

# BIOLOGIA E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Zagreus bimaculosus* (MULSANT)

(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)

por

ROSEMARY MARIA DE CASTRO

(Sob Orientação do Professor Reginaldo Barros)

## RESUMO

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) é uma das mais importantes bases de alimentação para ruminantes durante o período de estiagem no Semiárido nordestino. O principal problema enfrentado pelos produtores da cultura é a alta incidência de cochonilhas na cultura. No Brasil, as espécies predominantemente encontradas infestando a cultura são: *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemiptera: Diaspididae) e *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae), vulgarmente conhecida como cochonilha do carmim. *Zagreus bimaculosus* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) é um predador nativo de *D. echinocacti* e, frequentemente tem sido encontrado em áreas infestadas com a cochonilha do carmim, o que tem despertado interesse em utilizá-la no controle dessa praga. Assim, este trabalho teve como objetivos comparar os aspectos biológicos de *Z. bimaculosus* criados em *D. opuntiae* e *D. echinocacti* e estudar a sua biologia nas temperaturas de 18, 22, 25, 28, 30, 32 e 34°C. Os resultados de biologia comparada mostraram melhor desenvolvimento de *Z. bimaculosus* quando alimentados com *D. opuntiae*, apresentando valores médios do período ovo-adulto de 52,3 e 55,7 dias e valores de viabilidade de 60,6 e 60%, respectivamente, para indivíduos criados sobre *D. opuntiae* e *D. echinocacti*. O período de desenvolvimento de *Z. bimaculosus* foi reduzido com o aumento da temperatura entre 18 e 32°C. O período ovo-adulto variou de 27,9 a 84,7 dias de 32 e 18°C,

respectivamente, e apresentou viabilidade superior a 50% entre as temperaturas de 22 e 30°C. A temperatura base (T<sub>b</sub>) e a constante térmica (K) requeridas por *Z. bimaculosus* criados em *D. opuntiae* foram de 12,9°C e 543,5 graus-dia, respectivamente. Baseado nessas exigências térmicas, *Z. bimaculosus* pode desenvolver até 8,6 gerações por ano na região Semiárida de Pernambuco.

**PALAVRAS-CHAVE:** Palma forrageira, cochonilha do carmim, controle biológico, predador, joaninha.

BIOLOGY AND THERMAL REQUIREMENTS OF *Zagreus bimaculosus* (MULSANT)

(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)

by

ROSEMARY MARIA DE CASTRO

(Under the Direction of Professor Reginaldo Barros)

ABSTRACT

The cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill) is one of the most important bases of supply for ruminants during the dry season in the semiarid region of northeastern Brazil. The major problem faced by cactus producers is the high incidence of scale insects in culture. In Brazil, the species most commonly found infesting the crop are: *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemiptera: Diaspididae) and *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae), known as carmine cochineal. *Zagreus bimaculosus* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) is a native predator of *D. echinocacti* and often has been found in areas infested with carmine cochineal, which has raised interest in using it against this pest. Thus, this study aimed to compare biological aspects of *Z. bimaculosus* reared on *D. opuntiae* and *D. echinocacti* and to study its biology reared at 18, 22, 25, 28, 30, 32 and 34°C. The results of comparative biology showed better development of *Z. bimaculosus* when fed on *D. opuntiae*, with means values of egg- adult period of 52.25 and 55.72 days and the viability values of 60.6% and 60%, respectively, for individuals reared on *D. opuntiae* and *D. echinocacti*. The developmental period of *Z. bimaculosus* was reduced as temperature increases. The egg-adult period ranged from 27.92 to 84.68 days from 32 to 18°C and showed viability greater than 50% between the temperatures 22 and 30°C. The lower temperature threshold and thermal requirement for egg-adult period were 12.9°C and 543.5 degree-days,

respectively. Based on thermal requirement, *Z. bimaculosus* can develop 8.6 generations per year in the semiarid region of Pernambuco State, Brazil.

**KEY WORDS:** Cactus pear, carmine cochineal, biological control, predator, ladybug.

BIOLOGIA E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Zagreus bimaculosus* (MULSANT)

(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)

Por

ROSEMARY MARIA DE CASTRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de  
Mestre em Entomologia Agrícola.

RECIFE - PE

Fevereiro - 2011

BIOLOGIA E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Zagreus bimaculosus* (MULSANT)

(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)

por

ROSEMARY MARIA DE CASTRO

Comitê de Orientação:

Reginaldo Barros - UFRPE

Beatriz Aguiar Jordão Paranhos - Embrapa Semiárido

Carlos Alberto Tuão Gava - Embrapa Semiárido

BIOLOGIA E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Zagreus bimaculosus* (MULSANT)

(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)

por

ROSEMARY MARIA DE CASTRO

Orientador:

---

Reginaldo Barros - UFRPE

Examinadores:

---

Carlos Alberto Tuão Gava - EMBRAPA

---

Edmilson Jacinto Marques - UFRPE

---

José Vargas de Oliveira - UFRPE

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais Adolfo de Castro Neto (*in memoriam*) e Maria de Lourdes Ferreira de Barros, aos meus irmãos Rosa, Beto e Cléia, à minha tia Maria da Paz, aos cunhados-irmãos Xuxo e Bia e aos pequenos amados Peu, Miguel, Julinha e Larissa, que preenchem e dão sentido à minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força a mim dispensada durante toda minha trajetória.

A Emmanuel, pela proteção e conselhos salutares.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) pela oportunidade de realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

À Embrapa Semiárido por ceder suas instalações para a realização deste trabalho.

Ao Instituto Federal Sertão Pernambucano pela compreensão e incentivo.

Ao professor Reginaldo Barros por sua gentileza e valiosa orientação durante todo o curso.

À pesquisadora Beatriz Jordão pelos caríssimos ensinamentos, carinho e grata amizade.

Ao pesquisador Carlos Gava pela grande contribuição durante a realização do trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, em especial aos professores José Vargas, Edmilson Marques e Jorge Torres pelas sugestões e ensinamentos.

Aos funcionários Darcy e Romildo, pelos serviços prestados ao Curso de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola.

Aos amigos e colaboradores do CPATSA: Luiza, Leo, Maryelle, Herlândia, Tanilo, Fabi, Victor, Diniz, Gedinha, Gel e Farah, pelo apoio e valiosa contribuição.

Aos amigos de longa data: Lucélia, Júnior, Lurdinha, Bruno, Leandro, Florzinha e Panda pelo apoio e companheirismo fiel.

Aos amigos conquistados durante o curso: Ellen, Agna, Wellington, Solange, Cléo e Andréia pela maravilhosa convivência, e aos demais componentes do quarteto: Martin, Luziani e Felipe pelo carinho e afeto.

A Tadeu pelo amor, afeto e carinho, que tornaram essa etapa da minha vida mais amena e prazerosa.

Aos amigos do IF: Lilian, Amenaíde, Ricardo, Wagner, Péricles, Pitta, Bárbara e Leonardo, pela prazerosa convivência e acolhimento.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização do curso.

## SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS .....	ix
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO.....	01
LITERATURA CITADA .....	08
2 BIOLOGIA COMPARADA DE <i>Zagreus bimaculosus</i> (MULSANT) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) SOBRE <i>Diaspis echinocacti</i> (HEMIPTERA: DIASPIDIDAE) E <i>Dactylopius opuntiae</i> (HEMIPTERA: DACTYLOPIIDAE) .....	15
RESUMO.....	16
ABSTRACT .....	17
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAL E MÉTODOS.....	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
AGRADECIMENTOS .....	26
LITERATURA CITADA .....	27
3 EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE <i>Zagreus bimaculosus</i> (MULSANT) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) .....	34
RESUMO.....	35
ABSTRACT .....	36
INTRODUÇÃO .....	37

MATERIAL E MÉTODOS .....	39
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
AGRADECIMENTOS .....	47
LITERATURA CITADA .....	47

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

A região Nordeste ocupa cerca de 18% do território brasileiro, com 65% de sua área dentro do Polígono das Secas, o Semiárido, onde vivem aproximadamente 30% da população nacional, dos quais 8,4 milhões no meio rural (IBGE 2006). As condições edafoclimáticas do Semiárido são caracterizadas pelo clima seco, com elevado potencial de evapotranspiração (2.000 mm.ano<sup>-1</sup>), precipitação média anual de 700 mm (mínima de 300 e máxima de 1.000 mm) concentradas em três a cinco meses do ano e temperatura média anual de 23 a 27°C (Sampaio 1995). Os solos são rasos, pedregosos ou arenosos, com pouca matéria orgânica. A vegetação típica é a Caatinga e os cactos e bromélias terrestres são elementos constantes da sua paisagem (Silva *et al.* 2004).

A principal atividade agrícola da região é a pecuária de leite e corte (caprinos, bovinos e ovinos) sob regime de sequeiro, exceto poucas regiões onde se dispõe de irrigação. Estima-se que existem na região 27.044.480 bovinos, 6.516.629 caprinos e 8.001.613 ovinos, representando 15,93%, 89,97% e 57,04% do rebanho brasileiro, respectivamente (ANUALPEC 2008). Na época das chuvas a disponibilidade de forragens é quantitativa e qualitativamente satisfatória; todavia, nas épocas críticas do ano, além da escassez de forragens, o valor nutritivo se apresenta em níveis reduzidos, o que compromete a produção de leite e carne na região, sendo necessário buscar alternativas para a alimentação do rebanho (Lima *et al.* 2004).

A palma forrageira é uma cactácea exótica originária do México (Hoffmann 1995) e foi introduzida no Brasil, no século XIX, com objetivo de hospedar o inseto denominado *Dactylopius coccus* (Costa) para produção de corante natural carmim. Por volta de 1915 foi identificada como uma planta potencialmente forrageira, despertando interesse dos criadores de ruminantes, que

passaram a cultivá-la com intensidade (Pessoa 1967). Cultivada em grandes áreas em países como Israel, África do Sul, Estados Unidos e Brasil, a planta desperta interesse pela grande diversidade de usos e aplicações, como alimentação humana, nas indústrias farmacêuticas e de cosméticos, na proteção e conservação do solo e arraçoamento animal (Barbera 2001). Pelas características morfofisiológicas das espécies da família Cactaceae, plantas CAM (Metabolismo Ácido das Crassuláceas), possuem os requisitos para suportar os rigores de clima e as especificidades físico-químicas dos solos das zonas semiáridas, estando presente durante as épocas secas e garantindo o suprimento de alimento ao rebanho da região.

O Brasil possui cerca de 500 mil hectares plantados com palma forrageira, o que representa a maior área cultivada em todo o mundo, garantindo assim, a sobrevivência de aproximadamente 250 mil famílias que se encontram envolvidas com o cultivo, principalmente nos estados da Paraíba, Alagoas e Pernambuco (Lopes 2003). Essa importância se deve além de sua adaptação às condições edafoclimáticas, às elevadas produções de matéria seca por unidades de área, ao alto teor de água (90%), mucilagem e resíduo mineral (Costa *et al.* 1973).

As cactáceas empregadas como forrageiras no Nordeste são conhecidas vulgarmente por “palma doce ou miúda” (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-dick), “palma gigante ou graúda” (*Opuntia ficus-indica* Mill.) e a “palma redonda” que, segundo os especialistas em forragens, é uma variação da graúda (Arruda 1983). Entre estas, a mais comum é a palma gigante, por apresentar maior rusticidade e maior produtividade em termos de massa verde (Santos *et al.* 2006).

Diversos insetos ocorrem sobre as cactáceas forrageiras, tais como besouros (Coleoptera), formigas (Hymenoptera), gafanhotos (Orthoptera), lagartas (Lepidoptera), tripes (Thysanoptera), etc, porém o que realmente constitui praga da cultura no Nordeste do Brasil são as cochonilhas (Santos *et al.* 2006).

A espécie popularmente conhecida como cochonilha de escama, *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemiptera: Diaspididae), é muito conhecida pelos produtores da cultura, pois é um inseto cosmopolita que ocorre em todas as regiões onde a cactácea é cultivada. A praga infesta os cladódios (raquetes) ou artículos, sugando a seiva para se alimentar, provocando danos diretos, pela ação espoliadora que ocasiona clorose das raquetes, e danos indiretos, que por se tratar de um inseto picador-sugador, abre orifício por onde penetram microrganismos que causam o apodrecimento e queda das raquetes e, conseqüentemente, a morte da planta (Santos *et al.* 2006).

As fêmeas são cobertas por uma carapaça (Fig. 1), de coloração marrom claro, com exúvia larval central ou subcentral marrom escuro, medindo de 2,2 a 2,5 mm de diâmetro. A escama protege o corpo do inseto, que tem formato piriforme e coloração amarela, medindo 1,3 a 1,6 mm de comprimento por 1,0 a 1,2 mm na parte mais larga. Como acontece com a maioria dos coccídeos, principalmente com a família Diaspididae, *D. echinocacti* apresenta acentuado dimorfismo sexual, sendo as fêmeas desenvolvidas totalmente desprovidas de apêndices locomotores, enquanto os machos têm vida livre (Ferris 1954). Os machos são pequenos, com uma duração de vida de dois a três dias, tempo suficiente para fecundar as fêmeas, e não se alimentam (Arruda Filho & Arruda 2002).

O ciclo de vida de fêmeas de *D. echinocacti* tem duração média de 35 dias à temperatura de 27°C, passando pelas fases de ovo, três fases de ninfas e adulto. Somente as ninfas de primeiro instar se locomovem, fixando-se a partir do segundo instar (Gill 1997). Oetting (1984) encontrou dados de fecundidade de *D. echinocacti* em torno de 150 ovos e longevidade de 230 dias. Farias *et al.* (1984) referiu-se à *D. echinocacti* como sendo a praga mais importante da palma forrageira no Nordeste do Brasil e indicou o controle biológico, por meio de parasitóides e predadores, como sendo a tática de controle mais viável.

A cochonilha do carmim, *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae), é um inseto de origem mexicana e vem despertando grande interesse devido aos sérios danos que vem causando aos cultivos de palma gigante nos municípios de Pernambuco, Paraíba e Ceará (Lopes *et al.* 2008). O inseto foi constatado pela primeira vez em 2001 nos estados de Pernambuco e Paraíba e, ao se adaptar muito bem ao clima regional, se tornou a praga mais importante da cultura, ocupando o status antes pertencente à cochonilha de escama (Lopes 2007). É considerada praga quarentenária A2 no Brasil e está presente nos estados de Pernambuco, Paraíba, Ceará, Rio Grande do Norte e Alagoas (Santos *et al.* 2006).

Insetos do gênero *Dactylopius* são conhecidos pela produção do corante natural vermelho carmim a partir da síntese do ácido carmínico, muito utilizado pela indústria alimentícia e cosmética. Por outro lado, também são considerados importantes agentes de controle biológico de algumas espécies de plantas do gênero *Opuntia* em locais onde são consideradas plantas invasoras, principalmente nos Estados Unidos, Austrália e África do Sul. A espécie mais usada para este propósito é *D. opuntiae* devido ao grande potencial de dano que causa às plantas de palma (Volchanski *et al.* 1999). Hosking (1994) citou a alta eficiência deste inseto no controle biológico do cacto *O. stricta*, que é tido como um importante planta invasora no Sul da Austrália.

Segundo Santos *et al.* (2006), o reconhecimento da presença da cochonilha do carmim sobre espécies de cactáceas, cultivadas ou nativas da caatinga, é relativamente fácil, pois na superfície dos cladódios aparecem pequenos círculos brancos semelhantes a fios de algodão (Fig. 2A) que quando esmagados liberam uma substância avermelhada, denominada carmim (Fig. 2B). As cochonilhas também excretam uma substância açucarada que propicia o ataque de um fungo fuliginoso, conhecido por fumagina e também atrai formigas que as protegem de predadores (Chiacchio 2008).

Através de suas picadas e da injeção de saliva tóxica, os insetos causam um sério amarelecimento dos cladódios, podendo provocar a morte da planta (Rapisarda & Longo 2001). Morais (2007) estimou que mais de 100 mil hectares já foram destruídos pela cochonilha nos estados de Pernambuco, Paraíba e, em menor escala, no Rio Grande do Norte e no Ceará. As perdas de produção podem alcançar até 100%, inviabilizando a pecuária nas regiões afetadas (Chiacchio 2008).

*D. opuntiae* tem ciclo de vida dependente do sexo do inseto. As fêmeas têm metamorfose incompleta e levam 77 dias para concluir o ciclo biológico (López *et al.* 2006). Dos ovos eclodem ninfas móveis que, após alguns dias, se fixam e passam por mais uma mudança de estágio, dando origem às ninfas de segundo instar. Estas, por sua vez, originam adultos que apresentam forma bem peculiar: são sedentárias, de corpo pequeno ovalado, com extremidade abdominal arredondada, totalmente coberta por cerosidade branca que protege o corpo avermelhado do inseto intumescido de ácido carmínico (Santos *et al.* 2006). Para as fêmeas, estima-se um período de pré-oviposição de 19 dias, mantendo-se em oviposição durante 21 dias com uma média de 131 ovos por fêmea (Flores-Hernández *et al.* 2006).

Os machos de *D. opuntiae* apresentam metamorfose completa, levam 43 dias para completar o período ovo-adulto e se desenvolvem em casulos de cera branca, aglomerados em forma de penca, de onde emergem adultos com um par de asas membranosas. Vivem somente para fecundar as fêmeas, morrendo logo em seguida (López *et al.* 2006).

As ninfas de primeiro instar de *D. opuntiae* possuem alto poder de dispersão através do seu deslocamento natural, que pode alcançar um centímetro a cada 12 segundos, levando apenas 20 minutos para alcançar a planta ao lado em plantios com espaçamento adensado (Lopes *et al.* 2009). Além disso, ainda podem ser facilmente disseminadas por agentes como o vento, o homem, através do transporte de raquetes infestadas de uma área para outra ou quando ficam

acidentalmente presas às roupas dos trabalhadores e ferramentas, ou ainda pelos animais de transporte, quando se prendem aos seus corpos (Chiacchio 2008).

O alto poder de dispersão do inseto aliado ao baixo poder aquisitivo dos produtores torna o controle do inseto muito difícil. A alta densidade de plantio, exigida para garantir a maior produtividade da cultura, dificulta a penetração de trabalhadores na área cultivada, além disso, o uso de inseticidas está limitado aos estágios iniciais de crescimento da cultura já que, após o segundo ano, a palma passa a ser oferecida continuamente aos animais nos períodos da seca (Lopes *et al.* 2008).

Diante da problemática, o controle indicado para as cochonilhas da palma forrageira é o manejo integrado de pragas (MIP), que visa à integração de várias táticas de controle, ao invés de se basear no controle pelo uso exclusivo de inseticidas (Kogan 1998). A técnica possibilita assim, a manutenção das populações das pragas abaixo do nível de dano econômico, promovendo a proteção das plantas, do homem, dos animais e do ambiente (Batista Filho 2006). Trabalhos sobre a velocidade de infestação da praga em condições de campo estabeleceram nível de controle da praga de menos de 10 colônias/planta, devendo ser iniciado logo após a detecção das primeiras colônias da praga no cultivo (Lopes *et al.* 2009).

O controle biológico é uma ferramenta dentro do Manejo Integrado de Pragas, que quando bem realizado, pode reduzir os danos causados pela praga, mantendo a viabilidade econômica do sistema produtivo sem causar impacto para o homem e ambiente (Zanuncio *et al.* 2002). Os insetos entomófagos (parasitóides e predadores) são agentes importantes na manutenção do equilíbrio populacional de insetos fitófagos; entretanto, geralmente ocorrem em número insuficiente para promover um controle efetivo das populações de insetos-praga (Parra *et al.* 2002), necessitando de liberações inundativas. Das espécies predadoras nativas atualmente descritas, poucas são utilizadas em programas efetivos de controle biológico no Brasil,

principalmente pelo desconhecimento dos diferentes aspectos envolvidos nos processos de produção (biologia, ecologia, taxonomia, entre outros), liberação e posterior manejo desses inimigos naturais (Carvalho & Souza 2002).

Os coccinelídeos, popularmente conhecidos como joaninhas, são os predadores mais ligados ao controle biológico do que qualquer outra família de insetos predadores (Hodek 1993). O predador *Zagreus bimaculosus* (Mulsant) está associado à *D. echinocacti* e também é encontrado sobre *D. opuntiae* em campo (Brito *et al.* 2008), por isso tem recebido atenção especial como promissor agente biológico nativo no controle da cochonilha. Referido anteriormente como *Exochomus bimaculosus* Mulsant (1850), com modificações efetuadas de acordo com Chapin (1965), o predador ocorre em áreas cultivadas com soja, jurubeba, colza, abóbora, couve, citros e palma forrageira, predando diversas espécies de cochonilhas, pulgões e mosca branca (Arioli & Link 1987, Wolff *et al.* 2004, Santos *et al.* 2006, Resende *et al.* 2007).

Apesar da constatação desse predador *Z. bimaculosus* em campos cultivados com diversas culturas, relatos de pesquisas sobre essa espécie são escassos, resumindo-se apenas a trabalhos que citam sua ocorrência natural e um estudo sobre sua biologia alimentado-se com sua presa nativa, *D. echinocacti*. O trabalho demonstra que *Z. bimaculosus* tem ciclo de vida com duração média de 26 dias à temperatura de 25°C, passando pelas fases de ovo, larval, pupal e adulto (Silva & Barbosa 1984). No entanto, não se tem conhecimentos sobre seus requerimentos alimentares, do efeito da temperatura na sua biologia e de suas exigências térmicas.

A produção econômica e eficiente de predadores em laboratório depende de uma série de fatores que afetam o seu potencial de reprodução. O conhecimento da biologia de um inseto é de fundamental importância para se desenvolver estratégias de manejo eficientes, dentro dos conceitos do manejo integrado de pragas (Parra *et al.* 2002). Fatores como a quantidade e a

qualidade do alimento podem afetar o desenvolvimento, a longevidade e o potencial reprodutivo dos insetos (Parajulee & Phillips 1993, Santana *et al.* 2010).

Fatores ecológicos, como temperatura e umidade relativa, também são muito importantes, pois influenciam diretamente o desenvolvimento e o comportamento dos insetos. Cada espécie apresenta um requisito térmico próprio, com maior ou menor adequação do ambiente para o seu crescimento populacional, que influencia no número de gerações que o inseto pode desenvolver anualmente em determinada localidade (Salvadori & Parra 1990). Em laboratório, a determinação da temperatura ótima para o desenvolvimento do inseto fornecerá subsídio para a obtenção do número de indivíduos desejados para sua utilização em pesquisas, uma vez que pode prever a duração, sobrevivência e capacidade reprodutiva da espécie em temperaturas conhecidas (Parra 2005). Portanto, dados como aspectos biológicos do predador sobre diferentes presas e suas exigências térmicas são imprescindíveis para obtenção de informações sobre as condições mais adequadas ao seu desenvolvimento.

Este trabalho teve como objetivos principais estudar a biologia e exigências térmicas de *Z. bimaculosus*, visando testar a adequação do predador sobre as cochonilhas *D. echinocacti* e *D. opuntiae*, selecionar o hospedeiro e a temperatura mais adequados ao seu desenvolvimento e então fornecer subsídios para decisões futuras sobre um possível programa de controle biológico aplicado para *D. opuntiae* no Semiárido nordestino.

### **Literatura Citada**

**Anualpec (Anuário da pecuária brasileira). 2008.** São Paulo, FNP, 291p.

**Arioli, M.C.S & D. Link. 1987.** Coccinelídeos de Santa Maria e arredores. Rev. Cent. Ciênc. Rurais 77: 193-211.

- Arruda Filho, G.P. & G.P. Arruda. 2002.** Manejo integrado da cochonilha *Diaspis echinocacti*, praga da palma forrageira em Brasil. Man. Int. Plagas Agroecol. 64: 1-4.
- Arruda, G.P. 1983.** Aspectos etológicos da cochonilha da palma forrageira *Diaspis echinocacti* (Bouché, 1833) (Homoptera, Diaspididae). Dissertação de Mestrado, UFRPE, Recife, 122 p.
- Barbera, G. 2001.** História e importância econômica e agroecológica, p. 1-11. In G. Barbera & P. Inglese (eds.), Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira. João Pessoa, SEBRAE/PB, 20p.
- Batista Filho, A. 2006.** Controle biológico de Insetos e Ácaros. São Paulo, Instituto biológico de São Paulo, 86p. (Boletim Técnico 15).
- Brito, C.H., E.B. Lopes, I.C. Albuquerque & J.L. Batista. 2008.** Avaliação de produtos alternativos e pesticidas no controle da cochonilha-do-carmim na Paraíba. Rev. Biol. Ciênc. Terra 8: 1-5.
- Carvalho, C.F. & B. Souza. 2002.** Potencial de insetos predadores no controle biológico aplicado, p. 191-208. In J.R.P. Parra, P.S. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo, Manole, 609p.
- Chapin E.A. 1965.** The genera of the Chilacorini (Coleoptera: Coccinellidae). Bull. Mus. Comp. Zool. 133: 227-271.
- Chiacchio, F.P.B. 2008.** Incidência da cochonilha do carmim em palma forrageira. Bahia Agríc. 8: 12-14.
- Costa, B.N.C., C.A.G. Mendonça & J.A.M. Calazana. 1973.** Forrageiras arbóreas e suculentas para formação de pastagens. Cruz das Almas, IPEAL, 24p. (Circular 34).

- Farias, I., A.P.M. Fernandes, M.A. Lima, D.C. Santos & M.P. França. 1984.** Cultivo da palma forrageira em Pernambuco. Recife, Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA, 5p. (IPA - Instruções Técnicas 21).
- Ferris, G.F. 1954.** Atlas of the scale insects of North America. California, Stanford University Press, 36p.
- Flores-Hernández, A., B. Murillo-Amador, E.O. Rueda-Puente, J.C. Salazar-torres, J.L. García-Hernández & E. Troyo-Diéguéz. 2006.** Reproducción de cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Homoptera: Dactylopiidae). Rev. Mex. Biodiversidad 77: 97-102.
- Gill, R.J. 1997.** The scale insects of California. Part 3. The armored scales (Homoptera: Coccoidea: Coccidae). Technical Series in Agricultural Biosystematics and Plant Pathology N° 3. Sacramento, California, USA, California Department of Food and Agriculture, 307 p.
- Hodek, I. 1993.** Habitat and food specificity in aphidophagous predators. Biocontrol Sci. Tech. 3: 91–100.
- Hoffmann, W. 1995.** Etnobotânica, p. 12-19. In G. Barbera & P. Inglese (eds.), Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. Paraíba, SEBRAE/PB, 20p.
- Hosking, J.R., P.R. Sullivan & S.M. Welsby. 1994.** Biological control of *Opuntia stricta* (Haw.) Haw. var. *stricta* using *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) in an area of New South Wales, Australia, where *Cactoblastis cactorum* (Berg) is not a successful biological control agent. Agric. Ecos. Environ. 48: 241-255.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2006.** Atlas do Censo Demográfico Brasileiro. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo>>. Acesso em: 21 jun. 2010.
- Kogan, M. 1998.** Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. Annu. Rev. Entomol. 43: 243-270.

- Lima, C.D.S., H.S. Gomes & C.E. Detoni. 2004.** Adição de uréia e da levedura *Saccharomyces cerevisiae* no enriquecimento protéico da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* L.) cv. miúda. *Magistra* 16: 1-8.
- Lopes, E.B. 2003.** Situação Atual do Ataque da Cochonilha do Carmim (*Dactylopius coccus*, COSTA): Uma Nova Praga da Palma Forrageira no Cariri Paraibano. Lagoa Seca, EMEPA-PB, 39p. (Relatório Técnico-Fitossanitário).
- Lopes, E.B. 2007.** Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semi-árido nordestino. João Pessoa, EMEPA/FAEPA, 130p.
- Lopes, E.B., I.C. Albuquerque, C.H. Brito & J.L. Batista. 2008.** Manejo integrado da cochonilha-do-carmim na Paraíba. Lagoa Seca, EMEPA-PB, 35p. (Relatório anual de pesquisa e experimentação).
- Lopes, E.B., I.C. Albuquerque & C.H. Brito. 2009.** Velocidade de infestação e dispersão de *Dactylopius opuntiae*. *Eng. Ambient.* 6: 196-205.
- López, B.E.R., A. Flores-Hernández, E.S. César, J.C.S. Torres, M.R. Delgado & A.P. Sandoval. 2006.** Identificación, Biología y Adaptación de la cochonilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Homóptera: Dactylopiidae) a las condiciones ambientales de Bermejillo, Durango. *Rev. Chapingo Z. Áridas* 5: 41-48.
- Morais, E. 2007.** Desafio da oposição. Atuação parlamentar 2007. Brasília, Senado Federal, 228p.
- Oetting, R.D. 1984.** Biology of the cactus scale, *Diaspis echinocacti* (Bouche) (Homoptera: Diaspididae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 77: 88-92.
- Parajulee, M.N. & T.W. Phillips. 1993.** Effects of prey species on development and reproduction of the predator *Lyctocoris campestris* (Heteroptera: Anthocoridae). *Environ. Entomol.* 22: 1035-1042.

- Parra, J.R.P. 2005.** Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológicos. Piracicaba, ESALQ/FEALQ, 134p.
- Parra, J.R.P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento. 2002.** Controle biológico: terminologia, p. 1-16. In J.R.P Parra, P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo, Manole, 609 p.
- Pessoa, A.S. 1967.** Cultura da palma forrageira. Recife, SUDENE, 98p. (Divisão de Documentação).
- Rapisarda, C. & S. Longo. 2001.** Pragas da palma forrageira, p. 103-111. In G. Barbera & P. Inglese (eds.), Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. João Pessoa, SEBRAE/PB, 216p.
- Resende, A.L.S., E.E. Silva, J.G.M. Guerra, & E.L. Águia-Menezes. 2007.** Ocorrência de insetos predadores de pulgões em cultivo orgânico de couve em sistema solteiro e consorciado com adubos verdes. Seropédica-RJ, EMBRAPA, 6p. (Comunicado Técnico 101).
- Salvadori, J.R. & J.R.P. Parra. 1990.** Efeito da temperatura na biologia e exigências térmicas de *Pseudaletia sequax* (Lepidoptera: Noctuidae), em dieta artificial. *Pesqu. Agropec. Bras.* 25: 1693-1700.
- Sampaio, E.V.S.B. 1995.** Overview of the Brazilian caatinga, p. 35-63. In S.H. Bullock, A.M. Harold & E. Medina (eds.), Seasonally dry tropical forests. Cambridge, Cambridge University Press, 196p.
- Santana, S.W.J., R. Barros, J.B. Torres & M.G.C. Gondim Jr. 2010.** Exigências Térmicas da praga do coqueiro *Atheloca subrufella* (Hulst) (Lepidoptera: Phycitidae). *Neotrop. Entomol.* 39: 181-186.

- Santos, D.C, I. Farias, M.A. Lira, M.V.F. Santos, G.P. Arruda, R.S.B. Coelho, F.M. Dias & J.N. Melo. 2006.** Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco. Recife, Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, 33p. (Documentos 30).
- Silva, C.C.A. & S.M.L. Barbosa. 1984.** Ciclo biológico de *Zagreus bimaculosus* (Muls) (Coleoptera: Coccinellidae), um predador da cochonilha da palma forrageira *Diaspis echinocacti* (Bouché 1833). Maceió/AL, Epeal, 15p. (Boletim de pesquisa 2).
- Silva, J.M.C., M. Tabarelli, M.T. Fonseca, L.V. Lins. 2004.** Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para conservação. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 382 p.
- Volchansky, C.R., J.H. Hoffmann & H.G. Zimmermann. 1999.** Host-plant affinities of two biotypes of *Dactylopius opuntiae* (Homoptera: Dactylopiidae): enhanced prospects for biological control of *Opuntia stricta* (Cactaceae) in South Africa. J. Appl. Ecol. 36: 85-91.
- Wolff, V.R., C.E. Pulz, D.C. Silva, J.B. Mezzomo & C.A. Prade. 2004.** Inimigos naturais associados à Diaspididae (Hemiptera, Sternorrhyncha), ocorrentes em *Citrus sinensis* (Linnaeus) Osbeck, no Rio Grande do Sul, Brasil: I - Joanelhas e fungos entomopatogênicos. Arq. Inst. Biol. 71: 355-361.
- Zanuncio, J.C., R.N.C. Guedes, H.N. Oliveira & T.V. Zanuncio. 2002.** Uma década de estudos com percevejos predadores: conquistas e desafios, p. 495-510. In: Parra, J.R.P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo, Manole, 609p.



Figura 1. Palma forrageira, *Opuntia ficus-indica*, infestada com *Diaspis echinocacti* (A) e, no detalhe (B). (Fotos: R.M. Castro).



Figura 2. Palma forrageira, *Opuntia ficus-indica*, infestada com *Dactylopius opuntiae* (A) e, no detalhe (B). (Fotos: R.M. Castro).

## CAPÍTULO 2

BIOLOGIA COMPARADA DE *Zagreus bimaculosus* (MULSANT) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) SOBRE *Diaspis echinocacti* (HEMIPTERA: DIASPIDIDAE) E *Dactylopius opuntiae* (HEMIPTERA: DACTYLOPIIDAE)<sup>1</sup>

ROSEMARY M. CASTRO<sup>2</sup>, BEATRIZ A. J. PARANHOS<sup>3</sup>, CARLOS A. T. GAVA<sup>3</sup>, MARYELLE C. SIQUEIRA<sup>3</sup>, MARIA H. A. FERNANDES<sup>3</sup> E REGINALDO BARROS<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia - Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

<sup>3</sup>Embrapa Semiárido, Entomologia, BR 428, km 152, Caixa Postal 23, 56302-970, Petrolina, PE, Brasil.

---

<sup>1</sup>Castro, R.M., B.A.J. Paranhos, C.A.T. Gava, M.C. Siqueira, M.H.A. Fernandes & R. Barros. Biologia comparada de *Zagreus bimaculosus* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) sobre *Diaspis echinocacti* (Hemiptera: Diaspididae) e *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae). A ser submetido.

RESUMO – A incidência das cochonilhas *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemiptera: Diaspididae) e *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae), conhecida como cochonilha do carmim, é o principal problema enfrentado pelos produtores de palma forrageira, *Opuntia ficus-indica* Mill, no Semiárido nordestino brasileiro. *Zagreus bimaculosus* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) é um predador nativo da cochonilha de escama, *D. echinocacti* e, frequentemente, tem sido encontrada em áreas infestadas com *D. opuntiae*. Diante disso, neste trabalho os aspectos biológicos de *Z. bimaculosus* foram estudados sobre as duas cochonilhas. O período de incubação variou de 14,4 e 11,9 dias com *D. opuntiae* e *D. echinocacti*, respectivamente. As durações de cada instar larval de *Z. bimaculosus* sobre *D. opuntiae* e *D. echinocacti* foram, respectivamente, de: (I) 6,3 e 7,3; (II) 5,1 e 5,3; (III) 5,7 e 6,5 e (IV) 10,9 e 10,1 dias. As fases de pré-pupa e pupa apresentaram durações de 2,4 e 8,3 dias sobre *D. opuntiae* e 3,3 e 11,5 dias sobre *D. echinocacti*. As durações do período ovo-adulto foram de 52,3 e 55,7 dias e os valores de viabilidade de 60,6 e 60%, respectivamente, para indivíduos criados sobre *D. opuntiae* e *D. echinocacti*. O período de pré-oviposição foi de 37,8 e 40,9 dias sobre *D. opuntiae* e *D. echinocacti* e os valores de fecundidade foram 145,4 e 112,7 ovos/fêmea sobre essas presas, respectivamente. As fêmeas apresentaram longevidade média de 93,7 e 85,5 dias e os machos 116,7 e 111,8 dias quando alimentados com *D. opuntiae* e *D. echinocacti*, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Cochonilha, coccinélídeo, inimigo natural, controle biológico

COMPARED BIOLOGY OF *Zagreus bimaculosus* (MULSANT) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) IN *Diaspis echinocacti* (HEMIPTERA: DIASPIDIDAE) AND *Dactylopius opuntiae* (HEMIPTERA: DACTYLOPIIDAE)

ABSTRACT – The incidence of scale insects *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemiptera: Diaspididae) and *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae), known as carmine cochineal, is the main problem faced by producers of cactus pear, *Opuntia ficus-indica* Mill, in the semiarid region of northeastern Brazil. *Zagreus bimaculosus* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) is a native predator of *D. echinocacti*, and often has been found in areas infested with *D. opuntiae*. Thus, in this study, the biological aspects of *Z. bimaculosus* were investigated on the two scales. The incubation period ranged from 14.39 and 11.88 days on *D. opuntiae* and *D. echinocacti*, respectively. The duration of each larval instar of *Z. bimaculosus* on *D. opuntiae* and *D. echinocacti*, respectively, were: (I) 6.32 and 7.35; (II) 5.14 and 5.29; (III) 5.67 and 6.49; (IV) 10.87 and 10.14 days. Durations of pre-pupal and pupal stages were 2.44 and 8.33 days on *D. opuntiae* and 3.32 and 11.46 days on *D. echinocacti*. The durations of egg-adult period were 52.25 and 55.72 days and the viability values of 60.6 and 60%, respectively, for individuals reared on *D. opuntiae* and *D. echinocacti*. The pre-oviposition period was 37.8 and 40.9 days on *D. opuntiae* and *D. echinocacti* and the fertility values were 145.4 and 112, 71 eggs / female on these preys, respectively. The mean longevity of females was 93.75 and 85.5 days and of males was 116.68 and 111.83 days when fed with *D. opuntiae* and *D. echinocacti* respectively.

KEY WORDS: Scales, coccinellid, natural enemy, biological control

## Introdução

O principal fator limitante da produção de palma forrageira, *Opuntia ficus-indica* Mill, no Semiárido nordestino é a alta incidência de cochonilhas, principais pragas da cultura (Santos *et al.* 2006). No processo de alimentação, esses insetos sugam a seiva da planta e podem inocular toxinas, resultando no amarelecimento e queda dos cladódios. Em infestações mais severas, quando não é adotada medida de controle, pode ocorrer morte da planta e a destruição de toda área de plantio (Cavalcanti *et al.* 2001).

No Brasil, as espécies predominantemente encontradas infestando a cultura são a cochonilha de escama, *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemiptera: Diaspididae), que está difundida ao longo de toda área produtora, e a cochonilha do carmim, *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae), praga detectada em 2001 e ainda restrita aos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará. No entanto, estima-se que até o momento, esta cochonilha já tenha destruído mais de 100 mil hectares de lavoura nesses estados (Chiacchio 2008) e apresenta sério risco de introdução em outros estados devido à sua fácil disseminação (Lopes 2009).

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) é a ferramenta mais apropriada para o controle da praga, pois consiste no uso racional de práticas de controle fitossanitário através de medidas múltiplas, que mantêm as populações das pragas abaixo do nível de dano econômico, promovendo a proteção das plantas, do homem, dos animais e do ambiente (Batista Filho 2006). Essa preocupação ambiental aliada ao baixo poder aquisitivo dos produtores reforça a necessidade da integração de alternativas de controle dessa praga, de modo a atender o desenvolvimento sustentável e a viabilidade de custos para a agricultura familiar.

Dentre as práticas de controle do MIP, está o emprego de inimigos naturais como agentes de controle e, dentre eles, o uso de predadores no controle de pragas é cada vez maior. Na cultura da

palma forrageira no Semiárido nordestino é citado como agente de controle biológico natural o coccinelídeo *Zagreus bimaculosus* (Mulsant), joaninha predadora associada à *D. echinocacti*. No entanto, em recentes observações realizadas em vários municípios do estado de Pernambuco, a joaninha foi, freqüentemente, encontrada sobre plantas infestadas com *D. opuntiae* (Brito *et al.* 2008).

Para se avaliar o potencial de uma espécie como agente de controle biológico, é necessário o estudo dos seus requerimentos alimentares e da dieta mais adequada (Galvão *et al.* 2008), uma vez que a quantidade e a qualidade do alimento podem afetar o desenvolvimento, a longevidade e o potencial reprodutivo dos insetos (Parajulee & Phillips 1993, Santana *et al.* 2010). Dessa forma, este trabalho teve como objetivo o estudo da biologia de *Z. bimaculosus* sobre *D. opuntiae* em comparação com *D. echinocacti* visando fornecer informações sobre a adequação do predador à nova praga, bem como selecionar o hospedeiro mais adequado ao seu desenvolvimento.

### **Material e Métodos**

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Entomologia da Embrapa Semiárido – CPATSA, em estufa incubadora do tipo B.O.D, à temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 5\%$  e fotofase de 12h. As criações dos insetos foram estabelecidas em sala climatizada a  $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  de UR e fotofase de 12h.

**Obtenção e Criação da Presa *D. echinocacti*.** Raquetes de palma infestadas com a cochonilha foram coletadas em campo no município de Petrolina/PE e levadas ao laboratório para multiplicação. O material passou por uma revisão, a fim de retirar, com auxílio de um pincel, os inimigos naturais que eventualmente viessem com as plantas. Em seguida, as raquetes infestadas foram acondicionadas em prateleiras de alumínio e junto a elas foram expostas raquetes sadias para possibilitar novas infestações por ninfas móveis de primeiro instar.

Após 50 dias, aproximadamente, as novas raquetes se encontravam totalmente infestadas, quando então, parte foi usada para infestação de novas raquetes sadias e outra foi usada para condução dos experimentos.

**Obtenção e Criação da Presa *D. opuntiae*.** Raquetes de palma infestadas com a cochonilha do carmim foram coletadas em campos cultivados na cidade de Dormentes/PE e levadas ao laboratório. Previamente, o material também passou por uma revisão para a retirada de eventuais inimigos naturais que viessem com a planta.

As raquetes infestadas foram individualizadas em recipientes plásticos (30 x 17 x 10 cm) cobertos com filme plástico de PVC, onde ficaram até a obtenção de ninfas de primeiro instar, caracterizadas por serem móveis. As ninfas foram retiradas com pincel e depositadas sobre a superfície de raquetes sadias em novos recipientes, sendo em seguida também cobertos com filme plástico de PVC para evitar o escape das ninfas. A data de fixação das ninfas nas raquetes foi anotada para acompanhamento da idade das cochonilhas e assim, possibilitar a obtenção da presa em quantidade e com idade desejada. A partir de 50 dias após a infestação, as raquetes foram utilizadas para alimentação dos insetos. Antes de serem ofertadas, as raquetes passavam por um processo de eliminação de colônias recém formadas, pois ninfas de fêmeas recém fixadas possuem a camada cerosa, que cobre seu corpo, ainda pouco densa, fazendo com que os predadores se prendessem a este novelo, impedindo-os de se locomover, fato que provocou a mortalidade de muitas joaninhas nos testes preliminares.

**Obtenção e Criação do Predador *Z. bimaculosus*.** A criação de *Z. bimaculosus* foi estabelecida a partir de insetos coletados em áreas do município de Petrolina/PE implantadas com palma forrageira infestada com cochonilha de escama, *D. echinocacti* e transportados para o laboratório, onde foram acondicionados em recipientes plásticos (12 x 10 x 7 cm) forrados com folha de papel toalha e cobertos com tampas com abertura central confeccionada com tecido tipo “voil”.

Diariamente, em cada recipiente, foi colocada quantidade suficiente de ovos da presa alternativa *Sitotroga cerealella* (Oliver) (Lepidoptera: Pyralidae) para que não houvesse falta de alimento. Os ovos de *S. cerealella* foram provenientes da criação existente no laboratório e multiplicados segundo Freitas (2001). Foi oferecida presa alternativa para evitar que condicionamento pré-imaginal dos insetos influenciasse no seu desenvolvimento, uma vez que a cochonilha da qual se alimentavam em campo constituiu um dos tratamentos a ser avaliado. Os ovos foram disponibilizados sobre o papel toalha, e uma dieta artificial pastosa, à base de germe de trigo e levedura de cerveja, utilizada por Vogt *et al.* (2000), foi aplicada na parte interna de duas das paredes do recipiente. Testes preliminares demonstraram um acréscimo na oviposição quando as fêmeas receram a dieta artificial somada aos ovos de *S. cerealella*. No interior da caixa ainda foi depositada uma placa de Petri de acrílico de cinco centímetros de diâmetro contendo um chumaço de algodão umedecido com água destilada. Como substratos de oviposição foram acrescentados dois chumaços de algodão hidrofóbico, que foram substituídos a cada três dias.

Após o período recebendo as posturas, os chumaços de algodão contendo os ovos foram transferidos para outros recipientes plásticos até a eclosão das larvas, quando então foram coletadas e transferidas para potes plásticos (11,5 x 8,5 x 6,5 cm), também forrados com uma folha de papel toalha e cobertos com filme plástico de PVC. A cada dois dias, as larvas foram alimentadas “*ad libitum*” com ovos de *S. cerealella*. Os insetos foram mantidos nestas condições até a empupação, quando o fornecimento de alimento foi suspenso. Assim que os adultos emergiram, foram coletados com o auxílio de uma pinça e acondicionados em gaiolas de criação de adultos.

**Biologia Comparada de *Z. bimaculosus*.** Insetos da criação foram divididos em dois grupos que passaram a receber, separadamente, as cochonilhas estudadas em substituição aos ovos de *S. cerealella*. A partir da segunda geração após a troca de dieta, chumaços de algodão contendo

posturas de até 15h de idade foram colocados em placas de Petri forradas com papel filtro e mantidos na estufa incubadora. Para cada dieta (tratamento) foram utilizadas cinco repetições constituídas de 30 ovos cada. Foram feitas observações diárias para determinar o período de incubação em cada tratamento e, posteriormente, estimar a viabilidade de ovos.

Após a eclosão, foram formados quatro grupos de 15 larvas por tratamento, e individualizadas em placas de Petri plásticas (6 cm de diâmetro) contendo um disco de 5 cm de diâmetro de palma forrageira e receberam “*ad libitum*” ninfas e colônias da espécie de cochonilha que haviam sendo alimentadas durante o período de adaptação da nova dieta. Os discos contendo o inseto-praga foram repostos a cada dois dias e as avaliações de mudança de estágio foram feitas diariamente. Após a emergência dos adultos, fez-se a sexagem através da observação do número de segmentos abdominais dos mesmos seguindo a indicação de Corrêa (2008), que observaram que machos de *Z. bimaculosus* possuem seis esternitos visíveis e fêmeas, apenas cinco.

Em seguida, casais foram acondicionados em recipientes plásticos (10 x 10 x 7 cm) forrados com papel toalha e cobertos com tampas com abertura central confeccionada com tecido tipo “voil”. Nos recipientes foram adicionados chumaços de algodão como substrato de oviposição. Foram registrados dados de período de pré-oviposição, fecundidade e longevidade dos insetos.

Os resultados foram submetidos ao teste t (Proc TTEST), após atenderem aos requisitos dos testes de Kolmogorov e Bartlett para normalidade e homogeneidade de variância, respectivamente. As análises foram realizadas utilizando o programa SAS Version 8.02 (SAS Institute 1999-2001).

## **Resultados e Discussão**

O desenvolvimento de *Z. bimaculosus* se constitui das fases de ovo, larva, pré-pupa, pupa e adulto (Fig. 1) e foi influenciado pelas presas oferecidas.

O período embrionário do predador diferiu conforme a dieta recebida ( $t_{24,6} = 2,08$ ;  $P < 0,0001$ ), variando de 14,4 e 11,9 dias com *D. opuntiae* e *D. echinocacti*, respectivamente. No entanto, a viabilidade desta fase não apresentou variação ( $t_{8,1} = -0,26$ ;  $P = 0,8101$ ), mantendo-se acima de 67% (Tabela 1). Os ovos apresentaram coloração amarelada quando os adultos receberam como dieta a cochonilha *D. echinocacti* e coloração avermelhada quando alimentados com *D. opuntiae*.

*Z. bimaculosus* apresentou quatro instares larvais com valores menores quando alimentados com *D. opuntiae* no primeiro ( $t_{43,2} = -4,24$ ;  $P < 0,0001$ ) e no terceiro ( $t_{44} = -3,85$ ;  $P = 0,0002$ ) instares e valores semelhantes no segundo ( $t_{41,8} = -0,82$ ;  $P = 0,4271$ ) e quarto ( $t_{82,5} = 1,6$ ;  $P = 0,1135$ ) instares. As viabilidades dos diferentes instares não foram influenciadas pela dieta recebida, mantendo-se sempre superiores a 95% (Tabela 2). Em ambos os tratamentos, o quarto instar foi o que apresentou maior duração. Esse comportamento se deve ao fato do inseto precisar armazenar energia para as fases de pré-pupa, onde cessa a alimentação, e pupa, quando ocorrem grandes transformações morfológicas durante a metamorfose (Medeiros 2001). O período da fase larval apresentou valores de 28 e 29,1 dias sobre *D. opuntiae* e *D. echinocacti*, respectivamente, também não apresentando diferença estatística entre os valores ( $t_{42,6} = -1,88$ ;  $P = 0,0842$ ). A viabilidade da fase larval também não apresentou diferença ( $t_{14,1} = -0,71$ ;  $P = 0,5185$ ) quando o predador foi criado sobre *D. opuntiae* e *D. echinocacti*, apresentando valores superiores a 95% (Tabela 1). Silva & Barbosa (1984), estudando a biologia de *Z. bimaculosus* sobre *D. echinocacti*, encontrou valores de duração das fases de desenvolvimento do predador muito abaixo dos valores encontrados neste estudo. Os autores registraram duração do período embrionário de apenas 6,5 e período larval de 13,5 dias. Isso pode ter acontecido pelo fato de os predadores do estudo anterior terem sido alimentados com a cochonilha estudada durante muitas gerações anteriores e estarem

totalmente condicionados à dieta, enquanto neste estudo foram usados insetos alimentados com ovos da presa alternativa, *S. cerealella*, até duas gerações anteriores no intuito de evitar que o condicionamento pré-imaginal influenciasse nos dados obtidos na biologia comparada.

A fase de pré-pupa de *Z. bimaculosus* apresentou menor duração quando os insetos foram alimentados com a cochonilha do carmim ( $t_{41} = -5,57$ ;  $P < 0,0001$ ) e durou 2,4 e 3,3 dias para *D. opuntiae* e *D. echinocacti*, respectivamente, enquanto a viabilidade não diferiu entre os tratamentos ( $t_{14,3} = -0,45$ ;  $P = 0,6776$ ), sendo mantida com valores superiores a 95% (Tabela 1). Nesta fase, os insetos cessaram a alimentação e se fixaram pela porção final do abdome à superfície vegetal, assim permanecendo até a transformação em pupa.

O período pupal foi influenciado pela dieta ( $t_{51,2} = -1,04$ ;  $P < 0,0001$ ), apresentando valores de 8,3 e 11,5 dias para *D. opuntiae* e *D. echinocacti*, respectivamente, e viabilidades semelhantes ( $t_{25,3} = 3,95$ ;  $P > 0,7341$ ) e superiores a 97% para os dois tratamentos (Tabela 1).

O período total de desenvolvimento de *Z. bimaculosus* foi influenciado pela dieta ( $t_{35,6} = -3,12$ ;  $P < 0,0001$ ), apresentando menor duração quando alimentados com *D. opuntiae*. A duração foi de 52,3 dias quando alimentados com a cochonilha do carmim e 55,7 dias sobre a cochonilha de escama. No entanto, a viabilidade não diferiu entre os tratamentos ( $t_{14} = 0,26$ ;  $P > 0,8058$ ) (Tabela 1). Adultos de *Z. bimaculosus* apresentaram, logo após a emergência, coloração amarelada, com élitros de cor laranja intenso e uma pontuação preta em cada um.

Flores-Hernández *et al.* (2006), estudando o ciclo biológico da cochonilha *D. opuntiae* nas mesmas condições de temperatura deste estudo, relatou duração do ciclo total das fêmeas em torno de 77 dias, ou seja, período de desenvolvimento superior ao encontrado para o predador, fato relevante uma vez que em programas de controle biológico, o tempo de desenvolvimento do predador influi em sua capacidade de diminuir a população da presa. Se a taxa de

desenvolvimento do predador for menor que a da presa, esse inimigo natural não é apto a controlá-la, e conseqüentemente não será um bom agente de controle biológico (Dixon *et al.* 1997).

O período de pré-oviposição de *Z. bimaculosus* não foi afetado pela alimentação ( $t_{18,1} = -0,32$ ;  $P = 0,7653$ ), e variou de 37,8 a 40,9 dias para insetos alimentados com *D. opuntiae* e *D. echinocacti*, respectivamente (Tabela 3). As posturas foram realizadas preferencialmente sobre o algodão e os dados de fecundidade foram de 145,4 e 112,7 ovos por fêmea quando alimentadas com *D. opuntiae* e *D. echinocacti*, respectivamente, apresentando diferença estatística entre os valores ( $t_{18,5} = 0,23$ ;  $P = 0,0027$ ) (Tabela 3). Segundo Flores-Hernández *et al.* (2006) a média de ovos depositados por *D. opuntiae* é de 131 ovos por fêmea, valor inferior ao encontrado para o predador *Z. bimaculosus* alimentado com essa cochonilha neste estudo. Essa informação é importante, uma vez que um bom predador deve apresentar fecundidade igual ou superior ao de sua presa (Huffaker *et al.* 1976).

A longevidade apresentada pelas fêmeas alimentadas com *D. opuntiae* não diferiu daquelas que receberam como dieta *D. echinocacti* ( $t_{13,9} = 0,32$ ;  $P > 0,7653$ ), apresentando valores superiores a 85 dias. A longevidade dos machos alimentados com as diferentes cochonilhas também foi semelhante ( $t_{23} = 0,19$ ;  $P > 0,8485$ ), sendo os valores superiores a 110 dias (Tabela 3). Os valores encontrados neste estudo foram superiores aos publicados por Silva & Barbosa (1984) que obtiveram longevidade média de 77 dias para fêmeas e de 66 dias para machos quando alimentados com *D. echinocacti*. Diferenças no tipo de presa podem levar à variação na longevidade e no potencial reprodutivo de predadores (Parajulee & Phillips 1993). O fato de adultos de *Z. bimaculosus* terem valores de longevidade semelhantes tanto sobre a presa nativa quanto sobre a exótica é um ponto importante para o uso desse predador em programas de

controle biológico aplicado, pois quanto mais longínquos, mais se alimentarão, elevando assim o potencial para reduzir as populações da cochonilha em campo.

Os resultados obtidos no presente trabalho demonstraram adequação da cochonilha exótica *D. opuntiae* como dieta para *Z. bimaculosus*, uma vez que proporcionou menor duração do ciclo total e maior fecundidade das fêmeas em relação às alimentadas com sua presa nativa *D. echinocacti* e valores semelhantes nos demais parâmetros avaliados. No entanto, no momento da decisão sobre a multiplicação do predador em laboratório é de relevante importância considerar a maior facilidade de sua criação sobre *D. echinocacti*, já que a presença de colônias recém formadas de *D. opuntiae*, que possuem camada cerosa pouco densa, sobre as raquetes provoca a imobilização do inseto e, conseqüentemente, sua morte, e a eliminação destas colônias antes de oferecê-las aos predadores demanda muito tempo. Em campo o problema não é percebido, uma vez que as ninfas preferem se fixar em locais próximos ou sob outras colônias já formadas e, portanto, com camada de cera bastante densa.

Os dados encontrados neste estudo são muito importantes para futuros trabalhos com criações massais manipuladas em laboratório e semi-campo de *Z. bimaculosus*, pois podem utilizar nossos resultados como parâmetro a fim de melhorar o “fitness” reprodutivo desse agente entomófago de controle biológico.

### **Agradecimentos**

À Embrapa Semiárido e o IF Sertão PE, por propiciar a execução desta pesquisa, à Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP – pelo auxílio financeiro através do projeto “Manejo Integrado da cochonilha do carmim em palma forrageira na região Semiárida do Nordeste Brasileiro” e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo ao primeiro autor deste trabalho.

### Literatura citada

- Batista Filho, A. 2006.** Controle biológico de Insetos e Ácaros. São Paulo, Instituto Biológico de São Paulo, 86p. (Boletim Técnico 15).
- Brito, C.H., E.B. Lopes, I.C. Albuquerque & J.L. Batista. 2008.** Avaliação de produtos alternativos e pesticidas no controle da cochonilha-do-carmim na Paraíba. Rev. Biol. Ciênc. Terra 8: 1-5.
- Cavalcanti, V.A.L.B., R.C. Sena, J.L.B. Coutinho, G.P. Arruda & F.B. Rodrigues. 2001.** Controle das cochonilhas da palma forrageira. Recife, Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, 2p. (IPA Responde 39).
- Chiacchio, F.P.B. 2008.** Incidência da cochonilha do carmim em palma forrageira. Bahia Agríc. 8: 12-14.
- Corrêa, G.H. 2008.** Estudo de seis gêneros Neotropicais de Chilocorini e revisão de *Harpasus* Mulsant, 1850 (Coleoptera, Coccinellidae, Chilocorinae). Dissertação de Mestrado, UFPR, Curitiba, 117 p.
- Dixon, A.F.G., J.L. Hemptinne & P. Kindlmann. 1997.** Effectiveness of ladybirds as biological control agents: patterns and processes. Entomophaga 42: 71-83.
- Flores-Hernández, A., B. Murillo-Amador, E.O. Rueda-Puente, J.C. Salazar-Torres, J.L. García Hernández & E. Troyo-Diéguéz. 2006.** Reproducción de cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Homoptera: Dactylopiidae). Rev. Mex. Biodiversidad 77: 97-102.
- Freitas, S. 2001.** Criação de crisopídeos (bicho lixeiro) em laboratório. Jaboticabal, FUNEP, 20p.
- Galvão, A.S., M.G.C. Gondim Jr., G.J. Moraes & J.V. Oliveira. 2008.** Exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade de *Amblyseius largoensis*. Ciênc. Rural 38: 1817-1823.

- Huffaker, C.B., F.J. Simmonds & J.E. Lating. 1976.** The theoretical and empirical basis of biological control, p. 41-78. In C.B. Huffaker & P.S. Messenger (eds.), Theory and practice of biological control. New York, Academic Press, 788p.
- Lopes, E.B., I.C. Albuquerque & C.H. Brito. 2009.** Velocidade de infestação e dispersão de *Dactylopius opuntiae*. Eng. Ambient. 6: 196-205.
- Medeiros, R.S. 2001.** Influência da temperatura no desenvolvimento e na reprodução de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) e no desenvolvimento de sua presa, *Alabama argillacea* (Lepdoptera: Noctuidae). Dissertação de mestrado, UFV, Viçosa, 111p.
- Parajulee, M.N. & T.W. Phillips. 1993.** Effects of prey species on development and reproduction of the predator *Lyctocoris campestris* (Heteroptera: Anthocoridae). Environ. Entomol. 22: 1035-1042.
- Santana, S.W.J., R. Barros, J.B. Torres & M.G.C. Gondim Jr. 2010.** Exigências Térmicas da Praga do Coqueiro *Atheloca subrufella* (Hulst) (Lepidoptera: Phycitidae). Neotrop. Entomol. 39: 181-186.
- Santos, D.C, I. Farias, M.A. Lira, M.V.F. Santos, G.P. Arruda, R.S.B. Coelho, F.M. Dias & J.N. Melo. 2006.** Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco. Recife, Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA (Documentos 30).
- SAS Institute, 1999-2001.** SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2MO. Cary, SAS Institute Inc.
- Silva, C.C.A. & S.M.L. Barbosa. 1984.** Ciclo biológico de *Zagreus bimaculosus* (Muls) (Coleoptera: Coccinellidae), um predador da cochonilha da palma forrageira *Diaspis echinocacti* (Bouché 1833). Maceió/AL, EPEAL, 15p. (Boletim de pesquisa 2).

**Vogt, H., F. Bigler, K. Brown, M.P. Candolfi, F. Kemmeter, C. Kühner, M. Moll, A. Travis, A. Ufer, E. Viñuela, M. Waldburger & A. Waltersdorfer. 2000.** Laboratory method to test effects of plant protection products on larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae), p. 107-119. In M.P. Candolfi, S. Blümel, R. Forster, F.M. Bakker, C. Grimm, S.A. Hassan, U. Heimbach, M.A. Mead-Briggs, B. Reber, R. Schmuck & H. Vogt (eds.), Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods. Reinheim, IOBC/WPRSG, 305p.

Tabela 1. Duração (dias) e sobrevivência (%) (média  $\pm$  EP) dos estágios de desenvolvimento de *Zagreus bimaculosus* alimentados com *Dactylopius opuntiae* e *Diaspis echinocacti*.

	Duração (dias) <sup>1</sup>		Estatística	
	<i>D. opuntiae</i>	<i>D. echinocacti</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
Ovo	14,4 $\pm$ 0,08 a	11,9 $\pm$ 0,09 b	2,08	< 0,0001
Larva	28,0 $\pm$ 0,48 a	29,1 $\pm$ 0,38 a	-1,88	0,0842
Pré-pupa	2,4 $\pm$ 0,11 a	3,3 $\pm$ 0,11 b	-5,57	< 0,0001
Pupa	8,3 $\pm$ 1,33 a	11,5 $\pm$ 0,26 b	-1,04	< 0,0001
Ovo – adulto	52,3 $\pm$ 0,48 a	55,7 $\pm$ 0,68 b	-3,12	< 0,0001
	Viabilidade (%) <sup>1</sup>			
Ovo	67,3 $\pm$ 3,86 a	69,3 $\pm$ 6,31 a	-0,26	0,8101
Larva	95,6 $\pm$ 2,22 a	97,8 $\pm$ 2,22 a	-0,71	0,5185
Pré-pupa	95,2 $\pm$ 4,76 a	97,6 $\pm$ 2,38 a	-0,45	0,6776
Pupa	100,0 $\pm$ 0,00 a	97,6 $\pm$ 0,16 a	3,95	0,7341
Ovo – adulto	60,6 $\pm$ 2,02 a	60,0 $\pm$ 1,53 a	0,26	0,8058

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, na linha, pelo teste t a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Duração (dias) e sobrevivência (%) (média ± EP) dos instares larvais de *Zagreus bimaculosus* alimentados com *Dactylopius opuntiae* e *Diaspis echinocacti*.

	Duração dos ínstars (dias) <sup>1</sup>			
	1°	2°	3°	4°
<i>D. opuntiae</i>	6,3 ± 0,15 a	5,1 ± 0,13 a	5,7 ± 0,15 a	10,9 ± 0,15 a
<i>D. echinocacti</i>	7,3 ± 0,19 b	5,3 ± 0,13 a	6,5 ± 0,15 b	10,1 ± 0,33 a
Teste <i>t</i>	-4,24	-0,88	-3,85	1,60
Valor de <i>P</i>	< 0,0001	0,4271	0,0002	0,1135
	Viabilidade (%) <sup>1</sup>			
	1°	2°	3°	4°
<i>D. opuntiae</i>	95,6 ± 2,22 a	100,0 ± 0,00 a	100,0 ± 0,00 a	97,8 ± 2,22 a
<i>D. echinocacti</i>	100,0 ± 0,00 a	95,6 ± 0,06 a	97,8 ± 0,07 a	97,8 ± 2,22 a
Teste <i>t</i>	2,78	-3,04	-0,82	0,39
Valor de <i>P</i>	0,1488	0,2218	0,1411	0,8101

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, na coluna, pelo teste *t* a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Duração do período de pré-oviposição, fecundidade e longevidade de *Zagreus bimaculosus* alimentados com *Dactylopius opuntiae* e *Diaspis echinocacti*.

Presas <sup>1</sup>	Pré-oviposição (dias)	Fecundidade (ovos/♀)	Longevidade ♀ (dias)	Longevidade ♂ (dias)
<i>D. opuntiae</i>	37,8 ± 7,56 a	145,4 ± 5,31 a	93,7 ± 8,11 a	116,7 ± 6,11 a
<i>D. echinocacti</i>	40,9 ± 6,89 a	112,7 ± 3,99 b	85,5 ± 7,50 a	111,8 ± 2,96 a
Teste <i>t</i>	-0,32	0,23	0,32	0,19
Valor de <i>P</i>	0,7653	0,0027	0,7653	0,8485

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, na coluna, pelo teste *t* a 5% de probabilidade.

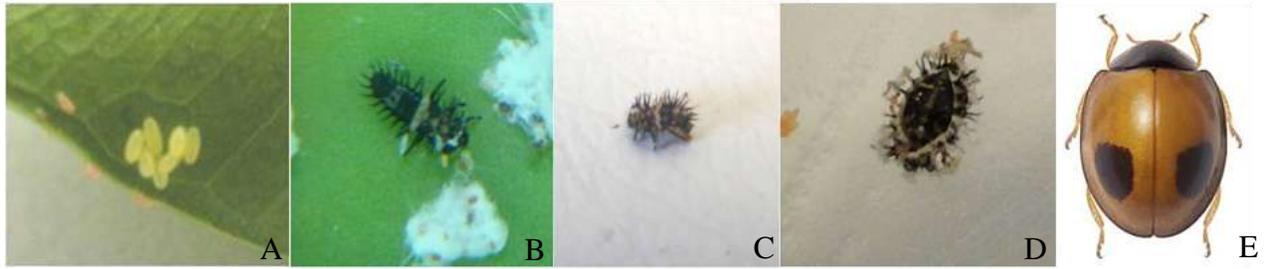


Figura 1. Fases de desenvolvimento de *Zagreus bimaculosus*: ovo (A), larva (B), pré-pupa (C), pupa (D) e adulto (E). (Fotos: R.M.Castro).

### CAPÍTULO 3

#### EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Zagreus bimaculosus* (MULSANT) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)<sup>1</sup>

ROSEMARY M. DE CASTRO<sup>2</sup>, BEATRIZ A. J. PARANHOS<sup>3</sup>, CARLOS A. T. GAVA<sup>3</sup>, MARYELLE C.  
SIQUEIRA<sup>3</sup>, MARIA H.A. FERNANDES<sup>3</sup> E REGINALDO BARROS<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia - Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av.  
Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

<sup>3</sup>Embrapa Semiárido, Entomologia, BR 428, km 152, Caixa Postal 23, 56302-970, Petrolina, PE,  
Brasil.

---

<sup>1</sup>Castro, R.M., B.A.J. Paranhos, C.A.T. Gava, M.C. Siqueira, M.H.A. Fernandes & R. Barros.  
Exigências térmicas de *Zagreus bimaculosus* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae). A ser  
submetido.

RESUMO – A joaninha *Zagreus bimaculosus* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) é um predador nativo da cochonilha de escama, *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemiptera: Diaspididae), importante praga da palma forrageira, *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill, considerada principal base alimentar de bovinos, caprinos e ovinos na região Semiárida do Nordeste brasileiro. Frequentemente, essa joaninha tem sido encontrada em áreas infestadas com a cochonilha do carmim, *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae), o que tem despertado o interesse em utilizá-la no controle dessa praga. Diante disso, neste trabalho estudou-se a biologia de *Z. bimaculosus* nas temperaturas de 18, 22, 25, 28, 30, 32 e 34°C. O aumento da temperatura resultou em redução no período de desenvolvimento de todas as fases de *Z. bimaculosus*. O período ovo-adulto variou de 27,9 a 84,7 dias entre 32 e 18°C e apresentou viabilidade superior a 50% entre as temperaturas de 22 e 30°C. A temperatura base (Tb) e a constante térmica (K) requerida por *Z. bimaculosus* criados em *D. opuntiae* foi de 12,9°C e 543,5 graus-dia, respectivamente. Baseados nas exigências térmicas determinadas para *Z. bimaculosus* e nas normais térmicas para o sertão de Pernambuco estimou-se que o predador pode completar até 8,6 gerações/ano nesta localidade.

PALAVRAS-CHAVE: Inseto predador, cochonilha do carmim, temperatura base, constante térmica

THERMAL REQUIREMENTS OF *Zagreus bimaculosus* (MULSANT) (COLEOPTERA:  
COCCINELLIDAE)

ABSTRACT – The ladybug *Zagreus bimaculosus* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) is a native predator of the scale *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemiptera: Diaspididae), important pest of cactus pear, *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill, considered the main food of cattle, goats and sheep in the semiarid region of northeastern Brazil. This predator has been found in areas infested with carmine cochineal, *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae), which has raised interest in using it against this pest. Thus, this work investigated the effect of different temperatures (18, 22, 25, 28, 30, 32 and 34°C) on the biological performance of the *Z. bimaculosus*. The developmental time of all immature stages reduced when the temperature increased. The egg to adult period ranged from 27.9 to 84.7 days from 32 to 18°C and showed viability greater than 50% between the temperatures of 22 and 30°C. The lower temperature threshold and thermal requirement for egg-adult period were 12.9°C and 543.5 degree-days, respectively. Based on thermal requirements determined for *Z. bimaculosus* and average temperatures in the semiarid region of Pernambuco State were estimated that *Z. bimaculosus* is able to complete up to 8,6 generations per year in this area.

KEY WORDS: Predator insect, carmine cochineal, development threshold, thermal requirements

## Introdução

A preocupação mundial com o meio ambiente e com a degradação dos ecossistemas provocada pelas atividades humanas, dentre elas o controle químico de pragas agrícolas, cresce indubitavelmente. Por isso é necessário que se busque estratégias de controle de pragas baseadas em práticas que sejam econômica e ecologicamente vantajosas. O controle biológico é uma ferramenta dentro do Manejo Integrado de Pragas, MIP, que quando bem realizado, pode reduzir os danos causados pelas pragas, mantendo a viabilidade econômica do sistema produtivo sem causar impacto para o homem e ambiente (Zanuncio *et al.* 2002).

Os insetos da família Coccinellidae possuem grande importância econômica devido à sua atividade no controle biológico de pragas (Hagen 1962, Booth *et al.* 1990, Hodek 1993). O hábito predador da maioria das espécies de joaninhas faz com que muitas delas sejam utilizadas em programas de controle biológico, pois tanto as larvas quanto os adultos possuem uma grande voracidade e atividade de busca por alimento e ocupam todos os ambientes de suas presas (Hodek 1973).

A joaninha *Zagreus bimaculosus* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) é um predador nativo da cochonilha de escama, *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemiptera: Diaspididae), importante praga da palma forrageira *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill, que é a principal base alimentar de bovinos, caprinos e ovinos na região Semiárida do Nordeste brasileiro. Frequentemente, essa joaninha tem sido encontrada em áreas infestadas com a cochonilha do carmim, *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae) (Brito *et al.* 2008), o que tem despertado o interesse em utilizá-la no controle dessa praga.

Apesar desta constatação, poucos são os relatos de pesquisa com este predador. Estudos realizados visando conhecer a sua biologia em laboratório demonstraram que o inseto alimentado com *D. echinocacti* passa pelas fases de desenvolvimento de ovo, larva (com quatro instares),

pupa e adulto, completando uma geração a cada 26 dias a 25°C (Silva & Barbosa 1984). No entanto, não existem estudos sobre o desenvolvimento do predador em condições variadas de temperatura, bem como relacionados à determinação dos requerimentos térmicos.

A temperatura é um dos fatores climáticos que mais interfere no metabolismo, longevidade, comportamento e reprodução dos insetos (Scriber & Slansky Jr. 1981), portanto, para se avaliar o potencial de uma espécie como agente de controle biológico é necessário o conhecimento das necessidades térmicas das diferentes fases de desenvolvimento, para que se possa determinar o número de gerações anuais e a época favorável à ocorrência de altas densidades populacionais em campo, além disso, a resposta dos coccinelídeos à temperatura pode fornecer evidências para auxiliar na avaliação da competitividade com outras espécies e da adaptação aos diferentes climas (Frazer & McGregor 1992).

Em programas de controle biológico, o tempo de desenvolvimento do predador influi em sua capacidade de diminuir a população da presa, pois a relação das taxas de desenvolvimento do predador e da presa pode indicar se o inimigo natural é apto a controlá-la ou não em campo (Dixon *et al.* 1997). Estudos em laboratório fornecem subsídios para obtenção do número de indivíduos desejados, bem como a disponibilidade de populações para realização de estudos básicos durante períodos em que sob condições naturais não seria possível (Parra 2005).

Dessa forma, considerando-se a necessidade de estudos básicos sobre o predador, este trabalho teve como objetivo estudar o efeito da temperatura sobre a biologia de *Z. bimaculosus* e estimar as exigências térmicas e o número de gerações para o sertão nordestino, principal região produtora de palma forrageira.

## Material e Métodos

**Obtenção e Criação de *Z. bimaculosus*.** Os insetos foram provenientes da criação existente no Laboratório de Entomologia da Embrapa Semiárido – CPATSA e mantidos à temperatura de  $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12h. Adultos de *Z. bimaculosus* foram acondicionados em recipientes plásticos (30 x 17 x 10 cm) forrados com uma folha de papel toalha e cobertos com filme plástico de PVC contendo uma raquete de palma forrageira infestadas por ninfas e colônias de *D. opuntiae*. Antes de serem ofertadas, as raquetes passaram por um processo de eliminação de colônias recém formadas, pois ninfas de fêmeas recém fixadas possuem a camada cerosa, que cobre seu corpo, ainda pouco densa, fazendo com que os predadores se prendessem a este novelo, impedindo-os de se locomover, fato que provocou a mortalidade de muitas joaninhas nos testes preliminares. No interior da caixa ainda foi depositada uma placa de Petri de acrílico de cinco centímetros de diâmetro contendo um chumaço de algodão umedecido com água destilada. Como substratos de oviposição foram acrescentados dois chumaços de algodão hidrofóbico, que foram substituídos a cada três dias.

Após o período recebendo as posturas, os chumaços de algodão contendo os ovos foram transferidos para outros recipientes plásticos até a eclosão das larvas, quando então foram coletadas e transferidas para potes plásticos (11,5 x 8,5 x 6,5 cm), também forrados com uma folha de papel toalha e cobertos com filme plástico de PVC. As larvas também foram alimentadas com ninfas e colônias de *D. opuntiae*, oferecidas a cada dois dias. Os insetos foram mantidos nestas condições até a empupação, quando o fornecimento de alimento foi suspenso. Assim que os adultos emergiram foram acondicionados em gaiolas de criação de adultos.

**Efeito da Temperatura no Desenvolvimento de *Z. bimaculosus*.** As diferentes fases de desenvolvimento de *Z. bimaculosus* foram estudadas nas temperaturas de 18, 22, 25, 28 30, 32 e  $34^\circ\text{C}$ , em estufas incubadoras do tipo B.O.D. com umidade relativa de  $70 \pm 5\%$  e fotofase de 12h.

Para tanto, chumaços de algodão contendo posturas de até 15h de idade foram colocados em placas de Petri e mantidos nas referidas temperaturas. Para cada temperatura foram utilizadas cinco repetições constituídas de 30 ovos cada. Foram feitas observações diárias para determinar o período de incubação em cada temperatura estudada e, posteriormente, estimar a viabilidade de ovos.

Para o estudo do período larval foram formados quatro grupos de 15 larvas por temperatura, individualizadas em placas de Petri plásticas (6 cm de diâmetro) forradas com papel filtro contendo um disco de palma forrageira de 5 cm de diâmetro e receberam “*ad libitum*” ninfas e colônias da cochonilha *D. opuntiae* com, no mínimo, 50 dias após fixação das ninfas. As avaliações de mudanças de fases foram feitas diariamente e os discos contendo o inseto-praga foram repostos a cada dois dias até que os insetos atingissem o estágio de pupa, quando paravam de se alimentar. Logo após a emergência dos adultos foram formados casais e acondicionados em recipientes plásticos (10 x 10 x 7 cm) forrados com papel toalha e cobertos com tampas com abertura central confeccionada com tecido tipo “voil”. Nos recipientes foram adicionados chumaços de algodão para substrato de oviposição. Para cada temperatura foram registrados dados de duração e viabilidade das fases de desenvolvimento, período de pré-oviposição, fecundidade e longevidade dos adultos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão, tendo como variáveis dependentes a duração de cada fase, porcentagens de viabilidade, fecundidade e longevidade em função das diferentes temperaturas estudadas (variável independente), empregando-se o programa estatístico SAS Version 8.02 (SAS Institute 1999-2001). A seleção do modelo de melhor ajuste foi feita mediante coeficientes significativos a 5% de probabilidade e maior contribuição do coeficiente de determinação,

**Determinação das Exigências Térmicas e Estimativa do Número de Gerações de *Z. bimaculosus*.** A partir dos dados de duração das temperaturas de 18, 22, 25, 28, 30 e 32, equações lineares de regressão  $y = a + bt$  foram estimadas entre o inverso do desenvolvimento em dias ( $1/D$ ) em função das temperaturas estudadas (variável independente,  $t$ ), segundo Campbell *et al.* (1974). A Temperatura base ( $T_b$ ) e a constante térmica ( $K$ ) foram estimadas pela relação do intercepto com o coeficiente linear da equação ( $T = -a/b$ ), resultante da estimativa de desenvolvimento zero na equação ( $0 = a + bt$ ). A constante térmica ( $K$ ), por sua vez, foi calculada pelo inverso do coeficiente linear ( $K = 1/b_i$ ). O número de gerações mensal e anual de *Z. bimaculosus* foi estimado com base nas exigências térmicas ( $T_b$  e  $K$ ) obtidas nesta pesquisa e nas temperaturas médias mensais e anuais através da equação:  $NG = \{T(T_m - T_b)/K\}$ , onde:  $T$  = o tempo considerado em mês ou ano,  $T_m$  = a temperatura média para a localidade estudada e os parâmetros  $T_b$  e  $K$  definidos com dados deste estudo. As temperaturas médias usadas ( $T_m$ ) foram obtidas na estação Agrometeorológica de Bebedouro (Petrolina-PE 09°09'S 40°22'W), referentes aos anos de 2000 a 2010, e fornecidas pela Embrapa Semiárido - CPATSA (Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido).

## Resultados e Discussão

**Efeito da Temperatura no Desenvolvimento de *Z. bimaculosus*.** As durações médias das diferentes fases do ciclo biológico de *Z. bimaculosus* foram variáveis em função das temperaturas estudadas (Figs. 1 e 2). Houve diminuição significativa da duração da fase de ovo ( $F_{2, 578} = 1900,54$ ;  $P < 0,0001$ ) entre as temperaturas de 18°C ( $16,1 \pm 0,05$  dias) e 32°C ( $4,6 \pm 0,06$  dias). No entanto, a duração na temperatura 34°C ( $4,9 \pm 0,1$  dias) apresentou um pequeno acréscimo em relação à de 32°C (Fig. 1A). A tendência é que a redução da taxa de desenvolvimento dos ovos se

acentue ainda mais em temperaturas mais elevadas. Isso se deve à diminuição da eficiência de conversão de nutrientes e aumento na taxa de respiração quando submetidos a altas temperaturas (Reynolds & Nottingham 1985, Chow & Nicolson 2004, Santana *et al.* 2010).

A viabilidade dos ovos também variou em função das temperaturas estudadas ( $F_{2, 32} = 69,42$ ;  $P < 0,0001$ ) (Fig. 1B), apresentando-se menor nas temperaturas extremas de 18°C ( $42,7 \pm 0,1\%$ ) e 34°C ( $31,3 \pm 1,69\%$ ). Os valores de viabilidade nas temperaturas entre 22 e 30°C foram próximos entre si e superiores a 60%, variando entre  $64 \pm 3,8$  e  $67,1 \pm 3,8\%$  nas temperaturas de 22 e 25°C, respectivamente.

A duração larval foi reduzida significativamente com o aumento da temperatura ( $F_{2, 195} = 619,21$ ;  $P < 0,0001$ ), variando de  $55,04 \pm 1,46$  dias na temperatura de 18°C a  $18,8 \pm 0,45$  dias na de 32°C. No entanto, na temperatura de 34°C ( $26,6 \pm 1,94$  dias) houve um acréscimo de mais sete dias na duração do desenvolvimento larval em relação à temperatura anterior (Fig. 1C). A redução da taxa de desenvolvimento em insetos tem sido comum quando submetidos a temperaturas próximas à temperatura letal da espécie estudada. Isso se deve ao fato de que insetos quando dentro de temperaturas favoráveis, tem a taxa de desenvolvimento em todos os estágios aumentada com a elevação da temperatura. Mas após alcançar a temperatura ótima, um aumento de temperatura poderá provocar redução na taxa de desenvolvimento do inseto (Reynolds & Nottingham 1985, Hodek & Honek 1996, Kingsover & Woods 1997, Torres *et al* 1998, 2002, Aghdam *et al* 2009, Santana *et al.* 2010).

A viabilidade da fase larval também foi influenciada pela temperatura ( $F_{2, 18} = 28,74$ ;  $P < 0,0001$ ) com valores menores nas temperaturas extremas de 18°C ( $51 \pm 5,85\%$ ) e 34°C ( $42,3 \pm 4,66\%$ ) (Fig. 1D). Entre as temperaturas de 22 a 30°C, a viabilidade larval foi superior a 70%, sugerindo que a fase de larva é capaz de se desenvolver com sucesso nesta faixa térmica. Silva &

Barbosa (1984) verificaram que larvas de *Z. bimaculosus* alimentadas com a cochonilha de escama, *D. echinocacti* (Hemiptera: Diaspididae), e submetidas à temperatura constante de 25°C apresentaram viabilidade larval de 78% enquanto este estudo apresentou 89% de viabilidade das larvas na mesma temperatura. O mesmo autor verificou que as larvas completaram o desenvolvimento em  $13,5 \pm 0,01$  dias, aproximadamente, menos da metade da duração encontrada neste estudo ( $29,8 \pm 0,47$  dias) para a mesma temperatura. Esta variação entre os dois estudos pode estar relacionada à diferença entre as dietas, uma vez que a qualidade do alimento consumido na fase larval dos insetos pode afetar, entre outros aspectos, o seu desenvolvimento (Panizzi & Parra 1991).

Observou-se que nas temperaturas mais altas, como as de 32 e 34°C houve uma grande dificuldade na determinação do período de pré-pupa, caracterizado pela fixação da larva de quarto instar ao substrato e suspensão da alimentação. Diante disso, o estágio de pré-pupa foi considerado em conjunto com a fase larval em todas as temperaturas avaliadas. Segundo Lemos *et al.* (1998), a temperatura e o sexo podem influenciar na quantidade de instares larvais e demais fases de desenvolvimento dos insetos e, por ser caracterizado como sendo um período muito curto, a fase de pré-pupa é pouco considerada pela maioria dos autores (Silva & Barbosa 1984, Oliveira *et al.* 2004, Nakajo 2006).

O desenvolvimento da fase pupal foi reduzida, significativamente, com a elevação da temperatura ( $F_{2, 177} = 1094,01$ ;  $P < 0,0001$ ), apresentando média de  $13,8 \pm 0,17$  dias a 18°C e  $4 \pm 0,37$  dias a 34°C (Fig. 2A). Na temperatura de 25°C, a duração desta fase foi de  $8,3 \pm 0,11$  dias, sendo superior ao encontrado por Silva & Barbosa (1984), que foi de 5,8 dias.

A viabilidade do período pupal não diferiu estatisticamente nas temperaturas estudadas e variou de 86,6 a 34°C e 100% a 25 e 28°C, valor superior ao encontrada por Silva & Barbosa (1984), que foi de 61% a 25°C.

A duração do período ovo-adulto de *Z. bimaculosus* diferiu entre as temperaturas ( $F_{2,178} = 1222,33$ ;  $P < 0,0001$ ), variando de  $84,7 \pm 1,56$  dias a  $18^{\circ}\text{C}$  e  $27,9 \pm 0,28$  dias a  $32^{\circ}\text{C}$  (Fig. 2B). No entanto, a temperatura de  $34^{\circ}\text{C}$  apresentou um acréscimo de mais de nove dias na duração do ciclo total ( $37,1 \pm 2,0$  dias).

A viabilidade do ciclo diminuiu, significativamente, nas temperaturas estudadas ( $F_{2,18} = 38,5$ ;  $P < 0,0001$ ) (Fig. 2C), com valores menores nas temperaturas extremas de  $18^{\circ}\text{C}$  ( $19,9 \pm 2,01\%$ ) e  $34^{\circ}\text{C}$  ( $11,4 \pm 4,04\%$ ) e maiores na faixa de temperaturas de  $22$  a  $30^{\circ}\text{C}$ , com valores superiores a  $50\%$ .

O modelo quadrático foi o que melhor se ajustou para explicar o desenvolvimento das fases imaturas de *Z. bimaculosus* em função da temperatura (Fig. 1 e 2), caracterizando maior resposta de redução do período de desenvolvimento com a elevação de temperatura nas faixas mais baixas, uma vez que a adição de  $4^{\circ}\text{C}$  entre  $18$  e  $22^{\circ}\text{C}$  acarretou redução do período ovo-adulto em 24 dias, enquanto precisou de um acréscimo de  $7^{\circ}\text{C}$ , entre  $25$  e  $32^{\circ}\text{C}$  para que houvesse redução do mesmo período na fase ovo-adulto de *Z. bimaculosus* (Fig. 2B).

O período de pré-oviposição não foi influenciado pela temperatura ( $F_{2,41} = 13,41$ ;  $P > 0,08$ ) e apresentou valores médios de  $40,1 \pm 8,65$  e  $35 \pm 4,95$  dias para as temperaturas de  $22$  a  $32^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. Contudo, a fecundidade foi influenciada pela temperatura ( $F_{2,44} = 23,47$ ;  $P < 0,001$ ) e apresentou menores médias nas temperaturas extremas de  $22^{\circ}\text{C}$  ( $13 \pm 4,08$  ovos/♀) e  $32^{\circ}\text{C}$  ( $68,5 \pm 7,39$  ovos/♀). As temperaturas de  $25$  a  $30^{\circ}\text{C}$  apresentaram valores superiores a 140 ovos/♀, chegando a 157 ovos/♀ na temperatura de  $30^{\circ}\text{C}$  (Fig. 3). Apesar do desenvolvimento de *Z. bimaculosus* ter sido obtido nas condições de  $18$  e  $34^{\circ}\text{C}$ , não houve oviposição quando mantidos nestas mesmas condições, por isso, os resultados de período de pré-oviposição e fecundidade nestas temperaturas não foram considerados.

Este resultado ressaltou a tendência de melhor adequação de *Z. bimaculosus* na faixa de temperatura de 28 a 30°C, uma vez que proporcionou menor duração de desenvolvimento, apresentando valores inferiores a 40 dias, viabilidade do período ovo-adulto superior a 50% e valores de fecundidade superiores a 140 ovos/♀. O estudo ainda resalta a inadequação de temperaturas inferiores a 18°C e superiores a 34°C para o desenvolvimento de *Z. bimaculosus* em laboratório. No entanto, apesar de *Z. bimaculosus* apresentar valores baixos de taxa de desenvolvimento e viabilidade à temperatura de 34°C, é possível que o desenvolvimento de insetos em campo em regiões onde as temperaturas máximas excedem a letal ocorra devido às oscilações de temperatura que ocorrem no decorrer do dia e ao microclima formado no interior do agroecossistema (Medeiros *et al.* 1998).

Os dados de longevidade dos adultos de *Z. bimaculosus* estão representados na Figura 3. A longevidade dos machos foi reduzida com o aumento da temperatura ( $F_{2,77} = 12,86$ ;  $P < 0,0001$ ) e apresentou valores menores nas temperaturas extremas de 18°C ( $53 \pm 8,28$  dias) e de 34°C ( $10 \pm 0,5$  dias) e maiores entre as temperaturas de 22 a 32°C, alcançando uma média de  $116,7 \pm 12,12$  dias na temperatura de 25°C (Fig. 4A). A longevidade das fêmeas também foi influenciada pela temperatura ( $F_{2,71} = 4,16$ ;  $P < 0,01$ ), apresentando valor inferior na temperatura de 34°C ( $4,5 \pm 0,5$  dias), e chegando a alcançar média de  $118,9 \pm 12,6$  dias na temperatura de 22°C (Fig. 4B). Os valores de longevidade muito baixos na temperatura de 34°C são explicados pela maior atividade metabólica dos insetos em temperaturas mais altas (Bleicher & Parra 1990).

**Determinação das Exigências Térmicas e Estimativa do Número de Gerações de *Z. bimaculosus*.** A variável dependente inverso do desenvolvimento ( $1/D$ ) das fases de ovo, larva, pupa e período ovo-adulto de *Z. bimaculosus* quando criada nas temperaturas de 18, 22, 25, 28, 30 e 32°C ajustaram a modelos lineares em função das temperaturas estudadas (Tabela 1). A partir destes resultados foi possível estimar o limite térmico inferior ( $T_b$ ) e a constante térmica ( $K$ ) para

as diferentes fases de desenvolvimento. Os dados encontrados neste estudo são inéditos, portanto, muito importantes para futuros trabalhos e, ainda, imprescindíveis para estimar o desenvolvimento populacional e planejar criações do predador.

Com base nas temperaturas médias dos anos de 2000 a 2010 referentes à região Semiárida do estado de Pernambuco (representada pelo município de Petrolina) e nas exigências térmicas de *Z. bimaculosus* determinadas neste estudo, foi possível estimar que o mesmo poderá produzir até 8,6 gerações ao longo do ano nas condições do sertão de Pernambuco (Fig. 5). O resultado evidencia que as temperaturas da região são favoráveis ao desenvolvimento de *Z. bimaculosus* e que este poderá estar presente durante todo o ano. Demonstra, ainda, que em condições de laboratório, à temperatura constante de 28°C, o predador completará 8,1 gerações/ano.

O fato de *Z. bimaculosus* ser um inseto multivoltino é bastante relevante para espécies com potencial para uso em programas de controle biológico (Nakajo 2006). Segundo Silveira Neto (1976), muitas espécies de insetos apresentam ciclo abrangendo diferentes estações do ano; muitas vezes, necessitando em cada estágio de desenvolvimento, de local diferente, com exigência térmica variável para cada estágio e local, além da flutuação sazonal de temperatura. Nesta estratégia evolutiva, certamente está a grande capacidade dos insetos em tolerar as temperaturas adversas, bem como várias outras adversidades ambientais. Assim, o número de gerações varia ao longo do ano, influenciada pela temperatura e oportunizando que outras necessidades sejam atendidas ao longo do ano em sincronia com a disponibilidade térmica. Embora a temperatura seja o principal fator limitante para o desenvolvimento dos insetos (Moris 1965, Scriber & Slansky Jr. 1981, Haddad & Parra 1984) é importante lembrar que outros fatores como a umidade do ar, fotoperíodo e a qualidade do alimento também influenciam no número de gerações por ano que os insetos apresentam (Santana *et al.* 2010).

De acordo com os resultados obtidos neste estudo pode-se concluir que *Z. bimaculosus* é um inseto que possui seu desenvolvimento determinado pelas isotérmicas entre 18 e 34°C e que temperaturas abaixo ou acima destas são limitantes ao seu desenvolvimento.

### **Agradecimentos**

À Embrapa Semiárido e o IF Sertão PE, por propiciar a execução desta pesquisa, à Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP – pelo auxílio financeiro através do projeto “Manejo Integrado da cochonilha do carmim em palma forrageira na região Semiárida do Nordeste Brasileiro” e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo ao primeiro autor deste trabalho

### **Literatura Citada**

- Aghdam, H.R., Y. Fathipour, G. Radjabi & M. Rezapanah. 2009.** Temperature-dependent development and temperature threshold of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in Iran. *Environ. Entomol.* 38: 885-895.
- Bleicher, E. & J.R.P. Parra. 1990.** Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea* III. Determinação das exigências térmicas de três populações. *Pesqu. Agropec. Bras.* 25: 215-219.
- Booth, R.G., M.L. Cox & R.B. Madge. 1990.** Coleoptera. Wallingford, CAB International, 384 p.
- Brito, C.H., E.B. Lopes, I.C. Albuquerque & J.L. Batista. 2008.** Avaliação de produtos alternativos e pesticidas no controle da cochonilha-do-carmim na Paraíba. *Rev. Biol. Ciênc. Terra* 8: 1-5.

- Campbell, A., B.D. Frazer, N. Gilbert, A.P. Gutierrez & M. Mackauer. 1974.** Temperature requirements of some aphids and their parasites. *J. Appl. Ecol.* 11: 431-438.
- Chow, S.L & S.W. Nicolson. 2004.** Insect physiological ecology: mechanisms and patterns. Oxford, Oxford University Press, 243p.
- Dixon, A.F.G., J.L. Hemptinne & P. Kindlmann. 1997.** Effectiveness of ladybirds as biological control agents: patterns and processes. *Entomophaga* 42: 71-83.
- Frazer, B.D. & R.R. McGregor. 1992.** Temperature dependent survival and hatching rate of eggs of seven species of Coccinellidae. *Can. Entomol.* 124: 305-312.
- Haddad, M.L. & J.R.P. Parra. 1984.** Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo evolutivo de insetos. Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 12p. (Boletim da Série Agricultura e Desenvolvimento).
- Hagen, K.S. 1962.** Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. *Annu. Rev. Entomol.* 7: 289-326.
- Hodek, I. 1973.** Biology of Coccinellidae. Prague, Academic of Sciences, 260 p.
- Hodek, I. 1993.** Habitat and food specificity in aphidophagous predators. *Sci. Tech. Biocontrol* 3: 91-100.
- Hodek, I. & A. Honek. 1996.** Ecology of Coccinellidae. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 464 p.
- Kingsolver, J.G. & H.A Woods. 1997.** Thermal sensitivity of growth and feeding in *Manduca sexta* caterpillars. *Physiol. Zool.* 70: 631-638.
- Lemos, W.P., R.S. Medeiros & F.S. Ramalho. 1998.** Influência da temperatura no desenvolvimento de *Euborellia annulipes* (Lucas) (Dermaptera: Anisolabididae), predador do bicudo-do-algodoeiro. *An. Soc. Entomol. Brasil* 27: 67-76.

- Medeiros, R.S., W.P. Lemos & F.S. Ramalho. 1998.** Efeitos da temperatura no desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera, Pentatomidae), predador do curuquerê-do-algodoeiro (Lepidoptera, Noctuidae). Rev. Bras. Entomol. 42: 121-130.
- Morris, R.F. 1965.** Contemporaneous mortality factors in populations dynamics. Can. Entomol. 17: 1173-1184.
- Nakajo, J.C. 2006.** Aspectos morfológicos e biológicos de *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866) (Coleoptera, Coccinellidae) alimentados com *Platycorypha nigrivirga* Burckhardt, 1987 (Hemiptera: Psyllidae). Dissertação de Mestrado, UFPR, Curitiba, 66p.
- Oliveira, N. C., C.F. Wilcken & C.A.O. Matos. 2004.** Biological cycle and predation of three coccinellid species (Coleoptera, Coccinellidae) on giant conifer aphid *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera, Aphididae). Rev. Bras. Entomol. 48: 529-533.
- Panizzi, A.R. & J.R.P. Parra. 1991.** Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo, Manole, 359p.
- Parra, J.R.P. 2005.** Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico. Piracicaba, ESALQ/FEALQ, 134p.
- Reynolds, S.E & S.F Nottingham. 1985.** Effects of temperature on growth and efficiency of food utilization in fifth-instar caterpillars of the tobacco hornworm, *Manduca sexta*. J. Insect Physiol. 31: 129-134.
- Santana, S.W.J., R. Barros, J.B Torres & M.G.C. Gondim Jr. 2010.** Exigências Térmicas da Praga do Coqueiro *Atheloca subrufella* (Hulst) (Lepidoptera: Phycitidae). Neotrop. Entomol. 39: 181-186.
- Scriber, J.M. & J.R. Slansky Jr. 1981.** The nutritional ecology of immature insects. Annu. Rev. Entomol. 26: 183-211.

- Silva, C.C.A. & S.M.L. Barbosa. 1984.** Ciclo biológico de *Zagreus bimaculosus* (Muls) (Coleoptera: Coccinellidae), um predador da cochonilha da palma forrageira *Diaspis echinocacti* (Bouché 1833). Maceió/AL, EPEAL, 15p. (Boletim de pesquisa 2).
- Silveira Neto, S. 1976.** Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Agronomica Ceres, 419p.
- SAS Institute, 1999-2001.** SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2MO. Cary, SAS Institute Inc.
- Torres, J.B., D. Musolin & J.C Zanuncio. 2002.** Thermal requirements and parasitism capacity of *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae) under constant and fluctuating temperatures. *Biocontrol Sci. Technol.* 12: 583-593.
- Torres, J.B., J.C. Zanuncio & H.N. Oliveira. 1998.** Nymphal development and adult reproduction of the stinkbug predator *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) under fluctuating temperatures. *J. Appl. Entomol.* 122: 509-514.
- Zanuncio, J.C., R.N.C. Guedes, H.N. Oliveira & T.V. Zanuncio. 2002.** Uma década de estudos com percevejos predadores: conquistas e desafios, p. 495-510. In: Parra, J.R.P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. São Paulo, Manole, 407p.

Tabela 1. Equações do inverso do desenvolvimento (1/D) em função da temperatura e respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), e estimativas da temperatura base (Tb) e constante térmica (K) para os estágios de desenvolvimento de *Zagreus bimaculosus* criado a 18, 22, 25, 28, 30 e 32°C, em fotoperíodo de 12h.

Estágio	Equação de desenvolvimento	$R^2$	Tb	K
Ovo	$-0,18180+0,01148x$	0,75	$15,8 \pm 0,10$	$87,1 \pm 2,13$
Larva	$-0,03163+0,00270x$	0,87	$11,7 \pm 0,05$	$370,4 \pm 10,56$
Pupa	$-0,13235+0,01083x$	0,81	$12,2 \pm 0,02$	$92,3 \pm 3,39$
Ovo-adulto	$-0,02371+0,00184x$	0,92	$12,9 \pm 0,10$	$543,5 \pm 12,47$

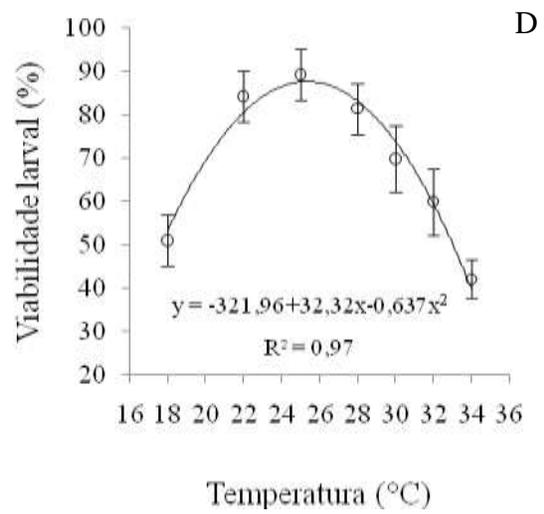
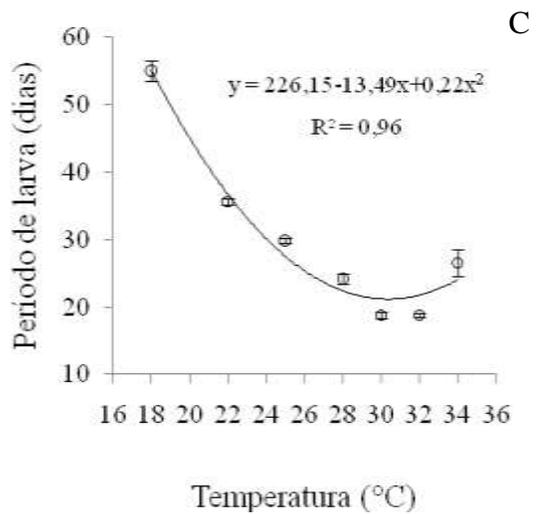
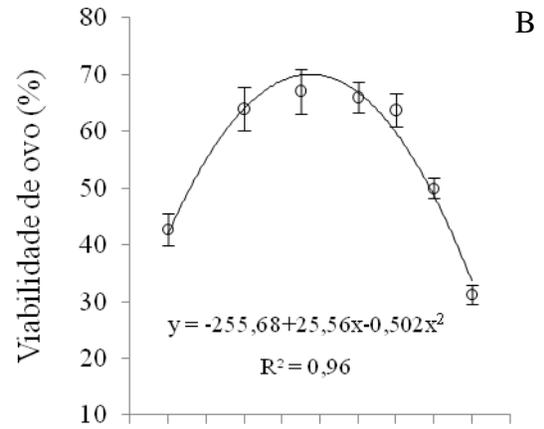
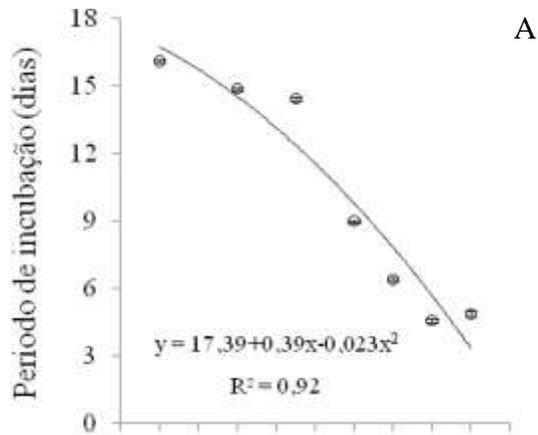


Figura 1. Duração e viabilidade média ( $\pm$  EP) das fases de ovo e larva de *Zagreus bimaculosus* e, respectivos modelos ajustados em função das diferentes temperaturas.

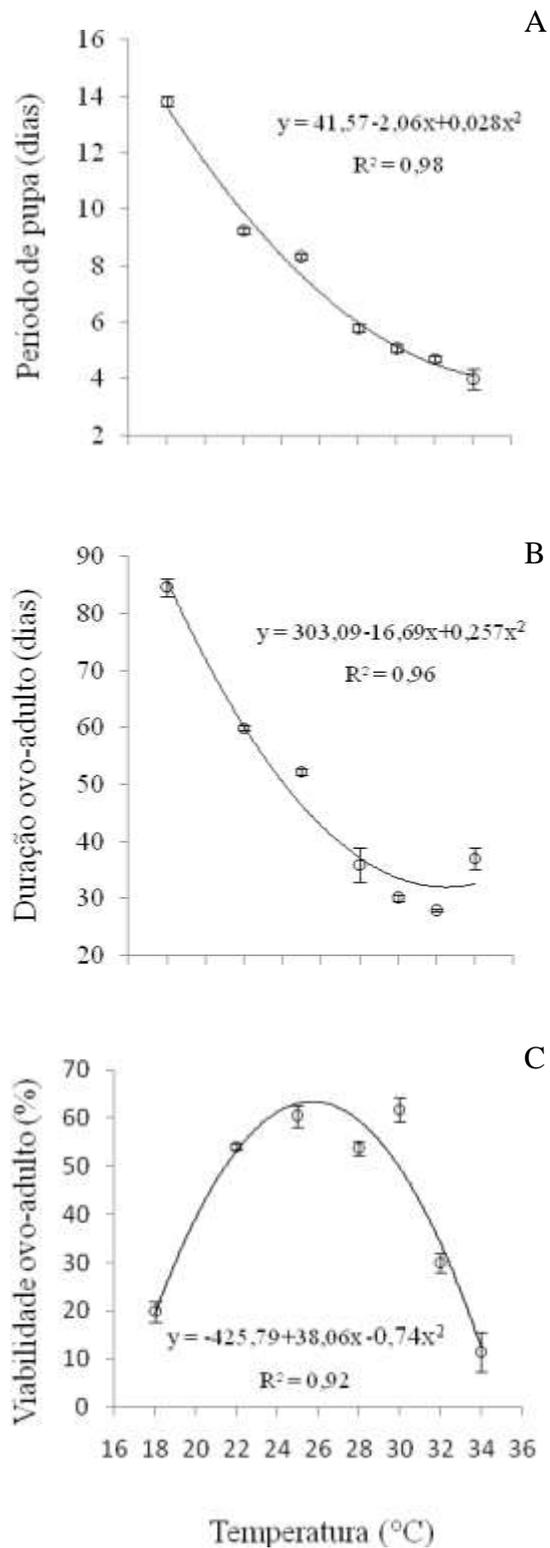


Figura 2. Duração e viabilidade média ( $\pm$  EP) da fase pupal e período ovo-adulto de *Zagreus bimaculosus* e, respectivos modelos ajustados em função das diferentes temperaturas.

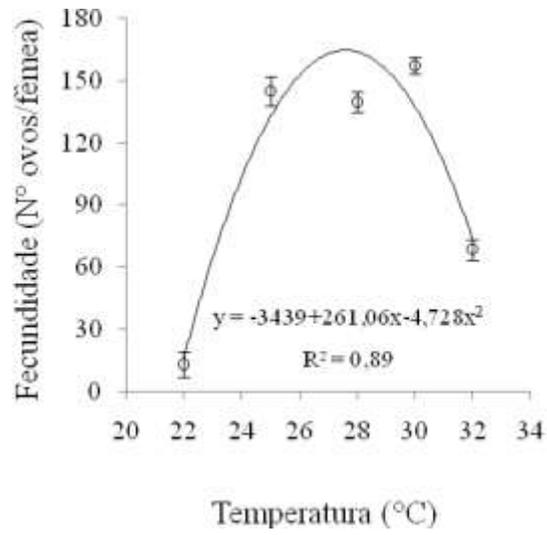


Figura 3. Fecundidade de *Zagreus bimaculosus* criadas em temperaturas entre 18°C e 34°C.

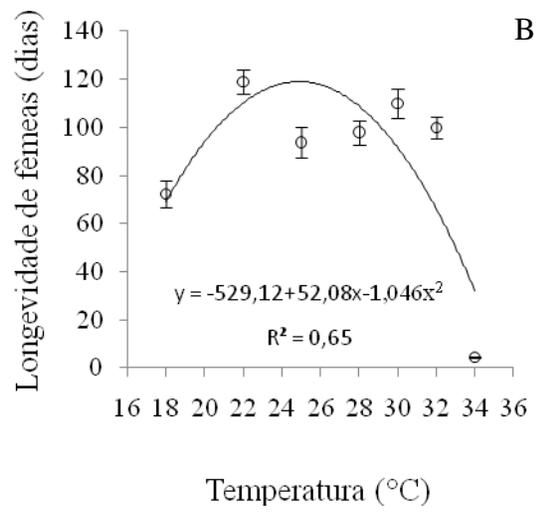
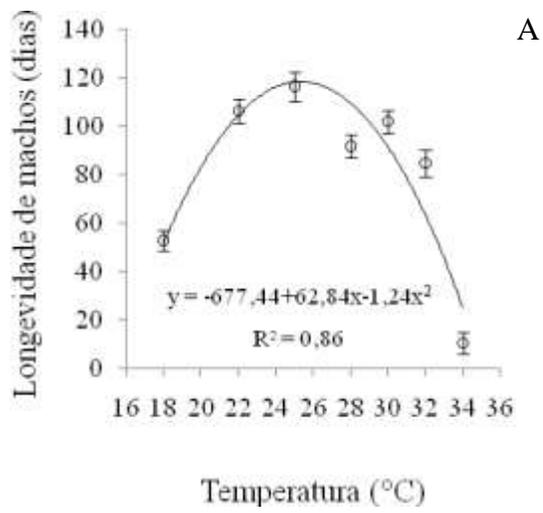


Figura 4. Longevidade de fêmeas e machos de *Zagreus. bimaculosus* criados em temperaturas entre 18°C e 34°C.

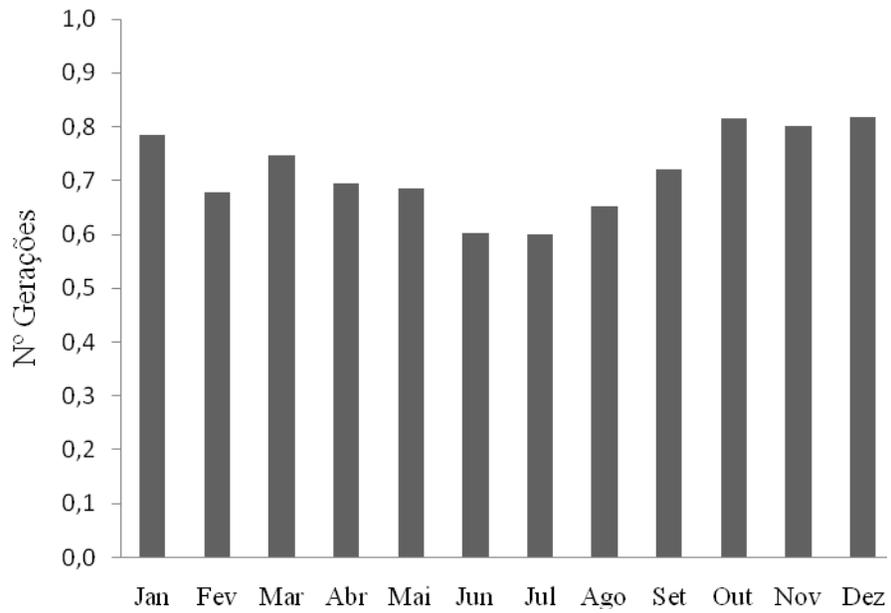


Figura 5. Estimativa do número de gerações mensais de *Zagreus. bimaculosus* com base nas suas exigências térmicas para a região Semiárida de Pernambuco.