimento nesse trabalho.

Tudo sempre parece impossível até que seja feito.

Nelson Mandela

"Valer a pena?

Tudo vale a pena

Se a alma não é pequena".

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

À Deus, pelo dom da vida.

À minha família, que me deu forças para seguir em frente com o curso, sempre me incentivando e me apoiando.

Ao Instituto Biológico e ao Programa de Pós-graduação pela oportunidade em ingressar no curso de Mestrado.

Aos professores do Programa de Pós-graduação, pelo acolhimento, atenção e profissionalismo ao ministrar as aulas e me auxiliar nos trabalhos.

À Dra. Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes, minha orientadora, pela oportunidade de me agregar à pesquisa científica, me despertando cada vez mais interesse e curiosidade na área de Sanidade e Segurança Alimentar e Ambiental. Sou grata pela sua dedicação, seu tempo, paciência e ensinamentos.

Aos funcionários do Instituto Biológico de Ribeirão Preto - SP, Deolinda Barbosa dos Santos Bernardes, Fernando Noel Menegon, Dr. Francisco Jorge Cividanes (Pesquisador Voluntário Colaborador) e ao Dr. Nelson Wanderley Perito, que me acolheram desde o início desse processo, me dando apoio e atenção. Às colegas com quem trabalhei no laboratório, Nalanda Alves Pantoni e Tamara Machado da Silva, que me ensinaram muito, me ajudaram com meu trabalho e estiveram dispostas durante todo o processo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

KHOURI, Laura El. **Desenvolvimento e exigências térmicas de *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae)**. Ribeirão Preto – SP, 2024. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio), Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2024.

Os besouros da família Coccinellidae, denominados comumente de joaninhas, se apresentam como grupo importante de predadores de pragas em culturas agrícolas. Estudos tem evidenciado a importância da temperatura como fator condicionante à adaptação da joaninha *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae) em diferentes regiões no mundo. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desenvolvimento, sobrevivência e exigências térmicas de *H. convergens*, sob diferentes temperaturas, ao alimentar-se de ovos de *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Ovos de *H. convergens*, 24 horas após postura, foram individualizados em tubos de vidro de 8,0 cm de altura por 2,5 cm de diâmetro, as larvas eclodidas foram alimentadas *ad libitum* com ovos de *E. kuehniella* diariamente. Esses insetos foram mantidos em câmaras climatizadas reguladas nas temperaturas de 18; 21; 24; 27 e 30°C \pm 0,5°C, 12 horas de fotofase e 70 \pm 5% de umidade relativa. As observações foram realizadas diariamente, avaliou-se a duração da fase de ovo, larva, pupa, ciclo biológico e sobrevivência durante cada uma dessas fases. Determinou-se o peso corporal de larvas de segundo, terceiro, quarto instares e de adultos da joaninha. O fator temperatura afetou significativamente a sobrevivência, desenvolvimento e peso corporal de *H. convergens*. A fase de ovo mostrou-se extremamente frágil à 18°C devido ao reduzido percentual de eclosão das larvas. Com base no desenvolvimento larval e considerando-se o ciclo biológico, 24 e 27°C foram temperaturas que proporcionaram taxas superiores de desenvolvimento e sobrevivência. O peso corporal de *H. convergens* aumentou com o incremento térmico, atingindo um pico na temperatura ótima (27°C) e decresceu com o aumento dessa variável, aos 30°C. Para completar seu ciclo biológico, *H. convergens* necessita de 224 graus dia acima do limite inferior de desenvolvimento (Tb) de 13,6°C. Na região de Ribeirão Preto, SP, *H. convergens* desenvolve 15,4 gerações/ano. Os resultados indicam 27°C como temperatura ótima para a duração de desenvolvimento, sobrevivência e massa corporal de *H. convergens*.

Palavras-chave: joaninha. controle biológico. temperatura. ciclo de vida.

ABSTRACT

KHOURI, Laura El. **Development and thermal requirements of *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae)**. Ribeirão Preto – SP, 2024. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio), Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2024.

Beetles from the Coccinellidae family, commonly called ladybugs, are an important group of pest predators in agricultural crops. Studies have highlighted the importance of temperature as a conditioning factor for adaptation of the ladybug *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae) in different regions of the world. The present work aimed to evaluate the development, survival and thermal requirements of *H. convergens* under constant temperatures of 18, 21, 24, 27, and 30°C when feeding on prey, eggs of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *H. convergens* eggs were individualized in glass tubes 8.0 cm high by 2.5 cm in diameter 24 hours after laying, the hatched larvae were fed *ad libitum* with *E. kuehniella* eggs daily. These insects were kept in climate-controlled chambers set at temperatures of 18, 21, 24, 27, and 30°C ± 0.5°C, 12 hours of photophase, and 70 ± 5% relative humidity. Observations were carried out daily, evaluating the duration of each of the following phases: the egg, larva, pupa, adult egg period, and survival. The body mass of second, third, and fourth instar larvae and ladybug adults were determined. The temperature factor significantly affected the survival, development, and body mass of *H. convergens*. The egg stage proved to be extremely fragile at 18°C due to the reduced percentage of larvae hatching. Based on larval development and considering the cycle from egg to adult, 24 and 27°C were temperatures that provided superior development and survival rates. The body mass of *H. convergens* increased with the thermal increase, reaching a peak at the optimum temperature (27°C) and decreasing with the increase in this variable, at 30°C. To complete its biological cycle, *H. convergens* requires 224 degree days above the lower limit of development (T_b) of 13.6°C. In the region of Ribeirão Preto – SP, *H. convergens* develops 15.4 generations/year. The results indicate 27°C as the ideal temperature for the duration of development, survival, and body mass of *H. convergens*.

Key words: ladybird. biological control. temperature. life cycle.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fases de desenvolvimento de <i>Hippodamia convergens</i>	18
Figura 2 – Adulto de <i>Hippodamia convergens</i>	19
Figura 3 – Peso (mg) de larvas de segundo (I2), terceiro (I3), quarto instar (I4) e de adultos de <i>Hippodamia convergens</i> sob temperaturas constantes	32
Figura 4 – Fecundidade média de <i>Hippodamia convergens</i> durante o período de 30 dias sob temperaturas constantes	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Viabilidade da fase de ovo e sobrevivência (%) durante as fases imaturas de <i>Hippodamia convergens</i> sob temperaturas constantes	29
Tabela 2 – Duração (dias) das fases imaturas de <i>Hippodamia convergens</i> sob temperaturas constantes	31
Tabela 3 – Limite térmico inferior de desenvolvimento (T_b), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R^2) das fases de desenvolvimento e ciclo biológico (ovo a adulto) de <i>Hippodamia convergens</i> obtidos a 18, 21, 24, 27 e 30 °C	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivo	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 <i>Hippodamia convergens</i>: habitat e diversidade de presas.....	17
2.2 Aspectos morfológicos de <i>Hippodamia convergens</i>.....	18
2.3 Aspectos biológicos de <i>Hippodamia convergens</i>.....	20
2.4 Influência da temperatura sobre <i>Hippodamia convergens</i>.....	21
2.5 Exigências térmicas	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Criação de <i>Hippodamia convergens</i>.....	25
3.2 Aspectos biológicos de <i>Hippodamia convergens</i>	25
3.3 Análise estatística.....	26
3.4 Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de <i>Hippodamia convergens</i> em Ribeirão Preto, SP	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Aspectos biológicos de <i>Hippodamia convergens</i>	28
4.1.1 Sobrevivência	28
4.1.2 Desenvolvimento	29
4.1.3 Peso corporal e fecundidade	31
4.2 Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de <i>Hippodamia convergens</i> em Ribeirão Preto, SP	34

5 CONCLUSÕES.....36

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS37

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, devido à produção agrícola e a demanda crescente por alimentos ao longo dos anos, houve aumento significativo no emprego do controle químico para o manejo de pragas, o que traz consequências desfavoráveis ao meio ambiente e à saúde humana (Silva; Brito, 2015). Para amenizar esses efeitos insalubres, tem sido estimulado em escala mundial a produção sustentável de alimentos, que tem como princípio reduzir o emprego de insumos originados de fontes não renováveis, como por exemplo, os agrotóxicos. Nesse sentido, devem ser consideradas tecnologias que favoreçam a agrobiodiversidade, como o controle biológico de pragas (Embrapa, 2013; Medeiros; Spíndola, 2018).

O controle biológico é um fenômeno natural que consiste no equilíbrio populacional de animais e plantas por inimigos naturais (Fontes; Valadares-Inglis, 2020). Sua ocorrência é variável e dependente de fatores climáticos, densidade populacional, alimento disponível e relações inter e intraespecíficas. Envolve também o mecanismo de densidade recíproca, em que uma população é controlada por outra população, ou seja, uma praga é controlada por outro organismo, mantendo o equilíbrio natural do ambiente (Parra *et al.*, 2002). “A principal característica do controle biológico é não causar danos cumulativos à lavoura ou a outros constituintes da fauna, que não são alvo do controle” (Begg *et al.*, 2016).

Entre os agentes de controle biológico de pragas, se destacam os besouros da família Coccinellidae, denominadas comumente de joaninhas. São conhecidas aproximadamente 6.000 espécies de coccinélídeos no mundo, sendo que 90% dessas espécies são predadoras. Esses pequenos besouros são considerados símbolos da biodiversidade, encontrados em diversos locais, como jardins, florestas, bosques, hortas e zonas agrícolas. Se destacam mundialmente devido à beleza da coloração de suas asas. A joaninha é muito utilizada no controle de pragas em culturas e pomares. Essas espécies predadoras se alimentam de pulgões, cochonilhas, psilídeos, moscas-brancas, ácaros, ovos e larvas de coleópteros e lepidópteros. Em épocas de diminuição ou falta das principais presas, os coccinélídeos optam pelo néctar, pólen, *honeydew*, ou a combinação de vários alimentos como estes, que podem propiciar a permanência destes insetos nestes ambientes, mesmo em épocas de entressafra. Sendo assim, as joaninhas se apresentam como um dos mais importantes grupos de predadores de pragas agrícolas (Funichello, 2010; Kundoo; Khan, 2017; Santos-Cividanes; Freitas; Suguino, 2014; Santos-Cividanes, 2021).

A temperatura é um fator principal de efeito sobre o desenvolvimento e sobrevivência das joaninhas, da fase de ovo até fase adulta, influenciando os parâmetros reprodutivos,

fertilidade e longevidade (Nedvěd; Honěk, 2012). É importante ter conhecimento das necessidades térmicas tanto de um inseto-praga quanto de um inimigo natural, para melhor entender seu ciclo biológico, sua sobrevivência e reprodução. Utilizando-se desse fator, pode-se ter o controle de uma determinada população, isso possibilita estratégias para interromper futuras gerações de pragas no campo (Busato *et al.*, 2005).

Por sua vez, essa variável impulsiona em números a criação massal de joaninhas, dessa forma, programas de controle biológico aplicado serão bem-sucedidos se estes predadores forem criados sob temperaturas adequadas ou ótimas. Uma criação pode ser aprimorada, estipulando condições de temperatura que proporcionem desenvolvimento rápido, elevada sobrevivência e alta fecundidade (Rodríguez-Saona; Miller, 1999; Omkar e Pervez, 2016).

Apesar de muitos trabalhos relacionarem a biologia de *H. convergens*, não existem informações brasileiras sobre as exigências térmicas dessa espécie

1.1 Objetivo

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de estudar o efeito de diferentes temperaturas sobre o desenvolvimento e sobrevivência de *H. convergens* e determinar as exigências térmicas para essa espécie de coccinelídeo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Hippodamia convergens*: habitat e diversidade de presas

As joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) são insetos benéficos e, devido ao potencial de reduzir populações de pragas, apresentam importância econômica e ecológica. Esses inimigos naturais estão relacionados aos mais variados habitats, como por exemplo, áreas agrícolas, florestas, jardins e pastagens (Iperti, 1999; González, 2006).

Entre as 6.000 espécies de coccinélidos descritas e existentes nas diversas regiões do mundo, *H. convergens* é originária do Hemisfério Ocidental e amplamente distribuída nas Américas, Europa e Ásia. A espécie se distribuiu nos países sul-americanos oriunda dos Estados Unidos (Vandenberg, 2002; Flint; Dreistadt, 2005; González, 2006; Stowe, Michaud; Kim, 2021).

Hippodamia convergens geralmente é encontrada em variados habitats onde espécies vegetais estejam infestadas por pulgões (UCI/IPM, 2023). Essa joaninha ocorre em culturas de alfafa, algodão, cana-de-açúcar, canola, milho, sorgo, trigo, batata, alface, couve, quiabo, morango, citrus e pêsego (Guerreiro *et al.*, 2005; Figueira *et al.*, 2003; Gravena 2005; Resende *et al.*, 2006; Milléo *et al.*, 2007; Sujii *et al.*, 2007; Santos-Cividanes *et al.*, 2016; Zazychi *et al.*, 2010; Schuber *et al.*, 2012; Jessie *et al.*, 2015; Chura; Bedregal, 2018; Ramos *et al.*, 2020; Puma, 2021; Gasparetto *et al.*, 2022).

Segundo Aristizábal e Arthurs (2014), *H. convergens* é um inimigo natural que se alimenta de pulgões, cochonilhas, tripes e outros insetos de tegumento mole e quando a presa é escassa, néctar e pólen são fontes de alimento. Pesquisas relacionaram *H. convergens* como predadores do pulgão do algodoeiro *Aphis gossypii* Glover, do pulgão do pinheiro *Cinara* spp, dos pulgões da couve *Brevicoryne brassicae* (L.) e *Myzus persicae* (Sulzer), do pulgão da roseira *Myzaphis rosarum* (Kaltenbach), do pulgão amarelo da cana-de-açúcar, *Melanaphis sacchari* (Zehntner), dos pulgões do citrus *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) e *Aphis spiraecola* Patch (Boiça Júnior *et al.*, 2004; Oliveira *et al.*, 2004; Guerreiro *et al.*, 2005; Gravena 2005; Delgado-Ramirez *et al.*, 2019; Cadillo *et al.*, 2022; Sánchez-Antezana *et al.*, 2022).

Hippodamia convergens foi relatada como predador da mosca-branca *Bemisia tabaci* Gennadius biótipo B e *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) por Oliveira *et al.* (2003). Em laboratório, Figueira *et al.* (2003) registraram completo desenvolvimento de *H. convergens* ao se alimentar de ovos e ninfas de *B. tabaci*.

Nos estudos de Milléo *et al.* (2007), *H. convergens*, junto a outras espécies de joaninhas, foi encontrada como predadora nas plantações de couve-manteiga, cenoura, alface-lisa, repolho, salsinha, alface-crespa, pepino e alface-roxa na cidade de Ponta Grossa – PR.

Pesquisas de Kondo *et al.* (2015) e de Santos-Cividanes *et al.* (2016) destacaram *H. convergens* como agentes de controle de uma das principais pragas do citrus, o psílideo *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). Na Flórida, Estados Unidos, produtores têm adquirido comercialmente e liberado adultos de *H. convergens* para o controle do psílideo *D. citri* em pomares de laranja (Aristizábal e Arthurs, 2014).

2.2 Aspectos morfológicos de *Hippodamia convergens*

Os entomologistas vêm destacando a importância da ação de joaninhas em programas de manejo de pragas. É importante ter conhecimento da biologia, do comportamento e das técnicas de criação de um organismo para melhorar seu potencial de predação (Silva *et al.*, 2010). Nesse contexto, para a conservação e manutenção da população de joaninhas, é importante conhecer as características de cada fase de vida: ovo, larva, pupa e adulto (Figura 1), como ressaltado por Santos-Cividanes; Freitas e Suguino (2014).



Figura 1. Fases de desenvolvimento de *Hippodamia convergens*

Fonte: (SANTOS-CIVIDANES, 2021)

Os ovos possuem cerca de um milímetro de comprimento, apresentam coloração amarelo-brilhante e normalmente são depositados em pequenos grupos de 10 a 50 ovos, em locais protegidos de presas. Uma fêmea adulta da joaninha pode depositar entre 150 e 1000 ovos, durante todo o seu período de oviposição, que dura aproximadamente três meses (Hagen, 1962; Hodek, 1973).

As larvas são do tipo campodeiforme, apresentam três pares de pernas torácicas alongadas, coloração escura e máculas amareladas, que ficam mais nítidas nos últimos instares.

Elas medem cerca de um a sete milímetros de comprimento, e são capazes de andar em um raio de aproximadamente 12 metros para buscar suas presas (Hagen, 1962; Hodek, 1973).

Na fase pré-pupa, a larva fica morfológicamente semelhante ao quarto instar, interrompe sua alimentação e se fixa a um suporte pelo seu último segmento abdominal, ficando inicialmente de cabeça para baixo, e, aos poucos, vai se dobrando ventralmente, chegando à fase de pupa, a qual ocorre a metamorfose (Correia, 1986).

Após o estágio de pupa, o adulto emerge, libera a exúvia (cutícula velha) e inicialmente permanece imóvel até adquirir uma coloração normal. No primeiro momento, seus élitros apresentam coloração mais clara e, por meio do processo de esclerotização, adquirem coloração vermelha brilhante. Cada élitro possui seis manchas pretas distribuídas separadamente e o pronoto apresenta manchas claras dispostas diagonalmente, daí o nome característico dessa espécie (Figura 2). O segundo par de asas é do tipo membranosa, as antenas possuem coloração preta e são do tipo clavada, o aparelho bucal é do tipo mastigador e as pernas também apresentam coloração preta. O tamanho do corpo é variável, de 4,2 a 7,3 mm (Hagen, 1962; Hodek, 1973; González, 2006; Santos-Cividanes, 2021).



Figura 2. Adulto de *Hippodamia convergens*

Fonte: https://www.coccinellidae.cl/paginasWebChile/Paginas/Hippodamia_convergens_Chi.php

2.3 Aspectos biológicos de *Hippodamia convergens*

De acordo com Figueira *et al.* (2003), *H. convergens*, sob temperatura de 25°C, consegue se desenvolver completamente em laboratório quando se alimenta de ninfas e ovos de *B. tabaci*. Os estudos foram realizados em Jaboticabal-SP. Segundo os autores, a fase do primeiro instar teve duração, em média, de 3,0 dias. O segundo, terceiro e quarto instares, tiveram duração de 2,3; 4,3 e 6,6 dias, respectivamente, resultando em 16,2 dias de fase larval. A pupa teve duração de 4,2 dias e a fase larva a adulto foi de 21,6 dias.

Boiça-Júnior *et al.* (2004) observaram o desenvolvimento larval e a capacidade predatória de *H. convergens* sob dieta do pulgão *A. gossypii* em cultivares de algodoeiro em casa-de-vegetação em Jaboticabal-SP. A fase larval teve duração mínima de 10,8 dias e máxima de 13,0 dias. A fase de pré-pupa variou entre 1,2 a 1,8 dias; enquanto que a fase de pupa foi de 5,0 a 6,8 dias e o ciclo biológico de 18,8 a 20,0 dias. Conquanto as cultivares apresentarem diferentes densidades de tricomas, não foram observadas diferenças no período de desenvolvimento das joaninhas. O peso das larvas e adultos de *H. convergens* também não sofreram alteração.

Nos estudos de Oliveira *et al.* (2004) foi relatado que ninfas de *Cinara atlantica* (Wilson) são adequadas como alimento para *H. convergens*, proporcionando adequado desenvolvimento e reprodução e contribuindo com a redução da população de *C. atlantica* em plantações comerciais de *Pinus* spp. A média de duração da fase embrionária foi de 3,9 dias, a fase larval teve duração de 10,8 dias, a pupa se desenvolveu em 6,6 dias e a fase adulta apresentou longevidade de 115,2 dias. A viabilidade dos ovos foi de 83,49%. O estudo foi realizado em laboratório sob condições de temperatura de $23 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h.

De outro modo, Gómez e Goyes (2015), certificaram que o ciclo de vida desde a fase de ovo até a emergência do adulto de *H. convergens* alimentada com *Macrosiphum* sp. em condições de laboratório teve duração de 66,2 dias. A fase do ovo teve duração de 9,47 dias e a fase larval de 32,78 dias, aproximadamente. O estudo foi feito na Colômbia, sob condições laboratoriais, o trabalho não relatou as temperaturas estudadas.

Cadillo, Apfata e Porras (2022) observaram o desenvolvimento de *H. convergens* sob alimentação com três espécies de pulgões: *B. brassicae*, *M. rosarum* e *M. persicae*. A duração da fase larval, da pupa e do ciclo biológico, para a dieta com *B. brassicae* foi de 3,4; 11,6 e 52,7 dias respectivamente. Para a dieta com *M. rosarum*, a fase larval resultou em 22,8 dias, a fase de pupa em 8,4 dias e o ciclo biológico em 38,5 dias. Já com a dieta de *M. persicae*, essa espécie

de coccinelídeo obteve 22,5 dias para a fase larval, 7,4 dias para a fase de pupa e 36,9 dias para seu ciclo biológico. O estudo foi feito em condições ambientais do Peru, com temperatura média anual de 13°C.

Por outro lado, nos estudos de Sánchez-Antezana *et al.* (2022), dentre as temperaturas de 22,8; 25,2 e 27,4°C a de 25,2°C foi a mais favorável para o desenvolvimento de *H. convergens*. Sob 25,2°C e alimentada com o pulgão *A. spiraecola* a fase de ovo dessa espécie de joaninha foi de 2 dias, a fase larval de 9,0 dias e a de pupa de 2,15 dias com longevidade de 44,8 dias. Durante o período de oviposição de 27 dias, *H. convergens* apresentou capacidade de oviposição média de 485,4 ovos.

Naranjo-Acosta *et al.* (2022), estudaram o desenvolvimento de *H. convergens* alimentada com o pulgão *Rophalosipum maidis* (Fitch) e *Uroleucon nigrotibium* Mordvilko sob 25 °C ± 0,5 e fotofase de 12h. Os autores relataram que o tempo de desenvolvimento de ovo-adulto do coccinelídeo foi maior em dieta de *U. nigrotibium* (24,6 dias), do que em dieta de *R. maidis* (21,4 dias). No período de 40 dias, a capacidade de oviposição de *H. convergens* foi de 55,5 e 22,5 ovos quando criada, respectivamente, com *U. nigrotibium* e *R. maidis*.

Na criação de *H. convergens* em laboratório a 25°C e alimentada com o pulgão *S. graminum*, Santos-Cividanes *et al.* (2022) relataram que o período de maior oviposição ocorreu entre o 18° e o 60° dia, com fecundidade de 484,5 ovos por fêmea.

2.4 Influência da temperatura sobre *Hippodamia convergens*

A temperatura é um dos mais importantes fatores que afetam todos os organismos da Terra. Esta variável climática é bem conhecida por regular a densidade populacional de insetos (Huffaker *et al.*, 1999; Knapp, 2014). Estudos demonstraram que a temperatura afeta o desenvolvimento, sobrevivência, massa, tamanho corporal, longevidade e fecundidade de coccinelídeos, bem como a capacidade de predação desses inimigos naturais (Omkar; Pervez, 2004; Knapp; Nedvěd, 2013; Auad *et al.*, 2014; Singh *et al.*, 2014; Khan *et al.*, 2016; Chura; Bedregal, 2018; Lee *et al.*, 2018; Yu *et al.*, 2023).

Devido à ampla distribuição, *H. convergens* constitui um organismo-modelo adequado para determinações de diferenças geográficas em função de sua resposta de desenvolvimento à temperatura (Miller, 1992). As exigências térmicas para o desenvolvimento e sobrevivência de *H. convergens* oriunda de uma população norte-americana submetida às temperaturas de 15,6; 18,3; 21,1; 24,0; 26,7 e 29,4°C e alimentada com o pulgão *Acyrtosiphon pisum* (Harris) foi avaliada por Obrycki e Tauber (1982). Esses autores verificaram que 29°C foi a temperatura ótima para o desenvolvimento e alta sobrevivência dessa espécie.

Pesquisa de Miller (1992) avaliou o desenvolvimento de *H. convergens* alimentada com o pulgão russo do trigo *Diuraphis noxia* (Mordvilko). As duas populações oriundas de Óregon e do Texas não apresentaram diferenças nas taxas de desenvolvimento e sobrevivência larval. O requerimento térmico para o desenvolvimento de ovo até adulto foi de 228 graus dias acima do limiar de desenvolvimento de 12,5°C.

Por sua vez, Rodriguez-Saona e Miller (1999) avaliaram o desenvolvimento pré-imaginal de *H. convergens* quando alimentada com o pulgão *A. pisum* e mantida à 18, 22, 26 e 30°C. As larvas completaram desenvolvimento em período de 51 e 14 dias, respectivamente, à 18 e 30°C e a sobrevivência aumentou com o incremento da temperatura.

No Brasil, Cardoso e Lazzari (2003) estudaram a biologia de *H. convergens* alimentada com o pulgão do *Pinus*, *Cinara* spp. e relataram que a joaninha apresentou, respectivamente, 70, 15 e 5% de mortalidade quando criada sob temperatura de 15, 20 e 25°C. Nessa última temperatura, a joaninha apresentou rápido desenvolvimento larval. Segundo os autores, *H. convergens* tem potencial para o controle do pulgão do *Pinus* no estado do Paraná e em regiões quentes do país.

Já os autores Katsarou *et al.* (2005) avaliaram o desenvolvimento de *H. convergens* alimentada com o pulgão *M. persicae* sob temperatura de 14, 17, 20 e 23°C na Grécia. A viabilidade dos ovos e a mortalidade de larvas e pupas foi mais alta a 14°C, atingindo respectivamente 85,0; 73,8 e 29,4%. A fase de ovo a emergência do adulto durou 57,2 dias à 14°C; 36,2 dias à 17°C; 27,3 dias à 20°C e 16,9 dias à 23°C.

Carvalho (2007) determinou a influência das temperaturas de 19, 22, 25, 28 e 31°C sobre *H. convergens* alimentada com ovos de *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). A duração da fase larval foi mais rápida em resposta ao aumento da temperatura; houve decréscimo de 60% na duração dessa fase com a elevação da temperatura de 19°C para 21°C. De acordo com o autor, *H. convergens* apresenta capacidade para suportar condições térmicas elevadas.

Por fim, no distrito de Characato, Arequipa, no Peru, Chura e Bedregal (2018) observaram maior incidência de *H. convergens* em campos de alfafa entre agosto e novembro de 2014, período em que a temperatura atingiu os maiores valores (média de 29,7°C).

2.5 Exigências térmicas

O termo “exigências térmicas” é utilizado para determinar a influência da temperatura sobre o desenvolvimento de uma determinada espécie de inseto, permitindo prever seu crescimento populacional por meio da soma de temperaturas maiores que a temperatura mínima

de desenvolvimento (Wilson e Barnett, 1983). Segundo os autores, os parâmetros relacionados à influência da temperatura no desenvolvimento de insetos são: limite térmico inferior de desenvolvimento (T_b) ou temperatura base inferior, que consiste na temperatura em que o desenvolvimento do inseto é interrompido. Outro parâmetro denomina-se limite térmico superior de desenvolvimento (T_s) ou temperatura base superior, que consiste na temperatura em que a velocidade de desenvolvimento começa a reduzir. A constante térmica (K) representa a quantidade de temperatura acumulada, a partir do limite térmico inferior, para que o inseto desenvolva as diferentes fases do ciclo biológico.

Obrycki e Tauber (1981) estudaram as exigências térmicas dos coccinelídeos *Adalia bipunctata* (L.), *Coccinella transversoguttata* (Brown) e *Coccinella septempunctata* (L.) sob temperaturas de 15,6 a 32,2°C e alimentados com os pulgões *A. pisum* e *M. persicae*. Foi necessário um total de 263 graus dia para *A. bipunctata* completar seu ciclo biológico, com limite térmico inferior de desenvolvimento de 9°C. Em comparação, *C. transversoguttata* necessitou acumular 218 graus dia e limite térmico inferior de desenvolvimento de 12,2°C, enquanto *C. septempunctata* apresentou limite térmico inferior de desenvolvimento de 12,1°C e constante térmica de 197 graus dia.

De acordo com Miller (1992), foram necessários 228 graus dia e limite térmico inferior de 12,5°C para o coccinelídeo *H. convergens* completar seu desenvolvimento. Esses resultados foram oriundos da criação da espécie nas temperaturas 13, 17, 21, 25, 29 e 33°C, usando como alimento o pulgão *D. noxia*. Rodriguez-Saona & Miller (1999) avaliaram os efeitos das temperaturas 18, 22, 26 e 30°C no desenvolvimento de *H. convergens*, alimentada com o pulgão *A. pisum*. Neste caso, 231 graus dia resultou como constante térmica e 13,6°C foi o limite térmico inferior de desenvolvimento da joaninha.

As exigências térmicas da joaninha *Scymnus subvillosus* Goeze sob 15, 20, 25, 30 e 35°C e dieta a base do pulgão *A. gossypii* foram estudadas por Satar e Uygun (2012). A constante térmica da fase de ovo até adulto diminuiu consideravelmente, variando de 14,2 graus dias a 30°C à 31 graus dias a 20°C. Deste modo, 286 graus dia foi necessário para o completo desenvolvimento de *S. subvillosus*, com limite térmico inferior de 10,26°C.

Papanikolaou *et al.* (2013) estudaram em laboratório os efeitos das temperaturas constantes 17, 20, 25, 30, 32,5 e 35°C sobre o desenvolvimento, longevidade e fecundidade do coccinelídeo *Propylea quatuordecimpunctata* (L.) Os resultados indicaram 218 graus dia como constante térmica e limite térmico inferior de desenvolvimento de 10,2°C para a espécie atingir completo desenvolvimento.

Os autores Ramos *et al.* (2014) relataram 243,9 graus dia como constante térmica e temperatura 12,4°C para limite térmico inferior de desenvolvimento de *Harmonia axyridis* Pallas. Os estudos foram realizados em condições laboratoriais nas temperaturas 18, 21, 24, 27 e 30°C, com fotofase de 12h e umidade relativa de 70%. As joaninhas foram alimentadas com ovos de *A. kuehniella*.

O crescimento, reprodução e exigências térmicas de *Coleomegilla maculata* (De Geer) sob 18, 21, 24, 27, 30, 33, e 36°C foram avaliados por Morales-Ramos e Rojas (2017). O limite térmico inferior de desenvolvimento obtido foi de 13,1°C e a constante térmica atingiu 217,13 graus dia.

Jalali *et al.* (2018) estudaram o desenvolvimento e exigências térmicas da joaninha *Oenopia conglobata* (L.) sob as temperaturas 22,5; 25; 27,5; 30; 32,5 e 35°C. Os autores relacionaram que o limite térmico inferior de desenvolvimento e a constante térmica foram, respectivamente, 8,84°C e 263,15 graus dia.

Por fim, Ferreira *et al.* 2020 avaliaram o desenvolvimento da joaninha *Tenuisvalvae notata* Mulsant alimentada com duas dietas, as cochonilhas *Ferrisia dasyrillii* Cockerell e *Planococcus citri* Risso, em condições laboratoriais sob o gradiente de temperatura de 18 a 38°C. Os autores destacaram que o limite térmico inferior de desenvolvimento e a constante térmica não apresentaram diferença significativa na variação entre as presas. Utilizando a dieta a base de *F. dasyrillii*, a joaninha apresentou 520,8 graus dia como constante térmica e limite térmico inferior de 11,8°C. Para a presa *P. citri*, a joaninha necessitou de um acúmulo de 529,94 graus dia e limite térmico inferior de 12,1°C para completar seu desenvolvimento.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Criação de *Hippodamia convergens*

Os exemplares da joaninha *H. convergens* foram oriundos da criação existente no Laboratório de Entomologia e Controle Biológico (LECB) do Instituto Biológico em Ribeirão Preto, SP. Foram mantidos cinco casais por gaiola cilíndrica de PVC de 10 cm de altura × 10 cm de diâmetro. A extremidade inferior de cada gaiola foi vedada por tecido *voile* e fixada por meio de fita crepe; a extremidade superior foi vedada pelo mesmo tipo de tecido e presa por liga de borracha. Internamente, a gaiola foi revestida com papel sulfite para a oviposição. Para os adultos, foi oferecido *ad libitum* como presa ovos de *E. kuehniella* adquiridos comercialmente da PROMIP e dieta a base de lêvedo de cerveja e mel na proporção 1:1 pincelada na parede interna e superior da gaiola. A água foi fornecida por meio de algodão acondicionado em frasco de 10 mL.

Diariamente, o revestimento interno das gaiolas foi substituído e as posturas obtidas foram mantidas em placas de Petri de 12 cm de diâmetro. As larvas foram transferidas 24 horas após a eclosão para potes de plástico de 10 cm de altura × 10 cm de diâmetro e alimentadas até a pupação com a mesma espécie de presa oferecida aos adultos.

3.2 Aspectos biológicos de *Hippodamia convergens*

Foram efetuados os estudos sobre os aspectos biológicos de *H. convergens* sob temperaturas de 18, 21, 24, 27 e 30°C. Para avaliar o desenvolvimento de *H. convergens*, utilizaram-se 100 ovos para cada tratamento (constituído por cada temperatura). Os ovos foram individualizados em tubos de vidro de 8,0 cm de altura por 2,5 cm de diâmetro vedados com um pedaço de papel filme com pequenos furos para passagem de oxigênio, foram manuseados por meio de pincel fino com pelo de camelo (número zero) umedecido com água. As larvas provenientes desses ovos foram alimentadas *ad libitum* com ovos de *E. kuehniella* e mantidos em câmaras climatizadas reguladas nas temperaturas constantes de 18; 21; 24; 27 e 30°C ± 1,0°C, com 12 horas de fotofase e 70 ± 5% de umidade relativa. Após 24 horas de cada mudança de instar e/ou emergência do adulto, os insetos foram pesados em balança digital de precisão. As observações foram realizadas diariamente, avaliando-se:

- a) Fase de ovo: duração e percentual de eclosão de larvas;
- b) Fase larval: duração, sobrevivência durante cada instar; peso de larvas 24 horas após cada mudança de instar, duração e sobrevivência durante a fase larval;

- c) Fase de pupa: duração e viabilidade;
- d) Ciclo biológico (ovo-adulto): duração, viabilidade e peso de adultos 24 horas após emergência.

Foram avaliados os aspectos biológicos dos adultos de *H. convergens*, 24 horas após a emergência, originados de larvas submetidas a cada uma das temperaturas estudadas. Cada repetição constou de um casal de adultos, mantido em copos de acrílico transparente de 10,0 cm de altura por 8,0 cm de diâmetro e alimentado diariamente *ad libitum* com ovos de *E. kuehniella*. O número de casais (repetições) variou em função da quantidade de adultos originados de cada tratamento. Os parâmetros capacidade diária e total de oviposição foram determinados durante o período de 30 dias.

Destaca-se que a 18°C, ocorreu alta mortalidade na fase imatura de *H. convergens*, originando apenas quatro adultos, número insuficiente de repetições para efetuar análise estatística. Assim na determinação dos parâmetros relacionados à fase adulta dessa espécie foram considerados somente aqueles indivíduos submetidos às temperaturas de 21, 24, 27 e 30°C.

3.3 Análise estatística

O experimento foi inteiramente casualizado representado pelas temperaturas de 18, 21; 24; 27 e 30°C. Os dados relacionados à sobrevivência foram transformados em $\arcsin(P/100)^{1/2}$ para a distribuição normal desses valores. Os dados obtidos passaram pela análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,01$). Para análise dos dados, utilizou-se o programa Agroestat (Barbosa; Maldonado Junior, 2015)

3.4 Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de *Hippodamia convergens* em Ribeirão Preto, SP

Os dados utilizados na determinação das exigências térmicas foram oriundos dos experimentos relacionados às avaliações sobre os aspectos biológicos das fases imaturas de *H. convergens* obtidos para cada temperatura.

Os cálculos das exigências térmicas do coccinelídeo foram determinados pelo método da Hipérbole, avaliando-se o limite térmico inferior do desenvolvimento (T_b) e a constante térmica (K) por meio de regressão linear entre as velocidades do desenvolvimento e as correspondentes temperaturas constantes estudadas (Haddad *et al.*, 1984).

A estimativa do número de gerações de *H. convergens* foi avaliada em função da constante térmica (K), do valor do limite térmico inferior de desenvolvimento (Tb) do ciclo biológico determinados no presente trabalho e do total de graus dia disponibilizados para a joaninha no período de um ano. Para a determinação do total de graus dia, utilizou-se as médias mensais de temperaturas máximas e mínimas das Normais Climatológicas da região de Ribeirão Preto, SP junto ao site Climatempo: (<https://www.climatempo.com.br/climatologia/530/ribeiraopreto-sp>).

Com os dados citados acima, estimou-se o número de gerações de *H. convergens* de acordo com Silveira Neto (1976). Essa metodologia indica considerar duas condições para a determinação do número de graus dia (GD):

a) quando o limite térmico inferior de desenvolvimento (Tb) for menor que a temperatura mínima, aplica-se a fórmula:

$$GD = (T_{min} - T_b) + (T_{max} - T_{min})/2$$

b) quando o limite térmico inferior de desenvolvimento (Tb) for maior ou igual à temperatura mínima e menor que a temperatura máxima, emprega-se a fórmula:

$$GD = (T_{max} - T_b)^2 / 2(T_{max} - T_{min})$$

Como Tb foi menor que as temperaturas máxima e mínima mensais registradas em Ribeirão Preto, para o cálculo do número de graus dia empregou-se a fórmula $GD = (T_{min} - T_b) + (T_{max} - T_{min})/2$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aspectos biológicos de *Hippodamia convergens*

4.1.1 Sobrevivência

Hippodamia convergens completou desenvolvimento (ovo a adulto) sob temperaturas de 18 a 30°C. Destaca-se que somente 34% dos ovos mantidos a 18°C resultaram em eclosão das larvas (Tabela 1). Da mesma forma, Rodriguez-Saona e Miller (1999) relataram alta mortalidade (46,4%) para larvas de quarto instar e pupas de *H. convergens* sob temperatura de 18°C, alimentadas com o pulgão da ervilha *A. pisum*. No presente trabalho, a viabilidade dos ovos a 18°C foi tão reduzida quanto a 21°C, atingindo valores elevados a 24°C e principalmente 27°C. Dos 100 ovos de *H. convergens* mantidos em 24 e 27°C, respectivamente, 62% e 70% deles deram origem a larvas; a 30°C o mesmo ocorreu em 50% dos ovos (Tabela 1).

Considerando-se o percentual de indivíduos de *H. convergens* que atingiram a fase de larva observou-se que a temperatura de 18°C proporcionou a mais baixa sobrevivência: das 34 larvas eclodidas, apenas quatro completaram o estágio larval (Tabela 1). Sob 21°C, aproximadamente 57% das larvas eclodiram, valor significativamente menor que a taxa de sobrevivência de larvas mantidas a 24°C (83,1%) e 30°C (82,0%) (Tabela 1). A fase de pupa não sofreu influência da variação térmica (Tabela 1).

Ao se considerar o período entre a fase de ovo e a emergência de adultos, observou-se que as temperaturas de 18 e 21°C foram desfavoráveis ao desenvolvimento de *H. convergens*, pois apenas 4 e 20,0% indivíduos sobreviveram (Tabela 1). Nas temperaturas mais elevadas de 24, 27 e 30°C, a sobrevivência mínima foi de 41,0% e a máxima 51,0%.

Tabela 1. Viabilidade da fase de ovo e sobrevivência (%) durante as fases imaturas de *Hippodamia convergens* sob temperaturas constantes⁽¹⁾

Temperatura (°C)	Ovo	Larva	Pupa	Ovo a adulto
18	34,0±8,72b (34/100) ⁽²⁾	11,6±4,08c (4/34)	100,0 (4/4)	4,0±3,30c (4/100)
21	33,0±8,44b (33/100)	57,4±7,81b (20/33)	100,0 (20/20)	20±6,93bc (20/100)
24	62,0±10,51ab (62/100)	83,1±4,11a (51/62)	100,0 (51/51)	51,0±5,78a (51/100)
27	70,0±8,03a (70/100)	70,6±5,61ab (49/70)	100,0 (49/49)	49,0±5,15a (49/100)
30	50,0±4,22ab (50/100)	82,0±4,42a (41/50)	100,0 (41/41)	41,0±5,04ab (41/100)
F	4,00	29,79	-	11,05
P	0,0073	0,0001	-	0,0001
CV (%)	52,37	33,12	-	51,79

⁽¹⁾Médias (±erro padrão) seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey. Para análise, os dados relacionados à sobrevivência foram transformados em $\text{arc sen} \sqrt{x/100}$. Dados originais são apresentados. ⁽²⁾Valores em parêntesis indicam o número de indivíduos que sobreviveram/número total de indivíduos avaliados.

Obrycki e Tauber (1982) ao estudarem o desenvolvimento de *H. convergens* alimentada com o pulgão *A. pisum* sob temperaturas de 15,6; 18,3; 21,1; 24,0; 26,7 e 29,4°C relataram que a mortalidade de *H. convergens* foi reduzida pelo incremento térmico. O percentual de mortalidade durante o período da eclosão das larvas até a emergência dos adultos dessa espécie de joaninha criada com o pulgão *D. noxia* foi de 100, 83, 15, 18, 10 e 5% nas temperaturas de 13, 17, 21, 25, 29 e 33°C (Miller, 1992). Para *H. convergens* alimentada com ovos de *E. kuehniella* à 19, 22, 25, 28 e 31°C, Carvalho (2007) relatou que a sobrevivência da fase larval da joaninha foi elevada (97%) sob 25°C, reduzindo-se à medida que a temperatura decresceu de 22 para 19°C e se elevou de 28 para 31°C.

4.1.2 Desenvolvimento

O fator temperatura afetou significativamente o desenvolvimento de *H. convergens* (Tabela 2). A duração da fase de ovo desse coccinélídeo diminuiu significativamente com o incremento térmico (Tabela 2). A fase de ovo atingiu o período máximo de 8,2 dias a 18°C, decrescendo para 2,5 dias quando os ovos foram mantidos a 30°C. Obrycki e Tauber (1982) constataram efeito similar do incremento térmico ao estudarem o desenvolvimento de *H. convergens* alimentada com o pulgão *A. pisum* sob temperaturas de 15,6; 18,3; 21,1; 24,0; 26,7 e 29,4°C. Os autores relataram que a fase de ovo dessa joaninha durou 8,3 dias a 15,6°C e 2,3 dias a 29,4°C. Miller (1992) indicou redução na fase de ovo de 7,0 dias a 17°C para 2,2 dias a 33°C para essa espécie de coccinélídeo criada com o pulgão *D. noxia*. Para *H. convergens*

alimentada com *M. persicae*, Katsarou *et al.* (2005) registraram para esse estágio duração de 8,1 dias a 14°C com diminuição para 3,4 dias a 23°C. Carvalho (2007) relatou decréscimo na duração da fase de ovo de 4,0 dias para 3,1 e 2,0 dias, quando *H. convergens* foi mantida, respectivamente, a 19, 25 e 31°C e alimentada com ovos de *A. kuehniella*.

No presente trabalho, a duração do primeiro e terceiro instar de *H. convergens* foi reduzindo sob condições de 18 a 24°C. A duração do segundo e quarto instar e fase pupal diminuiu no intervalo de temperatura de 18 a 27°C, ocorrendo estabilidade na duração desses estágios a 27 e 30°C, com exceção do primeiro instar cuja duração foi semelhante a observada a 24 e 30°C (Tabela 2).

A duração da fase larval de *H. convergens* apresentou redução de 36,7 dias para 10,1 dias com o incremento térmico de 18 para 27°C, respectivamente. Larvas de *H. convergens* mantidas sob temperatura de 27°C apresentaram a melhor taxa de desenvolvimento e consequentemente período reduzido de desenvolvimento (Tabela 2). Quando a temperatura aumentou de 27 para 30°C, a duração desse estágio teve aumento de 10,1 dias para 11,7 dias.

A duração do ciclo de desenvolvimento de ovo até a emergência do adulto do coccinelídeo foi decrescendo de 18 até 27°C, atingindo, respectivamente, 55,8 e 16,1 dias. Ressalta-se que sob 30°C esse período foi estatisticamente semelhante à duração média do ciclo dos indivíduos mantidos a 27°C (Tabela 2).

A temperatura é um fator fundamental para o desenvolvimento e sobrevivência de insetos inclusive *H. convergens* (Haddad & Parra, 1984; Nedvěd & Honěk, 2012). A fase de ovo de *H. convergens* foi desfavorecida pelas temperaturas de 18 e 21°C resultando em reduzido percentual de eclosão de larvas. Com base no desenvolvimento larval e considerando-se o ciclo biológico de ovo a adulto de *H. convergens*, 24 e 27°C foram as temperaturas que proporcionaram as maiores taxas de desenvolvimento e sobrevivência.

Tabela 2. Duração (dias) das fases imaturas de *Hippodamia convergens* sob temperaturas constantes⁽¹⁾

Temperatura (°C)	Ovo	1º instar	2º instar	3º instar	4º instar	Larva	Pupa	Ovo a adulto
18	8,2±0,15a (100)	10,0±0,86a (34)	5,0±0,45a (6)	7,0±0,58a (5)	14,2±0,48a (4)	36,7±2,05a (4)	11,0±0,71a (4)	55,8±0,84a (4)
21	4,0±0,03b (100)	4,5±0,28b (33)	3,7±0,25b (28)	3,7±0,36b (24)	6,1±0,20b (24)	17,5±0,57b (24)	5,3±0,16b (20)	26,4±0,53b (20)
24	3,4±0,10c (100)	3,2±0,11cd (62)	3,5±0,17b (56)	2,6±0,16c (52)	5,5±0,23b (51)	14,8±0,34c (51)	5,0±0,15b (51)	23,0±0,39c (51)
27	3,0±0,03d (100)	2,6±0,12d (70)	1,8±0,08c (52)	2,2±0,11c (50)	3,5±0,15c (50)	10,1±0,22d (50)	3,4±0,13c (49)	16,1±0,19d (49)
30	2,5±0,09e (100)	3,5±0,24c (50)	2,0±0,11c (44)	2,1±0,13c (43)	3,9±0,22c (42)	11,7±0,20e (41)	3,4±0,11c (41)	17,6±0,22d (41)
F	630,32	58,64	34,54	27,01	115,56	209,16	126,45	1059,18
CV (%)	12,3	29,9	28,7	35,2	18,5	12,2	14,8	9,2

⁽¹⁾Médias (±erro padrão) seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. ⁽²⁾n = número de indivíduos avaliados.

4.1.3 Peso corporal e fecundidade

Durante o desenvolvimento de *H. convergens*, a temperatura influenciou significativamente o peso corporal das larvas do coccinelídeo (Figura 3). Verificou-se que as quatro larvas de primeiro instar de *H. convergens* mantidas a 18°C, apresentaram maior peso médio (2,8 mg) que aquelas submetidas às temperaturas de 21 e 24°C, respectivamente, 1,1 e 1,2 mg. Contudo, não diferindo do peso das larvas sob 27 e 30°C (Figura 3). Durante o terceiro instar e sob 27 e 30°C, *H. convergens* apresentou peso médio maior, respectivamente, 4,5 e 4,1 mg, do que larvas submetidas às temperaturas de 18 e 21°C, não diferindo, no entanto, do peso das larvas criadas sob 24°C.

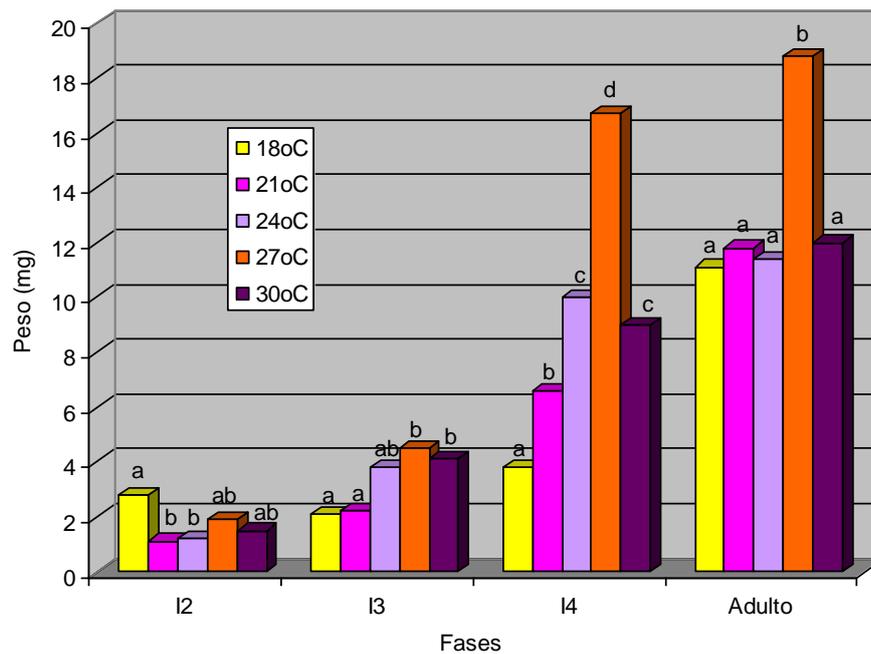


Figura 3. Peso (mg) de larvas de segundo (I2), terceiro (I3), quarto instar (I4) e de adultos de *Hippodamia convergens* sob temperaturas constantes.

Para larvas de quarto instar e adultos de *H. convergens*, o peso corporal aumentou com o incremento térmico, atingindo o peso mais elevado na temperatura ótima (27°C), decrescendo com o aumento dessa variável para 30°C (Figura 3). Durante o quarto instar, larvas da joaninha que foram mantidas a 27°C apresentaram peso médio de 16,7 mg, destacando-se das larvas submetidas às demais temperaturas, o mesmo efeito ocorrendo com os adultos (Figura 3). Estudos de Rodriguez-Saona e Miller (1999) relataram que *H. convergens*, criada com o pulgão *A. pisum* nas temperaturas 18, 22, 26 e 30°C, apresentaram pupas e adultos com maior massa corporal quando criada à 22°C. Katsarou *et al.* (2005) mostraram que as temperaturas baixas de 17 e 20°C foram favoráveis em relação ao peso corporal *H. convergens*, alimentada com *M. persicae*.

Durante os 30 dias de observação da fase adulta de *H. convergens*, verificou-se que a temperatura influenciou a fecundidade desse coccinélido (Figura 4). O número médio de ovos ovipositados por fêmea foi maior quando mantidas sob 27°C, em comparação à fecundidade de fêmeas sob 21, 24 e 30°C, que foram equivalentes nessas três temperaturas. A 27°C, *H. convergens* durante 30 dias atingiu o total de 397,8 ovos, com oviposição diária de 13,3 ovos. A 21°C, *H. convergens* ovipositou em média o total de 32,1 ovos e 1,5 ovos por dia. Esse último resultado é numericamente inferior ao de Rodriguez-Saona e Miller (1995) que reportaram

fecundidade de 362,8 ovos e taxa de oviposição diária de 12,1 ovos para *H. convergens* com 55 dias de longevidade e alimentada com o pulgão *A. pisum* a 21°C.

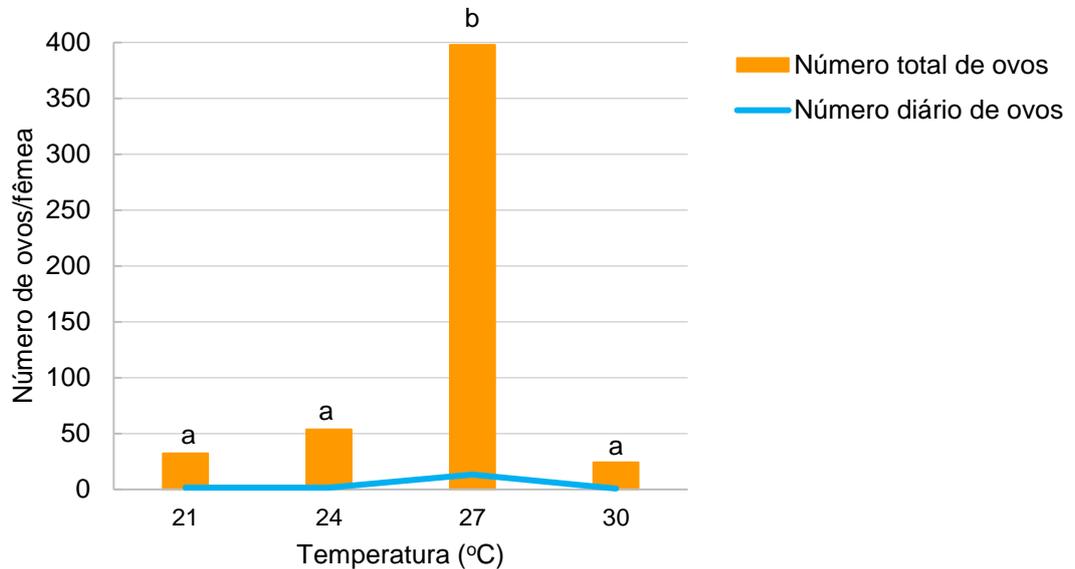


Figura 4. Fecundidade média de *Hippodamia convergens* durante o período de 30 dias sob temperaturas constantes.

Essas diferenças entre os resultados, possivelmente se deve a espécie de presa e as populações de *H. convergens* de regiões de climas diferenciados utilizadas nas pesquisas citadas anteriormente. Essa afirmação encontra respaldo em Obrycki e Tauber (1982) que observaram diferenças nos aspectos biológicos de populações de *H. convergens* originadas em diferentes regiões nos Estados Unidos. De acordo com os autores, essas diferenças se devem à variação geográfica e adaptações térmicas das espécies entomófagas.

No presente trabalho, verificou-se a 24°C o total de 53,5 ovos e oviposição diária média de 1,7 ovos para *H. convergens* (Figura 4). Santos-Cividanes *et al.* (2022), estudando *H. convergens* sob 25 °C e alimentada com o pulgão *S. graminum*, relataram que durante o período de 183 dias a espécie apresentou total de oviposição de 484,5 ovos em média por fêmea, com capacidade diária de postura de 8,7 ovos. Nedved e Honek (2012) ressaltaram que a capacidade numérica de oviposição é variável em função da espécie e tamanho do corpo do coccinelídeo, além da temperatura, qualidade e quantidade de presa consumida durante o desenvolvimento do ciclo biológico (ovo a adulto) e período reprodutivo do indivíduo.

Os resultados obtidos neste estudo sobre a duração de desenvolvimento, sobrevivência, massa corporal e fecundidade de *H. convergens* indicam que essa espécie é favorecida por condições térmicas de 24 e 27°C.

4.2 Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de *Hippodamia convergens* em Ribeirão Preto, SP

No presente estudo, o valor da constante térmica (K) e do limite térmico inferior de desenvolvimento (Tb) para o ciclo biológico (ovo - adulto) de *H. convergens* foram 224 graus dia e 13,6°C, respectivamente (Tabela 3). *Hippodamia convergens* durante as fases de ovo, larva e pupa, exigiu 46,9; 133,0 e 48,3 graus dia para completo desenvolvimento, respectivamente. O limite térmico inferior ou temperatura base (Tb) determinado para o desenvolvimento *H. convergens* atingiu o valor mínimo de 10,9°C na fase de ovo e máximo (14,6°C) no quarto instar larval.

Tabela 3. Limite térmico inferior de desenvolvimento (Tb), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R²) das fases de desenvolvimento e ciclo biológico (ovo a adulto) de *Hippodamia convergens* obtidos a 18, 21, 24, 27 e 30°C.

Fases	Tb (°C)	K (GD)	Equação	R ²
Ovo	10,9	46,9	$Y = -0,231664 + 0,021314X$	0,944
Primeiro instar	14,4	31,8	$Y = -0,453258 + 0,031471X$	0,986
Segundo instar	13,3	27,9	$Y = -0,476942 + 0,0358845X$	0,797
Terceiro instar	11,8	35,3	$Y = -0,335057 + 0,028365X$	0,938
Quarto instar	14,6	45,2	$Y = -0,322346 + 0,022125X$	0,943
Larva	14,2	133,0	$Y = -0,106541 + 0,007524X$	0,970
Pupa	13,2	48,3	$Y = -0,272285 + 0,020698X$	0,931
Ciclo Biológico	13,6	224,0	$Y = -0,060728 + 0,004465X$	0,964

GD = graus dia

Os resultados do presente trabalho corroboram as determinações de Miller (1992) e de Rodriguez-Saona e Miller (1999). O primeiro autor, ao estudar o desenvolvimento de *H. convergens* oriunda de quatro distintas regiões dos Estados Unidos, criada sob 13, 17, 21, 25, 29 e 33°C e tendo o pulgão *D. noxia* como alimento, relatou requerimento de calor para o desenvolvimento de ovo a adulto de 228 graus dia e limite térmico inferior de 12,5°C. Rodriguez-Saona e Miller (1999) avaliaram o desenvolvimento de *H. convergens* sob temperaturas de 18, 22, 26 e 30°C, alimentada com o pulgão *A. pisum*. As temperaturas bases registradas para os estágios de ovo, larva e pupa foram 9,9, 13,7 e 14,5°C, respectivamente, com constantes térmicas para o desenvolvimento desses respectivos estágios de 58,8; 166,7 e 52,6 graus dia. Para atingir o desenvolvimento de ovo a adulto, *H. convergens* necessitou de

231 graus dia, com limite térmico inferior de 13,6°C. Na presente pesquisa, o valor de $T_b = 13,6^\circ\text{C}$ obtido para *H. convergens* completar o ciclo biológico foi próximo ($T_b = 13,3^\circ\text{C}$) do observado por Morales-Ramos e Rojas (2017) para a joaninha *Coleomegilla maculata*, criada sob as temperaturas 18, 21, 24, 24, 27, 30 e 33°C e alimentada com uma combinação de fontes alimentares (Entofood) e grãos de pólen.

Nas condições térmicas de Ribeirão Preto, *H. convergens* tem potencial para desenvolver 15,4 gerações por ano. Esse valor é superior ao observado por Rodriguez-Saona e Miller (1995) ao registrarem para *H. convergens* número de 3,9 e 5,3 gerações por ano em duas regiões do estado de Oregon, Estados Unidos. Essa diferença provavelmente se deve às condições climáticas, isto é, no Brasil o clima é tropical, enquanto naquele país o clima é temperado com o inverno caracterizado por temperaturas frias extremas, o que ocasiona diapausa em *H. convergens* (Nedvěd e Honěk, 2012) reduz a taxa de desenvolvimento e reprodução nessa estação do ano, diminuindo o número de gerações dessa espécie de coccinelídeo.

No presente trabalho, *H. convergens* se desenvolveu sob temperaturas de 21, 24, 27 e 30°C. No entanto, a taxa de sobrevivência durante o ciclo biológico de ovo a adulto foi maior a 24 e 27°C. Em condições térmicas de 27°C, adultos de *H. convergens* apresentaram maior peso e maior capacidade de oviposição. Esses resultados indicam que 27°C é a temperatura mais adequada para o desenvolvimento, sobrevivência e reprodução de *H. convergens*, corroborando com Nedvěd e Honěk (2012) que caracterizaram *H. convergens* como uma espécie de joaninha adaptada ao calor.

5 CONCLUSÕES

- A temperatura de 18°C foi desfavorável para o desenvolvimento e sobrevivência de *H. convergens*.
- A sobrevivência de *H. convergens* durante o ciclo biológico é mais alta em temperaturas de 24 e 27°C.
- Larvas de *H. convergens* completam desenvolvimento a 18, 21, 24, 27 e 30°C.
- Larvas de quarto instar e adultos de *H. convergens* apresentam maior peso corporal quando mantidos a 27°C.
- Em condições térmicas de 27°C, *H. convergens* apresenta maior capacidade de oviposição.
- Para completar o ciclo biológico, *H. convergens* necessita de 224,0 graus dia acima do limite inferior de desenvolvimento de 13,6°C.
- Nas condições térmicas da região de Ribeirão Preto, SP, *H. convergens* pode desenvolver 15,4 gerações por ano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARISTIZÁBAL, L. F.; ARTHURS, S. P. Convergent Lady Beetle *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville (Insecta: Coleoptera: Coccinellidae). **IFAS Extension**, Florida, 2014. Disponível em: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN1037>. Acesso em: 07 nov. 2023.

AUAD, A. M. Effects of temperature on development and survival of *Harmonia axyridis* (coleoptera: Coccinellidae) and *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) fed on *Rhopalosiphum padi* (Hemiptera: Aphididae). **Florida entomologist**, v. 97, n. 4, 2014. Disponível em: <https://journals.flvc.org/flaent/article/view/83842>. Acesso em: 07 nov. 2023.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR, W. **Experimentação agrônômica & AgroEstat Sistemas Para Análises Estatísticas e Ensaio Agrônômicos**. Jaboticabal: Gráfica Multipress Ltda, 2015.

BEGG, G. S. *et al.* A functional overview of conservation biological control. **Crop Protection**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 1-4, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219416303210>. Acesso em: 20 set. 2023.

BOIÇA JUNIOR, A. K.; DOS SANTOS, T. M.; KURANISHI, A. K. Desenvolvimento larval e capacidade predatória de *Cycloneda sanguinea* (L.) e *Hippodamia convergens* Guérin-Men alimentadas com *Aphis gossypii* Glover sobre cultivares de algodoeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 239-244, 2004. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1892>.

BUSATO, G., R., *et al.* **Exigências térmicas e estimativa do número de gerações dos biótipos "milho" e "arroz" de *Spodoptera frugiperda***. Scielo, Pelotas, v. 40, n. 4, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/JsbcFhM74JSZPMC8rBkdmVk/>. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000400003>. Acesso em: 20 ago, 2023.

CADILLO, A. V.; APFATA, N. V.; PORRAS, R. S. Biología y performance del predador *Hippodamia convergens*, alimentado con pulgones de col *Brevicoryne brassicae*, *Myzaphis rosarum* y *Myzus persicae*. **Agroindustrial Science**, Peru, v. 12, n. 3, p. 235-243, 2022. Disponível em <https://portalrecherche.uab.cat/en/publications/biology-and-performance-of-the-predator-hippodamia-convergens-rea>. Acesso em: 21 out. 2023.

CARDOSO, J. T.; LÁZZARI, S. M. N. 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**, [Paraná], v. 47, n. 3, p. 443-446, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbent/a/c5vdk6LDj5c6LCgvBRJ8bqL/?lang=en>. doi: <https://doi.org/10.1590/S0085-56262003000300014>. Acesso em: 07 nov. 2023.

CARVALHO, F. D. **Influência de fatores ambientais e aspectos biológicos de *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville, 1842 (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae)**. 2007. 69 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 2007.

CHURA, A.; BEDREGAL, R. Identificación y fluctuación poblacional de especies de la subfamilia Coccinellinae (Coleoptera: Coccinellidae) en campos de alfalfa en Characato, Arequipa, Perú. **Revista Chilena de Entomologia**, v. 44, n. 4, p. 397-406, 2018. Disponível em: <https://www.biotaxa.org/rce/article/view/41801>. Acesso em: 07 nov. 2023.

CORREIA, A. C. B. **Morfologia e aspectos biológicos de *Cycloneda zischkai* Marder, 1950 (Coleoptera: Coccinellidae)**. 1986. 54 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 1986.

DELGADO-RAMÍREZ, *et al.* Predation capability of *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) feeding of *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae). **BioOne Complete**, Florida, v. 120. n. 1, 2019. Disponível em: <https://bioone.org/journals/florida-entomologist/volume-102/issue-1/024.102.0104/Predation-capability-of-Hippodamia-convergens-Coleoptera--Coccinellidae-and-Chrysoperla/10.1653/024.102.0104.full>. Acesso em: 16 out. 2023.

EMBRAPA. Pantanal, 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18022237/sistemas-alternativos-permitem-reduzir-impactos-com-agrotoxicos>. Acesso em: 16 ago. 2023

FERREIRA, L. F. *et al.* Temperature and prey assessment on the performance of the mealybug predator *Tenuisvalvae notata* (Coleoptera: Coccinellidae). **Austral Entomology**, [s. l.], p. 178-188, 2020. doi: 10.1111/aen.12438

FIGUEIRA, L. K. *et al.* Aspectos biológicos de *Hippodamia convergens* e *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae) sobre *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, [s.l.], v. 29, p. 3-7, 2003. Disponível em: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas%2FBSVP-29-01-003-007.pdf. Acesso em: 01 nov. 2023.

FLINT, M. L.; DREISTADT, S. H. Interactions among convergent lady beetle (*Hippodamia convergens*) releases, aphid populations, and rose cultivar. **Biological Control**, [s.l.], v. 34, p. 38-46, 2005. Disponível em: https://ipm.ucanr.edu/legacy_assets/pdf/misc/flintbc2005.pdf. doi:10.1016/j.biocontrol.2005.03.019. Acesso em: 07 nov. 2023.

FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Controle biológico de pragas da agricultura**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212490/1/CBdocument.pdf>. Acesso em: 15 set. 2023.

FUNICHELLO, M. **Aspectos biológicos de *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) e de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), criados nas cultivares DeltaOPAL e NuOPAL (Bollgard I)**. 2010. 67 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/91353/funichello_m_me_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 15 set. 2023.

GASPARETTO, E. S. *et al.* **Avaliação de inimigos naturais na cultura do trigo**. Open Science Research. 1. ed. [s.l.], 2022. p. 257-262.

GONZÁLES, G. Coccinellidae de Chile. Chile: González, G. 2006. Disponível em: <http://www.coccinellidae.cl/paginasWebChile/Paginas/InicioChi.php>. Acesso em: 07 nov. 2023.

GÓMEZ, R. F. E.; GOYES, A. J. M. **Determinación del ciclo biológico de *Hippodamia convergens* guerin-meneville, 1842 (Coleoptera: Coccinellidae) y su capacidad predadora de Áfidos *Aphis* sp.) en condiciones de laboratorio**. 2015. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente) – Universidade de Manizales, Manizales, Colombia, 2015.

GRAVENA, S. **Manual prático de manejo ecológico de pragas dos citros**. Jaboticabal: Gravena, 2005. 372p.

GUERREIRO, J.C. *et al.* **Ocorrência estacional das principais espécies de Coccinellidae predadores de *Toxoptera citricida* nos citros**. 2005. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.

HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P. **Métodos para estimar as exigências térmicas e os limites de desenvolvimento dos insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 45 p.

HAGEN, K. S. Biology and Ecology of Predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**. [s.l.]: Annual Review of Entomology, 1962. v. 7, n. 1, p. 289-326. Disponível em: https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.en.07.010162.001445?casa_token=nm0A1bJFH08AAAAA%3AeuhIjPMq3gZIWJFb2jDosVMlpqd12UyiNTGIPEolwDY4p8HYIJTeACne73Jk4ijPcdwRxSsqvGz2GoU8Q&journalCode=ento. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.en.07.010162.001445>. Acesso em: 25 fev, 2024.

HODEK, I. **Biology of Coccinellidae**. Prague: Academic of Sciences, 1973. 260 p.

HUFFAKER, C. B.; BERRYMAN, A.; TURCHIN, P. **Dynamics and regulation of insect populations**. 2. ed. New York: Wiley, 1999. 269 p.

IPERTI, G. Biodiversity of predaceous Coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [s.l.], v. 74, n. 3, p. 323-342, 1999. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880999000419>. doi: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00041-9](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00041-9). Acesso em: 25 fev, 2024

JALALI, M. A. *et al.* Temperature-dependent development of *Oenopia conglobata* (Col.: Coccinellidae) fed on *Aphis gossypii* (Hem.: Aphididae). **International Journal of Tropical Insect Science**, [s.l.], v. 38, n. 4, p. 410-417, 2018. doi:10.1017/S1742758418000267.

JESSIE, J. P. *et al.* Preference and performance of *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on *Brevicoryne brassicae*, *Lipaphis erysimi*, and *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) from Winter-Adapted Canola. **Physiological Ecology**, [s.l.], v. 44, n. 3, p. 880-889, 2015. Disponível em: <https://academic.oup.com/ee/article-abstract/44/3/880/2465549?redirectedFrom=fulltext>. doi: <https://doi.org/10.1093/ee/nvv068>. Acesso em: 22 out. 2023.

KATSAROU, I. *et al.* Effect of temperature on development, growth and feeding of *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia convergens* reared on the tobacco aphid, *Myzus persicae nicotianae*. **BioControl**, [s.l.], v. 50, p. 565-588, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225891361_Effect_of_temperature_on_development_growth_and_feeding_of_Coccinella_septempunctata_and_Hippodamia_convergens_reared_on_the_tobacco_aphid_Myzus_persicae_nicotianae. doi: 10.1007/s10526-004-2838-1. Acesso em: 25 out. 2023

KHAN, J. *et al.* Effect of temperature on the biology and predatory potential, of *Harmonia dimidiata* (Fab.) (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) Aphid. **International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)**, [s.l.], v. 1, n. 3, p. 2456-1878, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/308384712>. doi: 10.22161/ijeab/1.3.5. Acesso em: 26 out. 2023.

KNAPP, M.; NEDVED, O. Gender and timing during ontogeny matter: effects of a temporary high temperature on survival, body size and colouration in *Harmonia axyridis*. **Plos One**, [s.l.], v. 8, n. 9, 2013. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0074984>. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0074984>. Acesso em: 26 out. 2023.

KNAPP, M. Emergence of sexual size dimorphism and stage-specific effects of elevated temperature on growth rate and development rate in *Harmonia axyridis*. **Royal Entomology Society**, [s.l.], v. 39, p. 341-347, 2014. Disponível em: <https://resjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/phen.12079>, doi: <https://doi.org/10.1111/phen.12079>

KONDO, T. *et al.* Uso de depredadores como agentes de control biológico para insectos plaga. In: MORENO-VELANDIA, C. A. *et al.* **Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros**. La Reina: Agrosavia, 2015. cap. 9, p. 458-478, v. 1.

KUNDOO, A. A.; KHAN, A. A. Coccinellids as biological control agents of soft bodied insects: a review. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, [s. l.], v. 5, n. 5, p. 1362-1373, 2017. Disponível em: <https://www.entomoljournal.com/archives/2017/vol5issue5/PartR/5-5-24-374.pdf>. Acesso em: 20 set. 2023.

LEE, Y. S. *et al.* Temperature-dependent development and oviposition models of *Illeis koebelei* (Coleoptera: Coccinellidae). **Journal os Asia-Pacific Entomology**, [s.l.], v. 21, n. 3, p. 984-993, 2018. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1226861518301638>. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2018.07.011>. Acesso em: 15 out. 2023.

MEDEIROS, C. A. B.; SPÍNDOLA, J. A. A. **Fome zero e agricultura sustentável**. Brasília: EMBRAPA, 2018. cap. 5. p. 43-54.

MILLER, J. C. Temperature-Dependent Development of the Convergent Lady Beetle (Coleoptera: Coccinellidae). **Enviromental Entomology**, Oregon, v. 21, n. 1, p. 197-201, 1992. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Temperature-Dependent-Development-of-the-Convergent-Miller/40186de10ebe8921a159848e2d46383164c5ced2>. doi: 10.1093/EE/21.1.197.

MILLÉO, J. *et al.* **Coccinelídeos (Insecta, Coleoptera) presentes em hortaliças (Ponta Grossa - PR)**. Ponta Grossa, v. 13. n. 2. p. 71-80, 2007.

MORALES-RAMOS, J. A., ROJAS, M. G. Temperature-Dependent Biological and Demographic Parameters of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). **Journal of Insect Science**, Stoneville, 2017, v. 17, n. 2, p. 1-9. doi: 10.1093/jisesa/iex028.

NARANJO-ACOSTA, *et al.* Depredación, reproducción y desarrollo de la catarina *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). **Revista de Biología Tropical**, [S. l.], v. 70, p. 621-635, 2022. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1423026>. Acesso em: 22 out. 2023.

NEDVĚD, O.; HONĚK, A. Life history and development. In: HODEK, I.; VAN EMDEN, H. F.; HONĚK, A. (ed.). **Ecology and behavior of the ladybird beetles (Coccinellidae)**. United Kingdom: Blackwell Publishing Ltd. p. 54–109, 2012.

OBRYCKI, J. J.; TAUBER, M. J. Phenology of three coccinellid species: for development thermal requirements. **Annals of the Entomological Society of America**. Am, Ithaca, v. 74, p. 31-36, 1981. doi: 0013-8746/81/0100-3106\$00.75/.

OBRYCKI, J. J.; TAUBER, M. J. Thermal Requirements for Development of *Hippodamia convergens*. (Coleoptera: Coccinellidae). **Entomological Society of America**, Ithaca - NY, v. 75. p. 678-683, 1982. Disponível em: https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/addpages/Andrey_Ukrainsky_Library/References_files/Obrycki82b.pdf. Acesso em: 14 set. 2023.

OLIVEIRA, N. C. **Efeito de diferentes sistemas de manejo de plantas invasoras sobre o controle biológico e incidência de *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae) em *Pinus taeda* e biologia de Coccinelídeos (Coleoptera)**. 2003. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu – São Paulo, 2003.

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

OMKAR, O.; PERVEZ, A. Temperature-dependent development and immature survival of an aphidophagous ladybeetle, *Propylea dissecta* (Mulsant). **Journal of Applied Entomology**, India, v. 128, n. 7, p. 510-514, 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/230246723_Temperature-dependent_development_and_immature_survival_of_an_aphidophagous_ladybeetle_Propylea_dissecta_Mulsant. doi: 10.1111/j.1439-0418.2004.00881.x. Acesso em: 29 out.2023.

OMKAR, O.; PERVEZ, A. Ladybird beetles. In: OMKAR, O. **Ecofriendly pest management for food security**. 1. ed. [s. l.], Academic Press, 2016, cap. 9. p. 281-310.

PAPANIKOLAOU, N. E. *et al.* Temperature-Dependent Development, Survival, Longevity, and Fecundity of *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). **Annals of the Entomological Society of America**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 228-234, 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.1603/AN12104>

PARRA, J. R. P. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. 1. ed. Barueri: Manole, 2002.

PUMA, L. A. C. **Diversidad y abundancia de la familia coccinellidae asociados a cultivos de alfalfa y maíz de los distritos de Cayma y Polobaya, provincia de Arequipa - 2019**. 2021. Dissertação (Graduação em Ciências Biológicas). Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa. Arequipa – Perú. 2021.

RAMOS, T. O. *et al.* *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae): Biological aspects and thermal requirements. **Advances in Entomology**, v. 2, n. 1, p. 42-46, 2014. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=41830>. doi: 10.4236/ae.2014.21007. Acesso em: 29 jan. 2024.

RAMOS, T. O.; CIVIDANES, F. J.; CIVIDANES, T. M. S. Consórcio de couve com sorgo e feijão-guandu e a ocorrência de pulgões e insetos predadores. **Cerrado Agrociências**, [s.l.], v. 11, p. 32-44, 2020. Disponível em: <https://revistas.unipam.edu.br/index.php/cerradoagrociencias>. Acesso em: 25 out. 2023.

RESENDE, A. L. S. *et al.* Primeiro Registro de *Lipaphis pseudobrassicae* Davis (Hemiptera: Aphididae) e sua Associação com Insetos Predadores, Parasitóides e Formigas em Couve (Cruciferae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, [s. l.], 2006. v. 35. n. 4. p. 551-555.

RODRIGUEZ-SAONA, C.; MILLER, J. C. Life history traits in *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) after selection for fast development. **Biological Control**, [s. L.], 1995. v. 5, n. 3, p. 389-396. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964485710468>. doi: <https://doi.org/10.1006/bcon.1995.1046>. Acesso em: 30 mar. 2024.

RODRIGUEZ-SAONA, C.; MILLER, J. C. Temperature-dependent effects on development, mortality, and growth of *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). **Environmental Entomology**, New Jersey, 1999. v. 28, n. 3, p. 518-522. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/233577648_Temperature-Dependent_Effects_on_Development_Mortality_and_Growth_of_Hippodamia_convergens_Coleoptera_Coccinellidae. doi: 10.1093/ee/28.3.518. Acesso em: 30 out. 2023.

SÁNCHEZ-ANTEZANA, C. A.; NARREA-CANGO, M.; IANNACONE, J. Biología, capacidad depredadora y comportamiento de *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville, 1842 (Coleoptera: Coccinellidae) como controlador biológico de *Aphis spiraecola* Patch, 1914 (Hemiptera: Aphididae) en

condiciones de laboratório. **Sustinere**, Rio de Janeiro, v. 10, p. 105-129, 2022. Disponível em: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/4944>. Acesso em: 28 out. 2023.

SANTOS-CIVIDANES, T. M. S.; FREITAS, A. P.; SUGUINO, E. Controle biológico com joaninhas: uma tecnologia de sucesso. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 11, n. 1, p. 1-5. jan-jun. 2014. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/2014/janeiro-junho/1549-controlre-biologico-com-joaninhas-uma-tecnologia-de-sucesso/file.html> Acesso em: 16 set. 2023.

SANTOS-CIVIDANES, T. M.; SILVA, K. P.; CIVIDANES, F. J. Populational fluctuation of *Diaphorina citri* and Coccinellidae in the Northeastern region of São Paulo state. In: Ecology of Aphidophaga, 13., 2016, Frising, Germany. **Anais**. Germany: Technische Universität München, 2016. p. 76.

SANTOS-CIVIDANES, T. M. S. Função Predadora, **Cultivar HF**, [s. l.], ano. 19, n. 130, p. 33-35, nov. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/355941144_ArtigoFuncaoPredadora. Acesso em: 16 set. 2023.

SANTOS-CIVIDANES, T. M. *et al.* Life tables of the ladybird beetles *Harmonia axyridis*, *Cycloneda sanguinea* and *Hippodamia convergens* reared on the greenbug *Schizaphis graminum*. **Brazilian Journal of Biology**, v. 82, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/syq6zdXHqfqThhnRtzM6jxz/?lang=en>. Acesso em: 01 nov. 2023.

SATAR, G.; UYGUN, N. The effects of various temperatures on development and fecundity of *Scymnus subvillosus* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi**, Turkey, v. 3, n. 2, p. 169-182, 2012.

SCHUBER, J. M.; MONTEIRO, L. B.; ALMEIDA, L. M.; ZAWADNEAK, M. A. C. Natural enemies associated to aphids in peach orchards in Araucária, Paraná, **Brazil**. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, p. 847-852, 2012. doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842012000500010>

SILVA, R. B. *et al.* Potencial Reprodutivo de *Hippodamia convergens* Guérin- Méneville (Coleoptera: Coccinellidae) com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). In: XVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, Goiânia. **Anais**. Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. p. 625-629.

SILVA, A. B.; BRITO, J. M. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. **Agropecuária Técnica**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 248-258, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/at/article/view/26306>. Acesso em: 20 set. 2023.

SILVEIRA NETO, S. *et al.* **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Ceres, 1976. 419 p.

SINGH, N. *et al.* Does temperature modify slow and fast development in two aphidophagous ladybirds? **Journal of Thermal Biology**, India, v. 39. n. 1 p. 24-31, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/259126522_Does_temperature_modify_slow_and_fast_development_in_two_aphidophagous_ladybirds. doi :10.1016/j.jtherbio.2013.11.003. Acesso em: 1 nov. 2023.

STOWE, H. E.; MICHAUD, J. P.; KIM, T. The benefits of omnivory for reproduction and life history of a specialized aphid predator, *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). **Biological control – Parasitoids and Predators**, [s. l.], v. 50. n. 1. P. 69-75, 2021. Disponível em: <https://academic.oup.com/ee/article/50/1/69/6017618>. Acesso em: 14 set. 2023.

SUJII, E. R. *et al.* Comunidade de inimigos naturais e controle biológico natural do pulgão, *Aphis gossypii* glover (Hemiptera: Aphididae) e do curuquerê, *Alabama argillacea* hübner (Lepidoptera:

Noctuidae) na cultura do algodoeiro no distrito federal. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 74, n. 4, p.329-336, 2007.

UC IPM. California, 1996-2023. Disponível em: <https://ipm.ucanr.edu/natural-enemies/convergent-lady-beetle/>. Acesso em: 31 out. 2023.

VANDENBERG, N. J. American beetles. In: R. H. ARNETT, R. H. et al. (ed.). **Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea**. Boca Raton: CRC Press, 2002. p. 371-389, v. 2.

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

YU, X. *et al.* Rising temperatures affect the interspecific interference competition between *Harmonia axyridis* and *Propylea japonica*, and their predation rate on *Myzus persicae*. **Journal of Pest Science**, [s.l.], v. 96, n. 2, p. 1-15, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/361521206_Rising_temperatures_affect_the_interspecific_interference_competition_between_Harmonia_axyridis_and_Propylea_japonica_and_their_predation_rate_on_Myzus_persicae. doi :10.1007/s10340-022-01519-y. Acesso em: 26 out. 2023.

ZAZYCHI, L. C. F. **Diversidade de Coccinellidae em morangueiro e pessegueiro e biologia de três espécies em laboratório**. 2010. Pelotas. 57f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.