UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

Controle biológico com Coleoptera: Coccinellidae das cochonilhas (Homoptera: Diaspididae, Dactylopiidae), pragas da "palma forrageira".

Ícaro Daniel Petter

FLORIANÓPOLIS, SANTA CATARINA
NOVEMBRO DE 2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

Controle biológico com Coleoptera: Coccinellidae das cochonilhas (Homoptera: Diaspididae, Dactylopiidae), pragas da "palma forrageira".

Relatório do Estágio de
Conclusão do Curso de Agronomia

Graduando: Ícaro Daniel Petter
Orientador: César Assis Butignol

FLORIANÓPOLIS, SANTA CATARINA
NOVEMBRO DE 2010

Aos meus pais, por tudo, minha
mais profunda gratidão e consideração.

AGRADECIMENTOS

À UFSC e à Embrapa (CPATSA) pelo apoio na realização do estágio.

Ao Professor César Assis Butignol pela orientação.

A todos que, de alguma forma, contribuíram positivamente na minha graduação, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Neste trabalho relata-se o programa de controle biológico das cochonilhas, *Diaspis echinocacti* Bouché, 1833 (Homoptera: Diaspididae) e *Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1896 (Homoptera: Dactylopiidae), pragas da “palma forrageira” (*Opuntia ficus-indica* (Linnaeus) Mill, e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) (Cactaceae), no semi-árido nordestino, atualmente desenvolvido pela Embrapa Semi-Árido (CPATSA) em Petrolina (PE). Os principais trabalhos foram com duas espécies de coccinelídeos predadores, a exótica *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, 1853, e a nativa *Zagreus bimaculosus* Mulsant, 1850. As pesquisas já desenvolvidas em laboratório com *C. montrouzieri,* demonstraram seu potencial como predadora destas cochonilhas. Os trabalhos mais recentes com esta espécie visam averiguar como ela se comporta nas condições do semi-árido. Os trabalhos com o coccinelídeo nativo ainda são preliminares, estudou-se sua biologia em condições de laboratório, estimando-se suas exigências térmicas e determinando qual das cochonilhas da “palma forrageira” é a melhor presa para seu desenvolvimento. Também são apresentados alguns trabalhos anteriores referentes ao uso de entomopatógenos e de outros predadores destas cochonilhas, como o crisopídeo *Chrysoperla externa* Hagen, 1861 (Neuroptera: Chrysopidae). A pesquisa para o controle destas pragas permite a continuidade deste importante cultivo que é a “palma forrageira” para a região do semi-árido nordestino, que atualmente vem sendo seriamente comprometida, sobretudo pela “cochonilha-do-carmim” (*D. opuntiae*).

SUMÁRIO

		Página
	RESUMO	iv
	LISTA DE FIGURAS	vii
	LISTA DE TABELAS	ix
	LISTA DE ANEXOS	x
1	INTRODUÇÃO	1
2	EMBRAPA (CPATSA)	3
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1	Controle biológico de insetos praga, na perspectiva do Manejo Integrado de Pragas (MIP).	5
3.1.1	Conceito de praga, e a importância das pragas agrícolas.	5
3.1.2	Surgimento do MIP.	6
3.1.3	Alicerces do MIP.	6
3.1.4	Evolução, do MIP ao Manejo Ecológico de Pragas (MEP), pela generalização das práticas de controle biológico.	10
3.1.5	Definições, controle biológico de pragas agrícolas com agentes entomófagos.	11
3.1.6	Exemplos de sucesso do controle biológico de pragas, e alguns grupos de agentes entomófagos predadores de interesse.	14
3.1.7	Ecologia nutricional e criação massal de insetos nos programas de controle biológico.	21
3.1.8	Perspectivas do controle biológico de pragas agrícolas.	27
3.2	O semi-árido brasileiro e o uso da “palma forrageira” na pecuária nordestina.	29
3.3	As cochonilhas pragas da “palma forrageira” no nordeste brasileiro.	36
3.4	Insetos entomófagos com potencial para uso contra as cochonilhas pragas da “palma forrageira”.	47
3.4.1	Referências a entomófagos, parasitóides e predadores, das cochonilhas pragas da “palma forrageira”.	47
3.4.2	*Zagreus bimaculosus* Mulsant, 1850 (Coleoptera: Coccinellidae), nativo.	53
3.4.3	*Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, 1853 (Coleoptera: Coccinellidae), exótico.	57

Página

4	PROGRAMAS DE PESQUISA DA EMBRAPA (CPATSA) RELACIONADOS ÀS COCHONILHAS PRAGAS DA “PALMA FORRAGEIRA” NO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO	61
4.1	Introdução.	61
4.2	Estudos desenvolvidos no CPATSA com entomopatógenos e o predador *Chrysoperla externa* Hagen, 1861 (Neuroptera: Chrysopidae).	64
4.3	Estudos desenvolvidos no CPATSA com os agentes entomófagos *Zagreus bimaculosus,* e *Cryptolaemus montrouzieri.*	69
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
7	ATIVIDADES COMPLEMENTARES	97
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
9	ANEXOS	118
10	ANÁLISE DO ESTÁGIO	144

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Instalações da Embrapa CPATSA, Petrolina (PE)	4
2	Área de abrangência do semi-árido brasileiro	31
3	Ilustração do bioma caatinga na estação seca	32
4	Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*)	34
5	Palma Redonda (*Opuntia ficus-indica*)	34
6	Palma Miúda (*Nopalea cochenillifera*)	35
7	O comércio da “palma forrageira”	36
8	Dimorfismo sexual em *Diaspis echinocacti*	38
9	Morfologia da fêmea de *Diaspis echinocacti*	38
10	Ciclo biológico de *Diaspis echinocacti*	39
11	Cladódio de palma infestado com a “cochonilha-de-escama”	39
12	Localização do município de Sertânia (PE)	40
13	Palma severamente atacada pela “cochonilha-do-carmim”	42
14	Detalhe de um cladódio de palma com a “cochonilha-do-carmim”	43
15	Fêmeas, danos iniciais e machos de *Dactylopius* sp. sobre palma	44
16	Fêmea adulta da cochonilha *Dactylopius opuntiae*	44
17	Ninfa neonata de *Dactylopius* sp.	45
18	Ninfas migrantes da “cochonilha-do-carmim”	46
19	Ninfas, fêmeas e machos de *Dactylopius opuntiae*	46
20	Larva e adulto de *Zagreus bimaculosus*, sobre *Diaspis echinocacti*	48
21	Larva e adulto de *Zagreus bimaculosus*, sobre *Dactylopius opuntiae*	49
22	Larva e adulto de *Exochomus* sp., sobre *Dactylopius opuntiae*	50
23	Larva e adulto de *Cybocephalus* sp., sobre *Dactylopius opuntiae*	50
24	Larva de Syrphidae, sobre *Dactylopius opuntiae*	50
25	Adulto de sirfídeo emergido de colônias de *Dactylopius opuntiae*	51
26	Imago de Hemerobiidae emergido de colônias de *Dactylopius opuntiae*	51
27	Larva e imago de *Laetilia coccidivora*	52
28	Variações nos élitros de *Zagreus bimaculosus*	54
29	*Zagreus bimaculosus* em vista dorsal	54
30	Abdômen do macho e da fêmea de *Zagreus bimaculosus*	55
31	Canibalismo entre larvas de *Zagreus bimaculosus*	57

Página

Figura

32	Larvas de *Cryptolaemus montrouzieri* sobre *Dysmicoccus brevipes*	59
33	Larva e adulto de *Cryptolaemus montrouzieri*	59
34	Ciclo biológico de *Cryptolaemus montrouzieri* sobre *Planococcus citri*	60
35	Os predadores *Chilocorus cacti* e *Hyperaspis trifurcata*	64
36	Sala de manutenção da “cochonilha-do-carmim” do CPATSA	67
37	*Chrysoperla externa* sobre *Sitotroga cerealella* e *Dactylopius opuntiae*	67
38	Larva de *Chrysoperla externa* sobre colônia de *Dactylopius opuntiae*	68
39	Adultos de *Cryptolaemus montrouzieri* predando colônias de *Dactylopius opuntiae*	70
40	Gaiolas para teste de predação em semi-campo com *Cryptolaemus montrouzieri* sobre *Dactylopius opuntiae*	73
41	Cladódio com colônias de *Dactylopius opuntiae* para os testes de predação em semi-campo	73
42	Casais de *Zagreus bimaculosus*, sobre *Diaspis echinocacti* e *Dactylopius opuntiae*	77
43	Ovos de *Zagreus bimaculosus,* sobre *Dactylopius opuntiae* e *Diaspis echinocacti*	77
44	Detalhe de ovos de *Zagreus bimaculosus,* sobre *Dactylopius opuntiae* e *Diaspis echinocacti*	77
45	Olfatômetro para teste de preferência alimentar com insetos	78
46	*Dactylopius opuntiae, Diaspis echinocacti* e *Sitotroga cerealella* para testes de preferência alimentar com o predador *Zagreus bimaculosus*	79
47	*Calotropis procera* (Aiton) R. Br. (Asclepiadaceae)	97
48	Tratamentos do experimento complementar I	98
49	Detalhe, tratamento com *Cycloneda sanguinea*	99
50	Detalhe, tratamento com espécie de coccinelídeo não identificado	100
51	Detalhe, tratamento com *Cryptolaemus montrouzieri*	100

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Eficiência do uso da água, conforme metabolismo fotossintético	35
2	Biologia da “cochonilha-de-escama”	38
3	Biologia de *Zagreus bimaculosus* sobre a “cochonilha-de-escama”	56
4	Predação e sobrevivência de *Cryptolaemus montrouzieri* sobre *Dactylopius opuntiae*, Dormentes (PE) I	81
5	Predação e sobrevivência de *Cryptolaemus montrouzieri* sobre *Dactylopius opuntiae*, Dormentes (PE) II	82
6	Duração média dos estádios imaturos e larva-adulto de *Zagreus bimaculosus* sobre duas presas em diferentes temperaturas	85
7	Viabilidade dos estádios imaturos e larva-adulto de *Zagreus bimaculosus* sobre duas presas em diferentes temperaturas	87
8	Fecundidade, duração e viabilidade embrionária de *Zagreus bimaculosus,* sobre *Dactylopius opuntiae* em diferentes temperaturas	87
9	Duração e viabilidade dos estádios imaturos e larva-adulto de *Zagreus bimaculosus* sobre *Diaspis echinocacti*	89
10	Duração e amplitude de variação dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, e o número total de ovos das fêmeas de *Zagreus bimaculosus,* sobre *Diaspis echinocacti*	90
11	Longevidade e amplitude de variação de fêmeas e machos de *Zagreus bimaculosus* criados sobre *Diaspis echinocacti*	90
12	Exigências térmicas de *Zagreus bimaculosus* segundo o método do Coeficiente de Variação	91
13	Exigências térmicas de *Zagreus bimaculosus* segundo o método da Hipérbole e sua recíproca, e as regressões da velocidade de desenvolvimento (1/D) segundo os métodos da Hipérbole e do Coeficiente de Variação	93
14	Temperatura basal inferior, limite térmico superior e faixa térmica ótima para o desenvolvimento de *Zagreus bimaculosus*	94
15	Número de pulgões predados por três espécies de coccinelídeos, segundo a densidade da presa	101
16	Duração e viabilidade dos estádios imaturos e larva-adulto de *Cycloneda sanguinea* sobre um afídeo coletado sobre *Calotropis procera*	103

LISTA DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Médias mensais de precipitação e da temperatura do município de Petrolina (PE), segundo dados do ITEP/LAMEPE	118
2	Dias com déficit hídrico no trimestre chuvoso (2009/2010) do semi-árido nordestino, segundo dados de SUDENE/CPTEC/INPE	119
3	Ciclo biológico de *Cryptolaemus montrouzieri* sobre *Planococcus citri*	120
4	Tabela para observância dos estádios imaturos nos experimentos com *Zagreus bimaculosus*	121
5	Tabela para observância dos parâmetros da vida adulta nos experimentos com *Zagreus bimaculosus*	122
6	Resultados dos testes de preferência alimentar com *Zagreus bimaculosus* sobre *Sitotroga cerealella, Dactylopius opuntiae, Diaspis echinocacti* e tratamento controle	123
7	Resultados dos testes de preferência alimentar com *Zagreus bimaculosus* sobre *Dactylopius opuntiae* e tratamento controle	124
8	Tabelas dos parâmetros da vida adulta de *Zagreus bimaculosus* sobre duas cochonilhas da palma, em diferentes temperaturas	125
9	Representação gráfica comparativa da duração dos estádios imaturos e larva-adulto de *Zagreus bimaculosus*	128
10	Representação gráfica da duração dos estádios imaturos de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas	129
11	Gráficos da regressão linear e da regressão quadrática para o período larva-adulto de *Zagreus bimaculosus*	132
12	Representação gráfica da análise de regressão da duração dos estádios imaturos de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas, sobre *Dactylopius opuntiae*	133
13	Representação gráfica da velocidade de desenvolvimento (1/D) para os estádios imaturos de *Zagreus bimaculosus* segundo os métodos da Hipérbole e do Coeficiente de Variação	136
14	Representação gráfica da duração e da velocidade de desenvolvimento (1/D) para o período larva-adulto de *Zagreus bimaculosus* segundo os métodos da Hipérbole e do Coeficiente de Variação	139

Anexo		Página
15	Valores de Qui-Quadrado das regressões da velocidade de desenvolvimento (1/D) de *Zagreus bimaculosus* segundo os métodos da Hipérbole e do Coeficiente de Variação	140
16	Exemplo de planilha de cálculo da temperatura basal e da constante térmica para o primeiro instar larval de *Zagreus bimaculosus* segundo o método do Coeficiente de Variação	141
17	Gráficos demonstrando o número de gerações mensais e anual de *Zagreus bimaculosus* para as localidades de Dormentes e Petrolina (PE)	142
18	Resultados da ANOVA para a duração dos estádios imaturos e do período larva-adulto de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas, sobre Dactylopius opuntiae	143

1. INTRODUÇÃO

A agricultura moderna tem sido tradicionalmente dependente do uso de pesticidas sintéticos, com graves problemas de ordem ambiental. O uso de estratégias biológicas oferece várias vantagens sobre os métodos de controle fitossanitário convencionais, que primariamente, consistem de pesticidas de amplo espectro. O controle biológico é um fenômeno corriqueiro nos centros de origem das plantas cultivadas e, ao surgimento de uma determinada epidemia ou surto de uma praga, as primeiras providências de controle deveriam ser aquelas que restabelecem o equilíbrio natural (MELO & AZEVEDO, 1999).

"Controle biológico é um fenômeno natural que consiste na regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais, os quais se constituem nos agentes de mortalidade biótica. Assim, todas as espécies de plantas e animais têm inimigos naturais atacando seus vários estágios de vida" (PARRA *et al.*, *in* PARRA *et al. e*d., 2002a).

O controle biológico de pragas agrícolas já era realizado desde a antiguidade por muitos povos. A partir de fins do século XIX, houve um rápido e grande avanço na área do controle biológico de pragas, assumindo caráter mais científico e aplicado, como atestam os vários exemplos, inclusive bem sucedidos, de programas deste tipo de controle. O exemplo clássico usado por todos os autores que tratam do tema é a importação de *Rodolia cardinalis* Mulsant, 1850 (Coleoptera: Coccinellidae), para o controle de *Icerya purchasi* Maskell, 1879 (Homoptera: Margarodidae), sobre citros na Califórnia (EUA). No entanto esse movimento viu-se freado pelo advento dos agrotóxicos sintéticos, que passaram a ser o método mais utilizado para controle de pragas (PARRA *et al.*, *in* PARRA *et al.* ed., 2002a).

Atualmente, o controle biológico assume importância cada vez maior em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), principalmente em um momento que se discutem os rumos para alcançar uma agricultura sustentável. Nesse caso, o controle biológico constitui, ao lado da taxonomia, do nível de controle e da amostragem, um dos pilares de sustentação de qualquer programa de MIP. É adotado como medida de controle para manutenção das pragas abaixo do nível de dano econômico, junto a outros métodos, como o cultural, o físico, o de resistência de plantas a insetos (exemplo, as plantas transgênicas), os

comportamentais (semioquímicos), e inclusive o químico (com produtos seletivos) (PARRA, *in* GUEDES *et al.* org., 2000).

Para aplicação do controle biológico, é fundamental que se conheçam aspectos básicos da biologia das pragas e dos inimigos naturais, tais como predadores e parasitóides, ainda pouco estudados no Brasil se considerada sua imensa biodiversidade (PARRA *et al.*, *in* PARRA *et al.* ed., 2002a).

O Brasil ainda não possui grande tradição na criação massal de agentes benéficos, parasitóides e predadores, mas já conta com certa tradição na multiplicação de entomopatógenos. As perspectivas revelam potencial para uma franca expansão dada a crescente demanda por sistemas de produção ditos sustentáveis (GRAVENA, *in* PARRA *et al.*, 2002).

No nordeste brasileiro, a região conhecida como semi-árido apresenta muitas dificuldades para a prática da pecuária. Um dos principais limitantes desta atividade é a disponibilidade de forragem nas épocas de seca que se estendem por vários meses do ano na região. As palmas forrageiras (*Opuntia ficus-indica* (Linnaeus) Mill, e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) (Cactaceae), comumente denominadas apenas no singular (assim adotamos, entre aspas: a “palma forrageira”; e sem o emprego das aspas, quando o termo aparece isolado: a palma), são alternativa a este problema, sendo muito nutritivas aos animais, e armazenadas “ao vivo” sem perda de qualidade e sem parar de crescer (ALBUQUERQUE, 2000).

Duas espécies de cochonilhas são pragas importantes da palma no nordeste, a “cochonilha-de-escama” *Diaspis echinocacti* Bouché, 1833 (Homoptera: Diaspididae) e a “cochonilha-do-carmim” *Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1896 (Homoptera: Dactylopiidae).

Atualmente a Embrapa Semi-Árido, no seu Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), localizado em Petrolina (PE), realiza pesquisas para o controle biológico destas cochonilhas, com agentes entomapogênicos e entomófagos. Dois coccinelídeos predadores estão sendo estudados, o nativo *Zagreus bimaculosus* Mulsant, 1850, e o exótico *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, 1853, (australiano). O estágio no Laboratório de Entomologia do CPATSA envolveu estas duas espécies de predadores, estudando-se sua biologia e viabilidade no emprego para o controle biológico das cochonilhas praga da “palma forrageira” no semi-árido nordestino.

2. EMBRAPA (CPATSA)

O texto a seguir foi quase que inteiramente baseado na página da internet da Embrapa Semi-Árido (CPATSA), (Disponível em: www.cpatsa.embrapa.br; acessado em 23/08/2010, às 11:15h).

No início da década de 70, o cenário vigente do semi-árido tropical brasileiro era de deficiência de conhecimentos tecnológicos, sendo este um dos principais entraves para o desenvolvimento da agropecuária. As pesquisas experimentais realizadas, com o fim de equacionar estes problemas, caracterizavam-se por iniciativas de algumas instituições, sem o enfoque global dos problemas. Neste contexto, foi criado o Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido – CPATSA, em junho de 1975.

Neste período inicial, o CPATSA teve como objetivo promover o desenvolvimento rural do semi-árido tropical brasileiro, procurando conferir eficiência produtiva ao setor agropecuário, reduzindo custos de produção e aumentando a oferta de alimentos pelo uso de tecnologias que apresentassem viabilidade econômica, impactos sociais positivos e conservação ambiental, evitando o êxodo rural e a pobreza relativa.

Na década de 80, o CPATSA iniciou as suas atividades de pesquisa junto ao produtor rural, de modo participativo, principalmente no que diz respeito à caracterização dos recursos naturais. Essa metodologia normatizou a participação dos agricultores, pesquisadores e extensionistas na definição de estratégia técnica global e de cada tecnologia. Neste sentido, várias linhas de pesquisas foram implementadas, podendo-se citar os estudos ambientais, culminando na realização do Zoneamento Agroecológico do Nordeste, que subsidiou ações de pesquisa, ensino e desenvolvimento dos governos federal, estaduais e municipais. Além deste, também, foram realizados estudos de acompanhamento da evolução de problemas de sais em áreas irrigadas e de fertilidade do solo e nutrição de plantas para diversas culturas.

A partir da década de 90, a Embrapa iniciou um processo de análise da instituição e verificou que os paradigmas iniciais da empresa já não se adequavam ao cenário vigente. O resultado do trabalho desenvolvido pela Embrapa Semi-Árido consolidou a idéia de “convivência com o semi-árido” em contraposição às políticas de “combate às secas”, sendo instituição pioneira no

país em pesquisa nessa linha que vêm subsidiando inúmeros programas governamentais em diversos estados brasileiros, em países da África e da América Central e outros países da América do Sul.

A Embrapa Semi-Árido iniciou o novo milênio com uma agenda de pesquisa inserida em um sistema de gestão (Sistema Embrapa de Gestão – SEG) com figuras programáticas de nível tático, denominadas Macroprogramas, definidos como: Macroprograma 1 – Grandes Desafios Nacionais; Macroprograma 2 – Competitividade e Sustentabilidade Setorial; Macroprograma 3 – Desenvolvimento Tecnológico Incremental do Agronegócio; Macroprograma 4 – Transferência de Tecnologia e Comunicação Empresarial; Macroprograma 5 – Desenvolvimento Institucional; Macroprograma 6 – Apoio ao Desenvolvimento da Agricultura Familiar e à Sustentabilidade do Meio Rural.

Apesar da Embrapa Semi-Árido ter gerado conhecimentos e tecnologias para o desenvolvimento do semi-árido tropical brasileiro, a realidade continua se mostrando mais forte do que pressupostos, hipóteses, teorias e evidências. Certo, porém, é que as desigualdades socioeconômicas dessa região persistem. Trata-se de busca por soluções complexa, pois sua concretização não depende apenas das pesquisas desenvolvidas, mas sim de políticas governamentais sérias e do envolvimento de toda a sociedade.

A Embrapa Semi-Árido está instalada em Petrolina (PE). O município fica no Submédio São Francisco e, ao lado de Juazeiro (BA), sedia um dos mais importantes pólos de irrigação da região Nordeste: são 100 mil hectares irrigados e mais de 30 espécies de hortaliças e frutas cultivadas. A unidade fica localizada a 42 km da sede do município de Petrolina, na rodovia que liga esta à cidade de Recife (BR 428, km 152, Zona Rural). Na figura 1 é apresentada uma fotografia da unidade.

Figura 1. Instalações da Embrapa CPATSA, Petrolina (PE).

Fonte: www.cpatsa.embrapa.br
(Acessado em 23/08/2010, às 11:15h).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Controle biológico de insetos praga, na perspectiva do Manejo Integrado de Pragas (MIP).

3.1.1 Conceito de praga, e a importância das pragas agrícolas.

Considera-se praga qualquer animal que compita com o homem pelos alimentos por ele produzidos, ou que cause danos de outra natureza como destruição de edificações ou ainda como transmissor de doenças. Em entomologia agrícola, o conceito de praga está intimamente relacionado com os danos econômicos gerados pelos insetos. Outro aspecto relevante na conceituação do termo praga é a densidade populacional do inseto danoso presente no agroecossistema (ZUCCHI *et al.*, *in* FEALQ, 1992). Conceituação semelhante é encontrada em Garcia (2002).

Para Crocomo (*in* CROCOMO org., 1990), do ponto de vista ecológico um inseto não pode ser considerado praga, pois desempenha função importante na manutenção do equilíbrio do ecossistema. Porém a estrutura econômica e social adotada pelo homem não permite que a maioria dos agroecossistemas permaneça em equilíbrio. Desta forma podem surgir no decorrer do ciclo de uma cultura espécies de insetos, que dependendo da relevância dos danos causados podem vir a ser rotuladas como pragas, mas apenas sob a ótica dos interesses econômicos arbitrariamente estabelecidos pelo homem.

Estimativas indicam que existem no mundo quase cem mil espécies de insetos enquadrados como pragas agrícolas. Todavia, com a grande devastação ambiental crescente, muitos insetos antes sem nenhuma relevância para a agricultura estão agora sendo considerados como pragas. Este fato aliado ainda à introdução de espécies exóticas em áreas onde estavam ausentes acaba por contribuir para o aumento efetivo do número de pragas agrícolas (ZUCCHI *et al.*, *in* FEALQ, 1992; GALLO *et al*., 2002).

Algumas estimativas de perdas (%) provocadas por insetos e ácaros para as grandes culturas brasileiras: algodão 10; arroz 10; café 12; cana-de-açúcar 10; feijão 7; mandioca 2; milho 7; soja 5; sorgo 5; e trigo 5 (GALLO *et al*., 2002).

3.1.2 Surgimento do Manejo Integrado de Pragas (MIP).

Os resultados catastróficos no controle de pragas agrícolas no Brasil nos últimos sessenta anos devem-se à importação do modelo inspirado na Revolução Verde, que é baseado no uso intensivo de agrotóxicos. No presente, em muitas situações, ainda se realizam aplicações sistemáticas de agrotóxicos tomando por base apenas calendários de aplicação, sem verificar se os níveis de dano econômico foram atingidos, e muitas vezes chegando ao absurdo de realizar aplicações sem a presença da praga. Tal tipo de conduta gerou uma série de outros problemas tais como: a resistência de insetos aos inseticidas; pragas até então consideradas secundárias tornaram-se mais importantes; efeitos negativos sobre inimigos naturais e abelhas polinizadoras, bem como sobre animais silvestres; efeitos tóxicos à saúde humana (CROCOMO, *in* CROCOMO org., 1990; ZUCCHI *et al.*, *in* FEALQ, 1992; ALVES & LOPES, 2008).

Como conseqüência inevitável surgiu uma forte demanda por alternativas a este modelo de combate de pragas. Destas demandas surgiram novas propostas para o controle de pragas, expostas nos conceitos de Controle Integrado, ou Manejo Integrado de Pragas (MIP) ou simplesmente Manejo de Pragas (ZUCCHI *et al.*, *in* FEALQ, 1992).

Tais conceitos têm natureza muito dinâmica, prevendo a elaboração de quadros objetivos para tomada de decisões no controle de pragas. Em última instancia, o MIP utiliza técnicas fundamentadas em diferentes métodos de controle, priorizando ao máximo o controle natural. Dentre os elementos desse controle natural, os inimigos naturais são responsáveis por parcela importante do combate de pragas, promovendo o chamado controle biológico (ZUCCHI *et al.*, *in* FEALQ, 1992). Segundo estes autores, no MIP, o controle biológico pode ser integrado ao uso de inseticidas, mantendo as pragas abaixo de um nível de dano econômico. Stadnik *et al.* (2009), enfatizam que são os inseticidas que devem se adaptar ao MIP, que privilegia outros métodos de controle.

3.1.3 Alicerces do MIP.

Um dos alicerces dos programas de MIP, a taxonomia, é de crucial importância para o sucesso, quando se utiliza o controle biológico. Nesse sentido

Zucchi (*in* PARRA *et al.* ed., 2002), exemplifica esta problemática citando alguns programas de controle biológico que resultaram completamente equivocados pelo descuido quanto à taxonomia dos insetos usados nos trabalhos, tanto utilizando desde o princípio a espécie errada, como pela não identificação de contaminações das criações massais dos insetos benéficos por outras espécies semelhantes.

O tema da amostragem de insetos é outro alicerce dos programas de MIP. Gallo *et al.* (2002), tratam da amostragem de forma bastante simplificada, entendida pelo seguinte esquema: a) amostragem; b) a praga atingiu o nível de controle (limiar de dano); b.1) não, realizar nova amostragem (a); b.2) sim, controlar a praga, e posteriormente realizar nova amostragem (a). Segundo a exposição de Gravena (1992), discutida a seguir, na elaboração de um modelo de ação devemos levar em consideração, o nível de ação e o nível de não ação, de tal forma que a amostragem deve ser realizada sobre a praga e seus inimigos naturais. Nesse sentido, há necessidade do estabelecimento de metodologias adequadas de amostragem de insetos, para cada cultura e para cada condição regional, levando-se em conta os conceitos de pragas chave e inimigos naturais chave para cada agroecossistema em particular.

Uma das estratégias dos programas de MIP está relacionada ao uso de inseticidas seletivos ou, invertendo os termos, o uso seletivo destes. O principal objetivo é maximizar os efeitos de inseticidas sobre as pragas com o mínimo impacto sobre os inimigos naturais (FOERSTER, *in* PARRA *et al.* ed., 2002).

No geral, inseticidas neurotóxicos são pouco seletivos. Com o advento de novos princípios ativos, como os que atuam nos processos hormonais dos insetos, estes se tornaram mais seletivos e menos tóxicos a outros grupos animais, incluindo o homem. Este tipo de seletividade esta relacionada a diferenças fisiológicas dos insetos. Outro tipo de seletividade esta relacionada à maneira como os inseticidas são empregados, de maneira ecologicamente seletiva, minimizando a exposição de inimigos naturais e, ao mesmo tempo, controlando as espécies praga. Está baseada numa exposição diferencial dos insetos, no tempo e no espaço, aos inseticidas. O estudo do impacto dos pesticidas sobre os inimigos naturais deve levar em conta os efeitos diretos e os indiretos. Dentre os indiretos, citamos o impacto sobre a densidade de presas/hospedeiros, e suas conseqüências sobre a população de insetos

benéficos. Efeitos diretos subletais também devem ser avaliados, tais como avaliações comportamentais, com relação à atividade locomotora, a capacidade de busca, alimentação, e oviposição (FOERSTER, *in* PARRA *et al.* ed., 2002). Na conclusão deste trabalho, o autor enfatiza a necessidade de pesquisas que associem a integração de métodos químicos, biológicos e de resistência de plantas no manejo de pragas.

Exemplo de trabalho de seletividade de agroquímicos sobre insetos benéficos, é o de Rocha *et al.* (2010), sendo trabalho inédito no Brasil referente aos estudos com *C. montrouzieri*, em café. Para a mesma cultura, Silva *et al.* (2006a) trabalharam com a seletividade de inseticidas sobre *Chrysoperla externa* Hagen, 1861 (Neuroptera: Chrysopidae).

Como dito, no MIP procura-se utilizar ao máximo os agentes naturais de controle de pragas, em especial um de seus elementos, o chamado controle biológico. Para Batista (*in* CROCOMO org., 1990), o controle biológico como único método de controle de pragas não é plenamente satisfatório. Segundo sua exposição, é improvável que existam agentes de controle biológico para todos os problemas com pragas agrícolas e, em muitos casos, o controle obtido não é perfeito. Em outras situações o controle pode até ser significativo, mas mesmo assim, ainda não ser suficiente de acordo com níveis de tolerância exigidos, relacionados, sobretudo, aos níveis econômicos arbitrariamente estabelecidos pelo homem. As pesquisas devem pois direcionar-se à seletividade por meio da manipulação mais adequada dos inseticidas, dosagens mínimas, melhores formulações, épocas, métodos e locais de aplicação, bem como o desenvolvimento de novos inseticidas ao nível de especificidade e biodegradáveis no ambiente.

Mais duas estratégias integrantes do MIP são o uso de plantas resistentes às pragas e dos semioquímicos. O efeito sinérgico do controle biológico associado com a resistência de plantas às pragas foi enfatizado por Vendramim (*in* PARRA *et al. ed.,* 2002). O controle biológico também atuaria de forma a manter por mais tempo a resistência dos materiais às pragas adaptadas. Entretanto como enfatiza o autor, nem sempre a associação de variedades resistentes e inimigos naturais resulta em interações positivas. Nestes casos, as interações entre os materiais resistentes e os inimigos naturais podem até acelerar o processo de adaptação das pragas aos genótipos ditos resistentes.

Estas interações são efeito direto das relações tritróficas entre vegetais, suas pragas e os inimigos naturais do sistema.

Vários semioquímicos exercem atração sobre os inimigos naturais. É nesse sentido que na avaliação de genótipos resistentes, as substâncias atrativas aos inimigos naturais das pragas também devem ser consideradas. Aspectos nutricionais também devem ser observados na seleção de materiais resistentes às pragas. Será discutido mais adiante o papel que fontes de pólen e néctar podem exercer sobre os inimigos naturais. O que enfatizamos aqui é que a completa remoção de estruturas que forneçam estas fontes de alimento, pode reduzir a presença de inimigos naturais nos agroecossistemas (VENDRAMIM, *in* PARRA *et al. ed.,* 2002). As características morfológicas dos vegetais podem exercer atividade negativa sobre os inimigos naturais, como a presença de tricomas, sendo tema crucial para pesquisa com materiais resistentes (SANTOS *et al.,* 2002). Os efeitos indiretos das presas que se alimentam de material resistente, sobre os inimigos naturais também devem ser levados em consideração (as já mencionadas relações tritróficas). Assim, efeitos por demais deletérios sobre os inimigos naturais seriam indesejados (VENDRAMIM, *in* PARRA *et al. ed.,* 2002).

O papel dos semioquímicos foi discutido com alguns detalhes por Vilela & Pallini (*in* PARRA *et al. ed.,* 2002). Os autores afirmam que o uso dos semioquímicos teria um grande potencial para a manipulação das populações de inimigos naturais em programas de controle biológico. Nesse sentido, a capacidade de forrageamento de agentes entomófagos poderia ser favorecida, aumentando sua permanência nos agroecossistemas e orientando tais inimigos naturais até as pragas alvo. A importância de compostos químicos que estimulem o consumo de dietas artificiais também foi destacada pelos autores. Para estes, os estudos com semioquímicos não podem ser realizados isoladamente, senão associados às pesquisas com todos os organismos envolvidos em suas redes tróficas.

3.1.4 Evolução, do MIP ao Manejo Ecológico de Pragas (MEP), pela generalização das práticas de controle biológico.

Presentemente o controle biológico se eleva à posição de importância cada vez maior em programas de MIP, constituindo ao lado da taxonomia, do nível de controle e da amostragem, um dos pilares de tais programas. Em tais programas, o controle biológico é utilizado juntamente com outros métodos como o cultural, o físico, o de resistência de plantas, os comportamentais, harmonizados com o controle químico (com produtos seletivos) (PARRA, *in* GUEDES *et al.* org., 2000; PARRA *et al., in* PARRA *et al*. ed., 2002a).

Segundo Gallo *et al*. (2002):

> O manejo integrado de pragas é uma forma de ecologia aplicada; portanto, requer conhecimentos de princípios ecológicos, principalmente aqueles relacionados com a dinâmica de populações. A presença, ou mesmo o incremento da ação de agentes de controle natural, tem sido fundamental no manejo integrado de pragas.

Esta citação parece estar embasada na afirmação feita no trabalho de Gravena (1992). Segundo este autor haveria uma forte tendência em substituir o termo integrado por ecológico, sendo, portanto, mais adequado falar em Manejo Ecológico de Pragas (MEP), no qual o uso de agrotóxicos seria reduzido ao mínimo, e o controle biológico tem papel prioritário. Trabalhando as diferenças entre MIP e MEP, o mesmo autor (GRAVENA, *in* PARRA *et al.*, 2002), afirma que a partir dos avanços nas áreas de entomologia ambiental e ecológica, estabeleceu-se este novo sistema de manejo, sendo de sua opinião que existam diferenças acentuadas entre os dois sistemas. No MIP, o conceito de “limiar de dano” é utilizado para a tomada de decisão da aplicação emergencial de inseticidas, antes que as pragas atinjam o nível de dano econômico. O MEP seria um sistema em que o “nível de ação” e o “nível de não ação” substituiriam o limiar de dano, não ficando mais restrito ao simples monitoramento das pragas e aplicação seletiva de agrotóxicos, mas sim trabalhando com amplo planejamento das ações, voltadas para a maximização dos inimigos naturais e os métodos de manejo ambiental. O nível de ação leva em conta os limiares econômicos, sendo, portanto provisório e ajustável no tempo. O nível de não ação leva em conta

aspectos ecológicos, quando, mediante amostragem, se decide não agir contra a praga, pois se prevê que o controle biológico é ou será efetivo *a posteriori*. O nível de não ação é o que mantêm as pragas em torno do nível de ação, quando não há necessidade de intervenção com agroquímicos para o controle de pragas.

Portanto, no MEP, o uso de inseticidas teria papel secundário, ainda que importante. Repetimos a afirmação de Stadnik *et al.* (2009), na qual os inseticidas são o objeto a ser adaptado no MIP. Na conclusão de seu trabalho, Gravena (1992), observa que o conceito de MIP só poderá evoluir ao manejo ecológico com a generalização das práticas de controle biológico.

3.1.5 Definições, controle biológico de pragas agrícolas com agentes entomófagos.

Por controle biológico entendemos:

> É um fenômeno natural que consiste na regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais, os quais se constituem nos agentes de mortalidade biótica. Assim, todas as espécies de plantas e animais têm inimigos naturais atacando seus vários estágios de vida. Dentre tais inimigos naturais existem grupos bastante diversificados, como insetos, vírus, fungos, bactérias, nematóides, protozoários, rickéttsias, micoplasmas, ácaros, aranhas, peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (PARRA *et al., in* PARRA *et al*. ed., 2002a).

Berti Filho (*in* CROCOMO org., 1990) cita a definição de controle biológico de alguns autores: van den Bosh *et al*. (1982), “a regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais” ou “o restabelecimento do balanço da natureza”; e Caltagirone (1988) “a regulação de populações de organismos vivos, resultante de interações antagonísticas tais como parasitismo, predação e competição”. Para DeBach (*in* DEBACH ed., 1981): “a ação de parasitos, predadores ou patógenos que mantêm a densidade populacional de outros organismos numa média mais baixa que ocorreria em sua ausência”.

O escopo desta revisão se estenderá apenas aos aspectos relacionados a insetos praga, e seu controle com agentes entomófagos, parasitóides e predadores, com uma abordagem direcionada à supressão de populações destes insetos praga por meio de controle biológico dentro de programas de MIP.

Por predador citamos definição novamente extraída de Parra *et al*. (*in* PARRA *et al*. ed., 2002a):

> Os predadores, após um ataque bem-sucedido, subjugam rapidamente a presa. Como conseqüência, a presa é morta e consumida, resultando na interrupção do fluxo genético para a próxima geração. A inter-relação evolucionária existente entre os dois organismos ocorre durante a localização e o ataque da presa pelo predador e o comportamento furtivo (camuflagem ou abrigo), fuga ou defesa por parte da presa. Geralmente, certo número de presas deve ser consumido para que o predador possa crescer e se reproduzir, sem ocorrer interação fisiológica entre ambos (PARRA *et al., in* PARRA *et al*. ed., 2002a).

Ainda segundo o trabalho de Parra *et al*. (*in* PARRA *et al*. ed., 2002a), por parasitóide entendemos:

> Os parasitóides, após um ataque bem-sucedido, não matam imediatamente seu hospedeiro, mas podem permanecer como parasitos por períodos variáveis. Entretanto, no final, o hospedeiro é morto ou, pelo menos, não ocorre a transferência de genes para a próxima geração. O hospedeiro pode ser considerado como o recipiente para o desenvolvimento do parasitóide e, como tal, impõe certas restrições ao seu desenvolvimento. Além disso, a fisiologia e o comportamento do hospedeiro, enquanto ele vive, são em benefício do parasitóide que se desenvolve e, quando necessário, ele pode controlá-los. Como resultado, o parasitóide tem a oportunidade de regular a fisiologia do hospedeiro (VINSON & IWANTSCH, 1980, citado por PARRA *et al*., *in* PARRA *et al*. ed., 2002a).

Em muitos casos, porém, as fêmeas dos parasitóides podem atuar como verdadeiros predadores, consumindo de tal forma o hospedeiro que este não se prestará mais ao parasitismo. Este aspecto é discutido mais adiante quando tratamos da ecologia nutricional de parasitóides. A classificação de espécies com hábitos parasitóides envolve muitas subcategorias, dependendo do modo de ataque e do tipo de hospedeiro utilizado. Assim existem endo e ectoparasitóides, solitários ou gregários. O estádio em que o hospedeiro é atacado e a ocasião da emergência do parasitóide também servem à classificação. Existem parasitóides de ovo, ovo-larva, larva, larva-pupa, pupa, adulto (DOUTT, *in* DEBACH ed., 1981a).

A distinção entre os termos parasita e parasitóide de deve a: a) o desenvolvimento de um indivíduo acaba por destruir seu hóspede; b) usualmente o hóspede utilizado é da mesma classe taxonômica; c) em comparação ao tamanho de seu hóspede, são relativamente de tamanho maior; d) parasitam somente nos estádios imaturos, sendo os adultos de vida livre; e) seus efeitos sobra a dinâmica das populações, nos permitem dizer que atuam mais como predadores do que como parasitas verdadeiros (DOUTT, *in* DEBACH ed., 1981a).

Parasitóides que atacam o nível trófico inferior, são denominados parasitóides primários. Já as espécies que parasitam estes últimos, são denominadas parasitóides secundários ou hiperparasitóides. Existem casos particulares em que a espécie é parasitóide de si mesma, habito denominado de autoparasitismo (DOUTT, *in* DEBACH ed., 1981a).

A pergunta, parasitóides ou predadores, foi discutida por Berti Filho & Ciociola (*in* PARRA *et al*. ed., 2002). Para algumas opiniões os predadores seriam mais efetivos, pois destruiriam um maior número de presas. Por outro lado, por serem mais inespecíficos, seriam menos efetivos que os parasitóides. No entanto, evidencias indicam que a predação pode ser tão especifica quanto o parasitismo. Estes autores citam Hagen (1976), que lista os atributos que um predador deveria ter para ser considerado efetivo: multivoltismo; especificidade hospedeira; adultos longevos e com grande capacidade de busca da presa; limiar térmico inferior de atividade muito próximo ao da presa; e maior número de gerações que o da presa. Estes seriam atributos semelhantes aos dos parasitóides efetivos no controle biológico. Os predadores seriam mais efetivos onde a presa encontra-se com população mais densa. Cita-se ainda que os predadores possuem menores exigências nutricionais em comparação com os parasitóides.

Concluindo sua exposição, os autores sugerem que em vez de determinar qual o tipo de entomofagia seria a mais eficiente, deve-se sempre fazer a análise do agroecossistema em questão, e optar pelo emprego de predadores e ou parasitóides.

Desenvolvendo os procedimentos básicos de controle biológico que definem os seus diferentes tipos, Parra *et al*. (*in* PARRA *et al*. ed., 2002a), escrevem que por controle biológico clássico entende-se a importação (*introdução*) e colonização de insetos benéficos visando o controle de pragas, por meio de liberações inoculativas, sendo, portanto, uma medida de controle de

longo prazo. Quanto ao controle biológico natural, entende-se a *conservação* de populações que já ocorrem naturalmente em um agroecossistema, fundamentalmente por meio de manipulação do ambiente de forma favorável aos insetos benéficos. E finalmente, por controle biológico aplicado (ou artificial), entendem-se as liberações inundativas de insetos benéficos após criações massais em laboratório (*multiplicação*). Introdução, conservação e multiplicação seriam, portanto, os procedimentos básicos que definem os três tipos de controle biológico de pragas.

3.1.6 Exemplos de sucesso do controle biológico de pragas, e alguns grupos de agentes entomófagos predadores de interesse.

Parra *et al*. (*in* PARRA *et al*. ed., 2002a) citam van den Bosch *et al*. (1982), que listam 176 casos de programas de controle biológico com sucesso parcial ou total (1890 a 1975), e Greathread & Greathread (1992) que relatam 543 espécies de insetos que foram alvo de 1.200 introduções de controle biológico.

Um caso de sucesso de controle biológico clássico é relatado por Chagas *et al.* (*in* PARRA *et al*. ed., 2002). *Phyllocnistis citrella* Stainton,1856 (Lepidoptera: Gracillariidae), vulgarmente conhecido por minador-dos-citros, é importante praga da citricultura e a ela está associada a disseminação do cancro cítrico provocado pela bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*. *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya, 1983 (Hymenoptera: Encyrtidae), é um parasitóide que tem sido relacionado como o agente biológico mais eficiente na implementação de programas de controle biológico clássico do minador-dos-citros. *P. citrella* foi registrado no Brasil em março de 1996. Após os exemplos de Austrália, Estados Unidos, Israel, Bahamas, Honduras, Peru, Argentina, Chile e Venezuela, o Brasil em julho de 1998 iniciou programa para liberação deste parasitóide. Segundo os autores, os resultados três anos após sua introdução (2001) eram muito significativos, sendo mais um caso de sucesso de controle biológico clássico no Brasil.

Outro caso de sucesso, desta vez do controle biológico aplicado, é descrito por Botelho & Macedo (*in* PARRA *et al*. ed., 2002). *Diatraea saccharalis* Fabricius, 1794 (Lepidoptera: Crambidae), é uma das principais pragas da cana-de-açúcar. As primeiras tentativas de controle biológico com parasitóides foram com alguns

dípteros (Tachinidae): *Lixophaga diatraeae* Townsed, 1916, importado de Cuba, e os nativos, *Lydella minense* Townsed, 1927, *Paratheresia claripalpis* Wulp, 1896. No entanto, os resultados não foram satisfatórios. *Cotesia flavipens* Cameron, 1891 (Hymenoptera: Braconidae), originário do sudeste asiático e da Austrália é um endoparasitóide utilizado no controle desta praga. Foi liberado com sucesso para o controle de *D. saccharalis* nas Ilhas Maurício e em Madagascar na África, na década de 50. Seguiram-se exemplos importantes nos Estados Unidos e na América Central. No Brasil os trabalhos com este parasitóide já vêm sendo realizados desde meados dos anos 70. Dados do inicio dos anos 90 revelavam o grande número de insetos já liberados, e os seus positivos reflexos no controle desta praga, representando significativa economia para o setor sucroalcooleiro.

Vários grupos de insetos predadores despertam interesse por suas potencialidades para emprego em programas de controle biológico, no entanto esse potencial ainda é pouquíssimo explorado (CARVALHO & SOUZA, *in* PARRA *et al.* ed., 2002). Dentre eles alguns se destacam por sua importância como os himenópteros das famílias Formicidae e Vespidae, os dípteros das famílias Asilidae e Syrphidae, os coleópteros das famílias Carabidae e Coccinellidae, os dermápteros das famílias Forficulidae e Labiduridae, os hemípteros da sobordem Heteroptera pertencentes às famílias Pentatomidae e Reduviidae, e os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). Estes e outros grupos de predadores são listados por Berti Filho & Ciociola (*in* PARRA *et al*. ed., 2002), que citam 22 ordens que contêm espécies predadoras.

Pela sua importância comentamos brevemente os ácaros predadores. Moraes (*in* PARRA *et al*. ed., 2002), faz uma exposição geral do uso de ácaros predadores no controle biológico de ácaros fitófagos, citando que foi um ácaro predador o primeiro artrópode a ser transferido de um continente a outro para o controle de uma praga (1873). Monteiro (*in* PARRA *et al*. ed., 2002), expõe os trabalhos realizados por produtores de maçã em Santa Catarina, na criação massal do ácaro predador *Neoseiulus californicus* McGregor, 1954 (Acari: Phytoseiidae). Albuquerque & Moraes (2008) citam Gerson *et al.* (2003), que listaram 28 espécies de ácaros predadores utilizados em controle biológico de ácaros fitófagos, dos quais 19 pertencentes à família Phytoseiidae. Estes autores estudaram o fornecimento da presa alternativa *Tyrophagus putrescentiae* Schrank, 1781 (Acari: Acaridae), para a criação massal do fitoseídeo *Iphiseiodes*

zuluagai Denmark & Muma, 1972 (Acari: Phytoseiidae), predador associado ao ácaro fitófago *Brevipalpus phoenicis* Geijskes, 1939 (Acari: Tenuipalpidae) transmissor do vírus da leprose em citros. Ribeiro-Costa & Almeida (*in* PANIZZI & PARRA ed., 2009) mencionam que ácaros do gênero *Pyemotes* (Pyemotidae) são predadores de larvas, pupas e até adultos de Bruchinae (Coleoptera: Chrysomelidae) em leguminosas tropicais.

Em particular aos crisopídeos, são vários os autores que enfatizam a necessidade de mais estudos básicos da sistemática e da biologia deste grupo, sobretudo das espécies Neotropicais, pois a ignorância sobre esse grupo tem impedido avanços na sua aplicação em programas de controle biológico. A maior família dos Neuroptera, Chrysopidae, inclui 1.200 espécies, divididas em quatro subfamílias, dentre elas Chrysopinae, que por sua vez é dividida em quatro tribos, sendo Chrysopini e Leucochrysini as que apresentam espécies com potencial para uso em programas de controle biológico, dado serem predadores por excelência nas fases imaturas. São poucas as espécies desta família que apresentam hábitos predadores quando adultos (FREITAS, *in* PARRA *et al.* ed., 2002). Já Albuquerque (*in* PANIZZI & PARRA ed., 2009) fala de Chrysopidae como sendo a segunda maior família da ordem, com igual número de espécies, e dividida em apenas três subfamílias, das quais Chrysopinae possuiria 97% das espécies. Os primeiros trabalhos com a criação massal de crisopídeos, realizados por Finney, datam de meados do século XX. O gênero *Chrysoperla* possui quatro representantes na fauna brasileira. Nos últimos anos, a espécie *C. externa* vem sendo muito estudada por sua ampla distribuição na região Neotropical (CARVALHO & SOUZA, *in* BUENO ed., 2000; FREITAS, 2003; MAIA *et al*., 2004).

As larvas de crisopídeos são predadoras associadas a insetos e ácaros fitófagos como: pulgões (Aphididae); cochonilhas (Monoplhebidae, Pseudococcidae, Ericoccidae, Coccidae, Diaspididae); cigarrinhas (Cercopidae, Cicadelidae, Membracidae, Fulgoridae); mosca-branca (Aleyrodidae); psilídeos (Psyllidae); tripes (Thysanoptera); psocópteros (Psocidae); Lepidoptera (ovos e larvas de Tortricidae, Plutellidae, Yponomeutidae, Pyralidae, Noctuidae, Pieridae); ácaros (Tetranychidae, Eriophyidae). Menos comumente preda ovos e larvas pequenas de: Coleoptera, como Chrysomelidae; Diptera; Hymenoptera; outros Neuroptera. E outras presas apenas raramente, como cupins (Isoptera) e aranhas (ALBUQUERQUE, *in* PANIZZI & PARRA ed., 2009).

Outros gêneros de crisopídeos cuja importância vem sendo demonstrada por vários autores incluem *Ceraeochrysa* e *Leucochrysa.* Hemerobiidae é outra família dos Neuroptera, cujas espécies apresentam larvas e adultos predadores. Como os crisopídeos, são predadores de pequenas pragas sugadoras, principalmente afídeos, coccídeos, psilídeos, ácaros e outras espécies de corpo macio. No entanto, os estudos quanto aos impactos de suas espécies nos agroecossistemas ainda são muito incipientes. As informações existentes para este grupo são sobretudo provenientes do hemisfério norte. No Brasil, os estudos deste grupo estão limitados à taxonomia. Lara *et al*. (2008) realizaram levantamento em lavoura de café, e encontraram espécies dos seguintes gêneros: *Hemerobius, Megalomus, Nusalala e Sympherobius*. Mais dois gêneros comuns nos levantamentos de Hemerobiidae são *Nomerobius* e *Notiobiella*. Estes seis gêneros reúnem as 24 espécies desta família citadas para o Brasil (LARA & PERIOTO, 2003; LARA, 2007).

Outro grupo de interesse é a família Coccinellidae (Coleoptera), com mais de 6.000 espécies descritas, sendo 1.310 espécies da região Neotropical, e destas, 325 presentes no Brasil (CORRÊA, 2008). A grande maioria dos coccinelídeos é predadora de várias pragas dos sistemas agroflorestais. A exemplo o já citado, e associado como o primeiro caso de sucesso do controle biológico clássico (1888), a introdução da joaninha australiana *R. cardinalis*, para o controle de *I. purchasi*, sobre citros no estado da Califórnia, EUA, discutido em detalhes por Doutt (*in* DEBACH ed., 1981b). Os principais grupos utilizados como alimento pelos coccinelídeos são os Aphididae; Coccidae; ácaros; Adelgidae; Aleyrodidae; formigas; larvas de Chrysomelidae; além dos Heteroptera e Homoptera, Pentatomidae, Cicadellidae e Phylloxeridae (ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, *in* PANIZZI & PARRA *ed.*, 2009).

Almeida & Ribeiro-Costa (*in* PANIZZI & PARRA, 2009) falam em 2.000 espécies de coccinelídeos Neotropicais, e apresentam uma divisão em sete subfamílias, das quais apenas alguns representantes da subfamília Coccinelinae (Psylloborini) alimentam-se de fungos e os da subfamília Epilachninae que são herbívoros, sendo todos os demais predadores.

Nesse grupo o comportamento das larvas é semelhante ao dos adultos, utilizando-se inclusive dos mesmos recursos alimentares, sendo portanto, considerados mais eficientes do que grupos de predadores que atuam apenas na

fase de larva ou apenas na fase adulta. Apresentam grande atividade de busca, sendo muito vorazes (ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, *in* PANIZZI & PARRA *ed.*, 2009).

Outra família de Coleoptera, Carabidae é outro grupo de predadores importante nos agroecossistemas. Porém, os trabalhos com este grupo salientam a dificuldade da criação em laboratório, pois apresentam forte canibalismo. *Calosoma granulatum* Perty, 1830, é um carabídeo eficiente na predação de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, (Lepidoptera: Noctuidae) em soja, algodão, trigo, feijão, etc. Histeridae e Staphylinidae são duas famílias de Coleoptera com potencial para serem usadas como agentes de controle de Muscidae hematófagos na pecuária. Predadores destas três famílias são alternativa para o controle de dípteros sinantrópicos e outras pragas em aviários, a exemplo do histerídeo *Carcinops troglodytes* Paykull, 1811, principal inimigo natural de *Alphitobius diaperinus* Panzer, 1797 (Coleoptera: Tenebrionidae), que ocorre na cama dos aviários (CARVALHO & SOUZA, *in* PARRA *et al.* ed., 2002; BICHO *et al.,* 2005).

Os sirfídeos, um dos grupos mais abundantes de Diptera, estão divididos em três subfamílias, Syrphinae, Eristalinae e Microdontinae. Já foram descritas mais de 6.000 espécies para a família, sendo que mais de 1.600 na região Neotropical. Syrphinae apresenta para a maioria das espécies, larvas de hábito predatório, alimentando-se principalmente de Fulgoroidea, Cercopidae, Cicadelloidea, Aleyrodoidea, Aphidoidea, Coccoidea e Thysanoptera. Relata-se que suas larvas podem consumir centenas a mais de mil afídeos durante o período larval, demonstrando sua importância no controle biológico destas pragas (MARINONI *et al.,* 2007).

Outra família de Diptera, Asilidae, apresenta cerca de 1.300 espécies para a região Neotropical. Seus membros são conhecidos por moscas assassinas, pois os adultos são vorazes predadores, capturando e matando a presa ao injetar saliva paralisante. Diversos grupos de insetos são presa para os Asilidae, que, no entanto, possuem o inconveniente de atacar aranhas. As formas imaturas possuem hábitos crípticos, sendo que a algumas têm sido associados hábitos predatórios (SILVA, 2005).

Os vespídeos (Hymenoptera: Vespidae) capturam uma grande diversidade de presas. Neste grupo a relação vespa x peso da presa é importante e tem sido

referida como constante para as espécies estudadas. Outra questão envolve o raio de ação para cada espécie, bem como o tipo de vegetação ao redor do ninho. *Brachygastra lecheguana* Latreille, 1824, foi relatada como predadora do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae). Várias espécies de Vespidae são relatadas como eficientes predadoras do bicho mineiro do cafeeiro *Leucoptera coffeella* Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842 (Lepidoptera: Lyonetiidae), levando alguns autores a afirmar que a preservação de ninhos de vespídeos nesta cultura é fundamental para o controle biológico desta praga (CARVALHO & SOUZA, *in* PARRA *et al.* ed., 2002). Uma experiência com abrigos desmontáveis e a transferência de ninhos de *Polistes versicolor* Oliver, 1791, foi relatada com sucesso por Butignol (1992). O autor conclui que a espécie pode ser manejada, possuindo potencial como predadora de lagartas durante o ciclo estival de diversas culturas. O uso de abrigos e a transferência de ninhos permitem aumentar a abundância deste predador nos agroecossistemas. Salienta no entanto a relativa agressividade destes himenópteros e a conseqüente fobia cultural e aversão a estes insetos, o que seria um fator impeditivo ao seu emprego.

As formigas (Hymenoptera: Formicidae) são originalmente carnívoras, como as vespas que as originaram. A maioria delas é predadora, com hábitos muito variados, existindo desde especialistas que consomem apenas ovos de artrópodes, inclusive de aranhas, outras apenas colêmbolos, outras que predam apenas larvas de outras formigas, e outras que predam crustáceos, Myriapoda, dipluros, e as que predam ácaros ou consumem apenas pólen, existindo também as espécies generalistas que predam qualquer material animal e até exploram alguns recursos vegetais (FOWLER *et al., in* PANIZZI & PARRA *ed.*, 1991; BRANDÃO *et al., in* PANIZZI E PARRA *ed.,* 2009). Brandão *et al.* (*in* PANIZZI E PARRA *ed.,* 2009) falam em 15 guildas de formigas Neotropicais. Dentre elas estariam as predadoras generalistas epigéicas e hipogéicas que inclui o gênero *Solenopsis*, as especialistas dentre as quais existem espécies que exercem a predação em massa e ou nomadismo, e as predadoras arborícolas. Um grande grupo de formigas é classificado como generalista onívora. As chamadas formigas legionárias (Ecitoninae) são consideradas um dos principais grupos predadores de invertebrados em regiões tropicais do planeta, sendo em grande parte ou exclusivamente carnívoras.

Para esses autores as formigas são importantes predadoras de pragas em muitos agroecossistemas, existindo também espécies generalistas que contribuem para a redução de doenças das plantas ao remover esporos de fungos durante seu forrageamento, ou impedindo a interação entre plantas e vetores de doenças. Estudos indicam que formigas da serrapilheira predam ativamente pupas de *Ceratitis capitata* Wiedemann, 1824 (Diptera: Tephritidae) e de muitas outras pragas agrícolas presentes no solo (FOWLER *et al., in* PANIZZI & PARRA *ed.*, 1991; BRANDÃO *et al., in* PANIZZI E PARRA *ed.,* 2009).

Formigas do gênero *Solenopsis* são consideradas eficientes agentes para o controle de pragas em culturas florestais e em pomares de citros, bem como em lavouras de cana-de-açúcar no controle de *D. saccharalis*. *Solenopsis invicta* Buren, 1972, é comumente associada às lavouras de algodão, predando várias pragas. Porém esta espécie preda também outros inimigos naturais como crisopídeos e sirfídeos, no entanto ainda assim exerce papel muito importante no controle das pragas dessa cultura, como é relatado para os EUA, onde *S. invicta* e *Solenopsis geminata* Fabricius, 1804, foram responsáveis por 85% da predação do bicudo do algodoeiro. *Crematogaster curvispinosus* Mayr, 1862, é associada como predadora da broca do café *Hypothenemus hampei* Ferrari, 1867 (Coleoptera: Scolytidae) (CARVALHO & SOUZA, *in* PARRA *et al.* ed., 2002).

Entre os dermápteros destacam-se as famílias mencionadas Forficulidae e Labiduridae. *Labidura riparia* Pallas, 1773 (Labiduridae), é associado como importante predador de *D. saccharalis*. *Doru luteipes* Scudder, 1876 (Forficulidae), é reconhecido como um dos principais inimigos de *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae) em milho (CARVALHO & SOUZA, *in* PARRA *et al.* ed., 2002).

Os Heteroptera possuem numerosas espécies predadoras entre as famílias Reduviidae, Pentatomidae, Anthocoridae, Corixidae, Lygaeidae, Miridae, Nabidae, dentre outras. Em soja, percevejos dos gêneros *Geocoris* (Lygaeidae)*, Nabis* (Nabidae) e *Podisus* (Pentatomidae)*,* são importantes predadores de dois pentatomídeos praga *Nezara viridula* Linnaeus, 1758, e *Euschistus heros* Fabricius, 1798. No Brasil, os predadores da subfamília Asopinae (Pentatomidae) são considerados importantes reguladores de insetos praga desfolhadores nos cultivos florestais. Entre os mais estudados estão os gêneros *Brontocoris, Podisus* e *Suputius* (CARVALHO & SOUZA, *in* PARRA *et al.* ed., 2002; ZANUNCIO *et al.,*

in PARRA *et al.* ed., 2002). Da família Anthocoridae, o gênero *Orius* é um dos mais estudados, destacando-se como predador de tripes, ovos de Lepidoptera, ácaros fitófagos e afídeos (BUENO, *in* BUENO ed., 2000).

3.1.7 Ecologia nutricional e criação massal de insetos nos programas de controle biológico.

Muitos insetos entomófagos, parasitóides e predadores, necessitam de néctar e pólen (açúcares e proteínas), ou podem se alimentar de outros recursos vegetais quando adultos. Para muitos parasitóides como Hymenoptera e Diptera essa dieta é indispensável para a maturação dos ovos, e para os predadores pode ser um complemento alimentar ou mesmo ser também indispensável, promovendo maior longevidade, fecundidade e fertilidade, ou ser um recurso alimentar em época de escassez de presas. Áreas que possuam maior complexidade de flora, favorecem portanto as populações de insetos carnívoros, sendo esse um bom argumento para as práticas de policultivo na agricultura (GARCIA, *in* PANIZZI & PARRA ed., 1991). Este aspecto está envolvido com um dos procedimentos básicos do controle biológico, já discutido em item anterior, a manipulação ambiental, garantindo a conservação dos agentes benéficos nos agroecossistemas. Além de servir como fonte de nutrientes, a complexificação dos agroecossistemas garantiria a manutenção de presas e hospedeiros para entomófagos, em épocas de escassez destes.

Os himenópteros parasitóides que produzem continuamente ovos necessitam adquirir nutrientes durante a fase adulta recorrendo como já dito a néctar, pólen e até mesmo a melato de algumas pragas como afídeos. Este tipo de alimento também deve ser ingerido por adultos que não se encontram sexualmente maduros ao emergir, sendo que tais recursos podem ou não coincidir com o hospedeiro. Tais fatos podem ser decisivos na sobrevivência, reprodução e dispersão de um parasitóide, influenciando diretamente no seu sucesso em campo. O mesmo fato deve ser motivo de preocupação nas criações de laboratório. Em muitas espécies, as fêmeas apresentam absorção de oócitos quando a presa não está disponível. Muitas fêmeas de parasitóides adultos se alimentam dos fluidos corporais de seus hospedeiros, a partir das feridas provocadas pelo ovipositor ou mandíbulas, obtendo desta forma as proteínas

necessárias para a ovogênese. Algumas espécies se alimentam de hospedeiros nos quais ainda será efetuada a postura. Já outras espécies atuam verdadeiramente como predadoras, consumindo de tal forma o hospedeiro, que este acaba tornando-se impróprio para receber os ovos da fêmea. Tais espécies têm uma importância econômica considerável (DOUTT, *in* DEBACH ed., 1981a; GARCIA, *in* PANIZZI & PARRA ed., 1991).

Este último caso é exemplificado por Garcia (*in* PANIZZI & PARRA ed., 1991), quando fêmeas do eulofídeo *Edovum puttleri* Grissell, 1981, parasitóide de ovos do coleóptero *Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824 (Chrysomelidae), consomem diretamente seu objeto de parasitismo.

Para o caso dos ácaros predadores, Albuquerque & Moraes (2008) afirmam que *I. zuluagai* pode se alimentar de pólen e substâncias açucaradas, aspecto desejado nos programas de controle biológico, pois permite sua criação sobre fontes alternativas de alimento. Este aspecto permite o entendimento das relações ecológicas dos ácaros predadores em campo, fornecendo informações para a manipulação ambiental dos agroecossistemas em benefício deste grupo de artrópodes predadores.

Yamamoto & Gravena (1996) criaram a mesma espécie de ácaro sobre pólen de taboa (*Typha angustifolia* Linnaeus, Typhaceae), pólen de mamona (*Ricinus comunis* Linnaeus, Euphorbiaceae), e sobre solução de mel a 10%. O melhor tratamento foi o que recebeu apenas pólen de mamona, sendo que no tratamento com mel, a duração dos estádios foi maior e a viabilidade ovo-adulto foi a mais baixa. Cruz (*in* PARRA *et al. ed.,* 2002), cita o ácaro predador *Amblyseius hibisci* Chant, 1959 (Acari: Phytoseiidae), na Califórnia, onde a disponibilidade de pólen em pomares de abacate, mesmo na ausência de suas presas, foi fundamental para manter a sua população em abundância. Bellini *et al.* (2005) estudaram as espécies de plantas espontâneas que poderiam servir de reservatório para ácaros predadores em cultivos de seringueira no estado de São Paulo. Estes autores citam o trabalho de Gravena *et al.* (1993) que semearam duas Asteraceae em um pomar de citros e constataram maior abundância de dois ácaros predadores incluindo *I. zuluagai*, e a redução de dois ácaros prejudiciais para os citros, o ácaro da leprose e o ácaro da falsa ferrugem.

Os crisopídeos apresentam hábitos alimentares associados ao seu nicho ecológico, alimentando-se do que estiver pela frente. Em algumas espécies

parece haver o condicionamento das larvas à alimentação dos primeiros dias de vida. Os adultos alimentam-se de pólen de várias plantas, de substâncias açucaradas produzidas por plantas ou por insetos (melato), sendo que poucas espécies são predadoras quando adultas. Esse aspecto, como já discutido, é observado quando se complexifica os agroecossistemas, atraindo e fornecendo fontes de alimento a estes inimigos naturais, aumentando sua longevidade, fecundidade e fertilidade (FREITAS, *in* PARRA *et al.* ed., 2002).

Oliveira (2009) estudou a bioecologia do afídeo *Sipha flava* Forbes, 1884, e do crisopídeo *C. externa*, sobre forrageiras. Dentre suas pesquisas realizou experimento para verificar a viabilidade de se fornecer como alimento às larvas do crisopídeo, exclusivamente pólen de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumacher, Poaceae). Observou que a duração dos estádios larval e pupal aumentaram em relação a uma dieta que continha o afídeo. A viabilidade de cada fase também foi menor com uma alimentação exclusivamente de pólen, obtendo 70% e 33% de viabilidade para o período larval e pupal, respectivamente. Em outro experimento avaliou os efeitos sobre a reprodução deste crisopídeo de acordo com a qualidade do pólen fornecido às larvas. Pólen de capim elefante, de braquiaria (*Brachiaria decumbens* Stapf, Poaceae), e de mamona foram fornecidos. Constatou que o pólen destas forrageiras constitui fonte alternativa de proteína em períodos de escassez de presas, no entanto seu fornecimento exclusivo como alimento promoveu menor longevidade para machos e fêmeas, e não permitiu a oviposição. A biologia reprodutiva é incrementada quando foi fornecido mel como fonte de carboidrato, permitindo a oviposição.

Albuquerque (*in* PANIZZI & PARRA ed., 2009) comenta que ainda não é possível generalizar que larvas de Chrysopidae sejam onívoras. Segundo sua exposição, as larvas podem recorrer a fontes alternativas de alimento na eventual falta de presas, no entanto sabe-se que para algumas espécies o fornecimento de alimento vegetal como néctar no primeiro instar larval pode melhorar seu crescimento e desenvolvimento. Estes são aspectos que ainda precisam ser mais bem estudados. Garcia (*in* PANIZZI & PARRA ed., 1991) citando Hagen (1987), afirma que em algumas espécies de *Chrysoperla* a associação com leveduras e bactérias simbiontes é essencial para a provisão de aminoácidos a partir de dieta à base de néctar.

Os coccinelídeos tendem a ter certa especificidade de alimento, algo que pode estar relacionado a mecanismos de defesa de suas presas. Em muitas espécies as larvas só completam seu desenvolvimento na presença da presa preferencial, ao contrário dos adultos que podem sobreviver consumindo alimento alternativo como pólen e néctar. No entanto, muitas espécies só conseguem produzir ovogênese normal na presença da presa preferencial e em quantidade suficiente. Já para outras espécies de coccinelídeos, néctar e pólen podem ser o alimento preferencial (ALMEIDA & RIBEIRO-COSTA, *in* PANIZZI & PARRA, 2009). Novamente Garcia (*in* PANIZZI & PARRA ed., 1991) ao citar o trabalho de Hagen (1987), menciona a associação de simbiontes, mas desta vez com a presa e não diretamente com o predador. Assim, microorganismos simbiontes em algumas espécies de afídeos produziriam carotenóides necessários aos seus coccinelídeos predadores, o que segure certa especialização pela presa por parte do predador. Neste grupo, o canibalismo é relatado como o principal problema para a criação massal. As fases mais vulneráveis são as quiescentes. Para muitas espécies, o canibalismo parece estar associado à ausência de presas, para outras como a exótica *Harmonia axyridis* Pallas, 1773, este habito ocorreria mesmo com abundância de presas.

Os sirfídeos são conhecidos como moscas-das-flores, designação apropriada sendo que os adultos desta família freqüentam flores em busca de néctar e pólen, enquanto suas larvas apresentam predominantemente outros hábitos alimentares. É nesse sentido que picos populacionais de sirfídeos estão associados à disponibilidade de alimento tanto para adultos como para larvas. Costumam permanecer por um longo período pousados nas flores para se alimentar. Além da necessidade alimentar, em várias espécies as fêmeas necessitam dos aminoácidos presentes no pólen para a maturação do sistema reprodutivo. Syrphidae é a família considerada mais importante entre os dípteros polinizadores (MORALES & KÖHLER, 2006; 2008).

Estes autores (2008), constataram para uma região do Rio Grande do Sul em mais de três anos de levantamento, que Asteraceae possui o maior número de registros de visitação por Syrphidae e que Apiaceae apresenta os dípteros como os visitantes mais freqüentes. Os sirfídeos adultos podem exibir diferenciadas estratégias forrageadoras, normalmente são generalistas, porém há casos onde são considerados especialistas. A facilidade do acesso aos recursos

florais e a coloração clara das flores são os principais responsáveis pela atração dos sirfídeos. A maioria das inflorescências de asteráceas apresenta coloração clara (amarela, branca), abundância, e facilidade de acesso aos recursos florais, como também em Apiaceae, as quais estão entre as espécies de plantas com maior número de visitantes.

Auad (2003) criou adultos do sirfídeo *Pseudodoros clavatus* Fabricius, 1794, provenientes de campo sobre pólen de *Bidens pilosa* Linnaeus (Asteraceae) e solução de mel a 10% para obter oviposição. Como estímulo à oviposição, utilizou lâminas foliares de sorgo com 150 afídeos (*Schizaphis graminum* Rondani, 1852), obtendo sucesso. Já Oliveira & Santos (2005), utilizaram três dietas: I mel e levedura de cerveja; II mel, levedura de cerveja e pólen; e III açúcar, levedura de cerveja e pólen, não se referindo à espécie usada como fonte de pólen. Tão pouco há referência ao uso de um substrato como estímulo à oviposição. Estes autores não obtiveram oviposição para adultos emergidos em laboratório.

Bueno & Zanuncio (*in* PANIZZI & PARRA *ed.,* 2009) fazem uma revisão bem completa sobre a ecologia nutricional dos Heteroptera predadores. Estes autores ressaltam o fato de que muitos destes entomófagos apresentam o hábito de se alimentar de materiais ou partes de plantas. Algumas espécies de *Nabis*, por exemplo, no intuito de conseguir água usam a seiva das plantas, podendo inclusive causar-lhes dano. Algumas outras espécies de Heteroptera predadores podem exercer a fitofagia de modo exclusivo por algum tempo na ausência de presas, em outros casos esse hábito aumentaria o *fitness* do predador atuando como suplemento à sua dieta. O fato de heterópteros predadores exercerem a zoofitofagia pode ser encarado como algo positivo para o controle biológico de pragas, sobretudo nos cultivos anuais.

Ainda segundo estes autores, a abundância destes predadores pode ser influenciada pela presença/ausência de certas plantas daninhas ou de cobertura que contenham pólen, néctar floral e extrafloral, sementes e seiva, nos agroecossistemas. No entanto, é difícil separar a disponibilidade destes recursos da abundância de presas disponível. Uma conclusão é, no entanto, acertada, inimigos naturais serão mais abundantes em habitats diversificados do que naqueles mais simplificados. Não se pode generalizar a habilidade dos Heteroptera predadores subsistirem como herbívoros, de fato uma alimentação

exclusiva de material vegetal não permite que a maioria das espécies destes predadores atinja a vida adulta. *Orius insidiosus* Say, 1832 (Anthocoridae) alimentando-se exclusivamente de milho gerou fêmeas inférteis, adultos de menor tamanho e com deformações. Certo porém é que muitos destes predadores podem necessitar de uma combinação de plantas ou componentes destas para sua adequada nutrição, garantindo seu crescimento, desenvolvimento ou reprodução.

Em alguns casos, porém, a fitofagia, como mencionada para algumas espécies do gênero *Nabis*, pode apresentar implicações negativas como a transmissão de doenças, dano direto à planta, ou danos visuais em frutos. Plantas resistentes poderão ser prejudiciais a estes predadores. O canibalismo não é generalizado para todos os grupos de Heteroptera predadores e comportamentos diferenciados são encontrados. Para muitos grupos, o canibalismo só foi relatado em laboratório. *Oruis* spp., no entanto, não hesita em atacar membros da mesma espécie. Em campo, o canibalismo parece estar principalmente associado a baixas densidades de presas. Esse fator é relatado como o principal obstáculo à criação massal destes predadores (BUENO & ZANUNCIO, *in* PANIZZI & PARRA *ed.,* 2009).

A criação massal de insetos pode servir a diversas finalidades, dentre elas os fins de pesquisa em controle biológico, ou, evidente, para a criação de insetos benéficos visando sua liberação no campo, seja de modo inoculativo ou inundativo. Um dos grandes problemas da criação em massa de insetos entomófagos, é que se trata da criação de duas espécies, dos hospedeiros de níveis tróficos inferiores, e dos insetos de interesse. Para contornar esse problema, surge outra dificuldade, o estabelecimento de dietas artificiais para os hospedeiros e ou diretamente para os insetos que são o objeto final de interesse, eliminando a criação de hospedeiros. Comparativamente, o estabelecimento de dietas artificiais para insetos entomófagos, demonstra-se muito mais complexa do que para insetos de níveis tróficos inferiores. Condições ótimas para a criação dos insetos também demandam pesquisa básica. A sanidade é relevante na manipulação das dietas artificiais e de todo o ambiente de criação. O canibalismo em alguns grupos de predadores pode comprometer significativamente a criação massal. Outro problema é o armazenamento tanto de hospedeiros como de parasitóides e predadores, até o seu efetivo uso (PARRA*, in* PARRA *et al*. ed.,

2002a; CÔNSOLI & PARRA, *in* PARRA *et al*. ed., 2002). A exemplo, o trabalho de Tauber *et al.* (1993) citado por Freitas (*in* PARRA *et al*. ed., 2002), que conseguiram armazenar *Chrysoperla carnea* Stephens, 1836 (Neuroptera: Chrysopidae) por 31 semanas a 5°C.

Outra questão esta relacionada à qualidade dos insetos produzidos massalmente, fundamentalmente envolvida com a competitividade e estabelecimento dos insetos após sua liberação em campo. van Lenteren (*in* BUENO ed., 2000) esclarece que o tema da qualidade dos insetos produzidos comercialmente só foi objeto de debate a partir de idos da década de 80. Enfatiza em suas conclusões que embora a indústria do controle biológico exista a um bom tempo e tenha se desenvolvido nos últimos anos, a preocupação com a qualidade adequada dos insetos produzidos é apenas recente. Neste trabalho descreve porque o controle de qualidade revela-se tão difícil e estabelece alguns critérios gerais de avaliação da qualidade.

Segundo Prezotti & Parra (*in* PARRA *et al*. ed., 2002) os principais elementos envolvidos no controle de qualidade das criações massais são: o controle da produção; o controle do processo; e o controle do produto; sendo a distribuição e o acompanhamento da eficiência no controle das pragas, as operações finais. Para estes autores, os atributos de qualidade não devem ser generalizados, mais sim avaliados conforme cada programa de controle em particular. Nesse sentido, conhecimentos sobre propriedades ecológicas, fisiológicas e biológicas de cada relação praga/inimigo natural, são necessárias antes de se proceder às avaliações. A observância de dados climáticos é por demais evidente. Outro aspecto muito importante são as modificações sofridas por populações em linhagens de insetos mantidos em laboratório, sendo as de maior importância, as alterações comportamentais, e a perda de variabilidade genética.

3.1.8 Perspectivas do controle biológico de pragas agrícolas.

Segundo Parra (*in* PARRA *et al*. ed., 2002b) é fundamental que após o desenvolvimento da tecnologia da criação de insetos benéficos, essa seja transferida a instituições que disponibilizem estes quando houver necessidade. Este autor apresenta vários dados de companhias de controle biológico existentes

no mundo. O Brasil não se destaca na produção de parasitóides e predadores, mas possui tradição na produção de entomopatógenos. Cita, no entanto, exemplos importantes, tal como a produção de *C. flavipens* pelas usinas de açúcar. Enfatiza, porém, que esta atividade já é uma realidade no mundo e que é um ramo em expansão. Para ganhar credibilidade, as instituições envolvidas com essa atividade devem cada vez mais observar as características do mercado e zelar pelo controle de qualidade.

Da mesma forma Gravena (*in* PARRA *et al*. ed., 2002), afirma que a utilização e comercialização de inimigos naturais para a prática do controle biológico já se constitui numa realidade. Para esse autor, o controle biológico aplicado é a área prioritária de interesse da esfera privada, atualmente em franca perspectiva de crescimento com a demanda por produtos de agricultura orgânica ou dita de outra forma, sustentável. Quando o controle biológico passa a ser permanente, como nas medidas de controle biológico clássico, a esfera privada perderia interesse, cabendo essa modalidade de controle biológico à esfera estatal. O que, no entanto, não deve ser encarado de forma absoluta, a exemplo da já mencionada introdução de *P. citrella,* desenvolvida sobretudo com recursos privados. Para Gravena, a viabilização de microempresas no ramo só é possível se existirem coligações entre estas, sobretudo para a superação de demandas eventualmente descobertas de oferta e para a garantia de qualidade do produto fornecido. Finaliza afirmando que sistemas de certificação de produção são importantes para a expansão da adoção de métodos de controle biológico e em conseqüência um estímulo à expansão deste setor.

Quanto ao futuro, perspectivas e potenciais do controle biológico, Parra *et al.* (*in* PARRA *et al*. ed., 2002b), afirmam que a partir da crescente demanda mundial por sistemas de produção agrícola que garantam a preservação ambiental e o fornecimento de alimentos livres de contaminantes sintéticos, esse será um método de controle de pragas em franca expansão. O potencial brasileiro nesta área estaria relacionado ao grande número de agentes biológicos existentes; aos profissionais já existentes nessa área; aos laboratórios de qualidade já existentes; aos resultados de sucesso em diversas culturas; e ao alto nível das pesquisas na área. Como problemas o autor aponta a falta de muitos estudos básicos da biologia dos hospedeiros e inimigos naturais; o fato dos programas não terem continuidade e ou serem mal planejados; o fato de que o

controle biológico ainda não possuir credibilidade por parte de setor importante da nação; por não haver uma política nacional sobre o tema; a dificuldade de transferência de tecnologia ao usuário; e a forte pressão e propaganda contrária, por parte dos fabricantes de inseticidas.

3.2 O semi-árido brasileiro e o uso da "palma forrageira" na pecuária nordestina.

O nordeste brasileiro se estende por uma área de 1.640.000 km², dos quais 60% correspondem ao chamado semi-árido. Essa é a região que reúne alguns extremos do país: a maior insolação e a menor nebulosidade; as maiores médias de temperatura e as mais baixas percentagens de umidade relativa; as maiores taxas de evaporação, e antes de tudo, as mais irregulares e escassas precipitações pluviais, sendo essas limitadas a curtos períodos do ano, conferindo à região uma climatologia complexa (KIILL & CORREIA, *in* KIILL & MENEZES *ed.*, 2005). Segundo a Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro (BRASIL, 2005a, 2005b), a região conhecida como semi-árido, corresponderia a 65% do território nordestino (figura 2). Já para Suassuna (2010), do Núcleo de Estudos do Semi-Árido da Fundação Joaquim Nabuco, essa percentagem seria de apenas 53%.

As precipitações variam entre 500 e 800mm/ano, havendo, no entanto, bolsões significativos de 400mm/ano, sendo de curta duração e alta intensidade (anexo 1). A proximidade da linha do equador é outro fator natural que tem influência marcante nas características climáticas do nordeste. As baixas latitudes condicionam à região temperaturas elevadas (média de 26°C), número também elevado de horas de sol por ano (estimado em cerca de 3.000h) e índices acentuados de evapotranspiração, estimando-se que o semi-árido evapotranspira, em média, cerca de 2.000mm/ano, e em algumas regiões a evapotranspiração pode atingir cerca de 7mm/dia (anexo 2). Em termos geológicos, o nordeste é constituído por dois tipos estruturais: o embasamento cristalino, representado por 70% da região semi-árida, e as bacias sedimentares. No embasamento cristalino, os solos geralmente são rasos (cerca de 0,60m), apresentando baixa capacidade de infiltração, alto escorrimento superficial e reduzida drenagem natural (SUASSUNA, 2010).

Nas bacias sedimentares, os solos geralmente são profundos (superiores a 2m, podendo ultrapassar 6m), com alta capacidade de infiltração, baixo escorrimento superficial e boa drenagem natural. Estas características possibilitam a existência de um grande suprimento de água de boa qualidade no lençol freático que, pela sua profundidade, está totalmente protegido da evaporação. Apesar de serem possuidoras de um significativo volume de água no subsolo, as bacias sedimentares estão localizadas de forma esparsa no nordeste (verdadeiras ilhas distribuídas desordenadamente no litoral e no interior da região), com seus volumes distribuídos de forma desigual. Para se ter uma idéia dessa problemática, estima-se que 70% do volume da água do subsolo nordestino estejam localizados nas bacias do Piauí/Maranhão (SUASSUNA, 2010).

O relevo do sertão é marcado pela presença de depressões interplanálticas transformadas em verdadeiras planícies de erosão, devido à grande extensão dos pediplanos secos bem conservados, embora em processo de erosão, caracterizados pela presença de "*inselbergs*" ('ilhas de morros' testemunhos). Os solos são, em geral como dito, pedregosos e pouco profundos. Seus principais tipos são o bruno não cálcico, os planossolos, os solos litólicos e os regossolos, todos inadequados para uma agricultura convencional. Porém ocorrem, também, vários tipos de solos com vocação agrícola. A caatinga, vegetação xerófita aberta, resultado da prolongada adaptação de seus componentes às condições do semi-árido, de aspecto agressivo devido à abundância de cactáceas colunares e, também, pela freqüência dos arbustos e árvores com espinhos, distingue fisionomicamente essa região (figura 3). No entanto, encontram-se, encravadas nessa extensa região, áreas privilegiadas por chuvas orográficas, isto é, causadas pela presença de serras e outras elevações topográficas, que permitem a existência de matas úmidas, regionalmente conhecidas como brejos. São os brejos de altitude do nordeste (SUASSUNA, 2010).

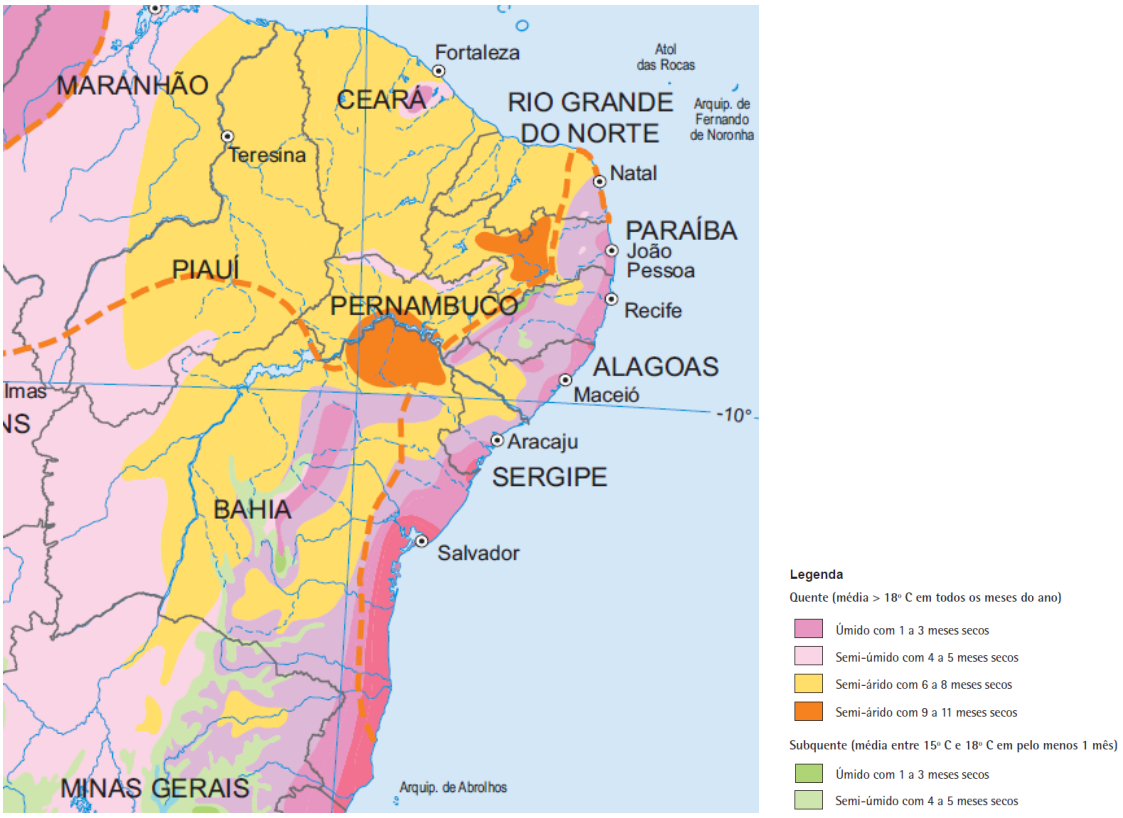


Figura 2. Área de abrangência do semi-árido brasileiro. Fonte: www.ibge.gov.br (Acessado em 30/10/2010, às 22:12h).

A economia agrícola do sertão é caracterizada por atividades pastoris, predominando a criação extensiva de gado bovino e de pequenos ruminantes (caprinos e ovinos), e a cultura de espécies resistentes à estiagem, como o algodão e a carnaúba (*Copernicia prunifera* Mill) (Palmae) nas áreas mais secas, e a produção de grãos (milho e feijão) e mandioca nas áreas mais úmidas. A cana-de-açúcar é bastante cultivada nos brejos de altitude (SUASSUNA, 2010).

O agreste, como faixa de transição entre a zona da mata e o sertão, caracteriza-se por uma diversidade paisagística, contendo feições fisionomicamente semelhantes à mata, à caatinga e às matas secas. Esta faixa estende-se desde o Rio Grande do Norte até o sudeste da Bahia. É no agreste que se desenvolvem atividades agropastoris caracterizadas por sistemas de produção gado/policultura, sendo a zona responsável por boa parte do abastecimento do nordeste. Nela são produzidas hortaliças, frutas, ovos, leite e seus derivados, além de gado de corte e aves. Ela fornece, também, fibras de algodão, sisal (*Agave sisalana* Perrine) (Agavaceae) e óleos vegetais como matéria-prima para a indústria (SUASSUNA, 2010).

Figura 3. Bioma caatinga na estação seca, às margens do rio São Francisco. À direita um exemplar de Mandacaru (*Cereus jamacaru* De Candolle) (Cactaceae). Fonte: http://br.olhares.com (Acessado em 20/08/2010, às 18:23h).

Como dito, a pecuária é atividade muito presente na vida nordestina, sobretudo no sertão. Somados, os rebanhos nordestinos (bovinos, caprinos e ovinos) já atingiam quase 23 milhões de cabeças (1996). O rebanho nordestino de caprinos corresponde a quase 95% do total nacional (1996). No entanto, a vegetação da caatinga possui baixa capacidade de suporte. Visando melhorar essa capacidade de suporte e a oferta de forragem nos períodos de seca, foram introduzidas algumas culturas forrageiras, como a algarobeira (*Prosopis juliflora* (Swartz) D.C.) (Fabaceae: Mimosoideae), a “buffelgrass” (capim-bufél) (*Cenchrus ciliaris* Linnaeus) (Poaceae), a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lamarck) De Witt) (Fabaceae: Mimosoideae), e a melancia-forrageira (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai var. *citroides*) (Cucurbitaceae) (KIILL & CORREIA, *in* KIILL & MENEZES ed., 2005).

No semi-árido nordestino e em várias regiões áridas e semi-áridas do mundo, as cactáceas conhecidas popularmente como “palma forrageira” (*O. ficus-indica*, e *N. cochenillifera*) também são empregadas como forrageiras, fornecidas aos animais nos períodos de seca. A maioria dos autores recentes afirma que a

“palma forrageira” já ocupa algo como 500 mil hectares da região nordeste, sendo a maior extensão cultivada do mundo (SANTOS *et al.*, 2006). Domingues (1963) já escrevia que o cultivo da palma ocupava 300 mil hectares naquela época.

São muitas as opiniões sobre a introdução da palma no Brasil. A maioria dos autores acredita sobretudo nas afirmações de Domingues (1963). As duas espécies teriam sido levadas desde o México às Ilhas Canárias e outros locais do mundo para a criação da “cochonilha-do-carmim” (*Dactylopius coccus* Costa, 1835) (Homoptera: Dactylopiidae), que possui grandes quantidades de ácido carmínico, um corante natural. No século XVIII, ambas as espécies teriam sido trazidas ao Brasil para servirem de substrato à criação desta cochonilha, visando a produção deste valorizado corante.

Com o insucesso na produção do carmim, as palmas tiveram apenas emprego como plantas ornamentais, sendo os frutos (figo-da-índia) de *O. ficus-indica* muito apreciados. No início do século XX, as palmas começaram a ser utilizadas como forrageiras, servindo de alimento ao gado nas épocas mais secas do ano. O governo federal também teve papel importante na multiplicação destas cactáceas. Alguns autores dão importância à propaganda dos trabalhos do melhorista americano Burbank que, no início do século XX, teria trabalhado com cactáceas para uso como forragem (DUQUE, 2004; ALBUQUERQUE & SANTOS, *in* KIILL & MENEZES ed., 2005).

As três cultivares mais difundidas no nordeste, a Gigante e a Redonda (*O. ficus-indica*) e a Doce ou Miúda (*N. cochenillifera*), são consideradas sem espinhos (DORNELAS & ACCIOLI, 2003). *O. ficus-indica* é uma planta arborescente, atingindo até 5m de altura e 1,5m de diâmetro. Formada por artículos suculentos – “raquetes” –, botanicamente denominados de cladódios. Estes possuem córtex verde, exercendo atividade fotossintética, e apresentando de 30 a 60cm de comprimento, 20 a 40cm de largura e 19 a 28mm de espessura. *N. cochenillifera* possui ramificação mais intensa, e artículos mais estreitos (figuras 4, 5 e 6) (SCHEINVAR *in* BARBERA *et al.* ed., 2001; ALBUQUERQUE & SANTOS *in* KIILL & MENEZES ed., 2005).

Figura 4. Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica)*. Fonte: Santos *et al.*, 2006.

Figura 5. Palma Redonda (*Opuntia ficus-indica*). Fonte: Santos *et al.*, 2006.

Figura 6. Palma Miúda (*Nopalea cochenillifera)*. Fonte: Santos *et al.*, 2006.

As cactáceas apresentam o chamado Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM). Nestas plantas, a abertura dos estômatos para a captação do CO_2 ocorre durante a noite, reduzindo desta forma as perdas de água. A quantidade de estômatos nestas plantas também chega a ser três vezes menor comparado aos vegetais com metabolismo C_3 e C_4. A relação entre a captação de CO_2 e a perda de água é conhecida como eficiência do uso da água (tabela 1) (NOBEL *in* BARBERA *et al.* ed., 2001).

Tabela 1. Eficiência do uso da água, conforme metabolismo fotossintético.

Família	Metabolismo fotossintético	Eficiência do uso da água (kg de água por 1 kg de matéria seca)
Fabaceae	C_3	700 a 800
Poaceae	C_4	250 a 360
Cactaceae	CAM	100 a 150

Fonte: Santos *et al.*, 2006.

A palma assume grande importância nas condições do semi-árido brasileiro, notadamente nos períodos de estiagem prolongados. É fornecido ainda verde e provem significativa parte da água dos animais. Possui ainda alta digestibilidade da matéria seca. Muitos trabalhos comprovam ser um alimento

energético, de boa qualidade, necessitando, contudo, ser complementado com alimentos protéicos e fibrosos (figura 7) (SANTOS *et al.*, 2006).

Figura 7. A palma assume papel muito importante na alimentação dos rebanhos do semi-árido nordestino. Fonte: Carvalho, 2005.

3.3 As cochonilhas pragas da "palma forrageira" no nordeste brasileiro.

As referências de pragas associadas à "palma forrageira" assinalam a ocorrência de coleópteros, himenópteros, ortópteros, lepidópteros e thysanópteros (SANTOS *et al.*, 2006). Longo & Rapisarda (*in* BARBERA *et al. ed.*, 2001) citam ainda outros hemípteros além dos homópteros, que constituem as principais pragas, e também dípteros. Vanegas-Rico (2009) cita também um ácaro.

No entanto, no semi-árido nordestino, apenas duas cochonilhas constituem pragas importantes da "palma forrageira", a "cochonilha-de-escama", *D. echinocacti*, e a "cochonilha-do-carmim", *D. opuntiae*, ocorrendo sobre ambas as espécies de cactácea.

Segundo Longo & Rapisarda (*in* BARBERA *et al. ed.*, 2001), a única espécie que merece menção da família Diaspididae é *D. echinocacti*. Inseto polífago que ocorre em 50 gêneros de hospedeiros. Lima & Gama (2001) ainda se

referem a *D. echinocacti* como a única praga da “palma forrageira”; no entanto, o artigo data da época do início do surto da “cochonilha-do-carmim”. Estes autores registram cinco novos hospedeiros de Cactaceae no nordeste, para *D. echinocacti*, e uma nova forma de disseminação de ninfas neonatas da cochonilha sobre os élitros de dois predadores nativos: *Chilocorus nigrita* Fabricius, 1798, e *Z. bimaculosus* (Coleoptera: Coccinellidae). É um inseto cosmopolita ocorrendo onde há cactáceas cultivadas. O inseto provavelmente chegou ao Brasil juntamente com a palma no século XVIII. O primeiro registro desta cochonilha ocorreu no estado do Rio de Janeiro, justamente o local onde foi introduzida a palma pela primeira vez, feito por Hempel (1900) (ARRUDA, 1983). Neste mesmo trabalho, o autor reuniu excelente material quanto à classificação desta praga. O mesmo inseto já foi descrito como *Diaspis calyptroides, Aspidiotus echinocacti, Diaspis cacti, Diaspis opuntia, Diaspis echinocacti cacti.* Na região nordeste, passou a constituir praga a partir dos anos 60, sendo pela primeira vez assinalada no município de São Bento da Una (PE). Encontra-se disseminada por quase todas as regiões que cultivam a palma no nordeste (SANTOS *et al.*, 2006).

Arruda (1983) realizando trabalho sobre a biologia de *D. echinocacti*, definiu o potencial biótico da espécie. Segundo sua metodologia, um único inseto criado sobre palma miúda com aproximadamente sete gerações por ano, pode gerar até 64.500.000.000 indivíduos por ano. Na palma graúda e na palma redonda, menos suscetíveis a esta cochonilha, também com aproximadamente sete gerações por ano, um inseto geraria até 54.200.000.000 indivíduos anualmente. Observou também reprodução por partenogênese telitoca e por anfigonia. A proporção sexual encontrada aproxima-se de 1♂:1♀. Em suas observações de campo no nordeste brasileiro, o autor observou que a praga ocorre durante todo o ano, com picos populacionais na época seca. Alguns dados da biologia desta cochonilha estão resumidos na tabela 2.

Como a maioria das cochonilhas da família Diaspididae, *D. echinocacti* apresenta acentuado dimorfismo sexual, evidenciado pela forma da escama de cera que protege o inseto. Somente o primeiro instar ninfal das fêmeas e machos é móvel, o macho adulto é alado e vive no máximo até três dias sem se alimentar A fêmea adulta protegida por escama de forma arredondada, permanecendo imóvel, vive até 50 dias (figuras 8, 9, e 10).

Tabela 2. Alguns dados da biologia da "cochonilha-de-escama".

Estádios / Parâmetros	Duração média dos estádios e dos parâmetros da vida adulta (± ep)	
	Palma miúda	**Palma gigante e redonda**
Ninfa I	9,1 ± 0,2	10,3 ± 0,4
Ninfa II	7,8 ± 0,3	8,7 ± 0,3
Ninfa III	11,2 ± 0,2	12,5 ± 0,3
Pré-oviposição	3,1 ± 0,2	3,2 ± 0,2
Oviposição	12,6 ± 0,5	13,9 ± 0,3
Pós-oviposição	3,6 ± 0,3	5,5 ± 0,3
Longevidade da fêmea	49,6 ± 0,7	51,4 ± 0,7
Média do total de ovos	48,6 ± 2,3	58,4 ± 1,4

Fonte: Arruda (1983).

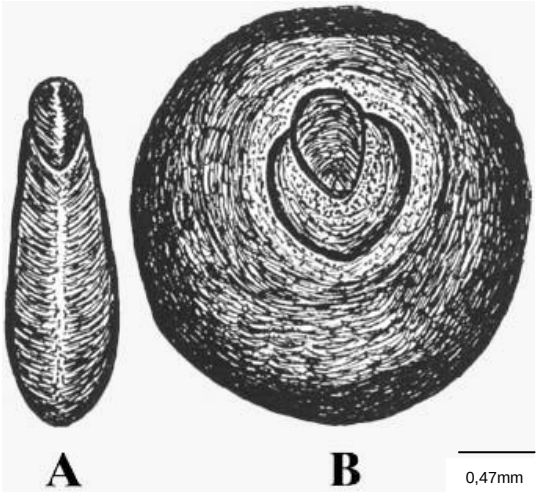


Figura 8. *Diaspis echinocacti.* A) Escama do macho. B) Escama da fêmea. Fonte: Arruda Filho & Arruda, 2002.

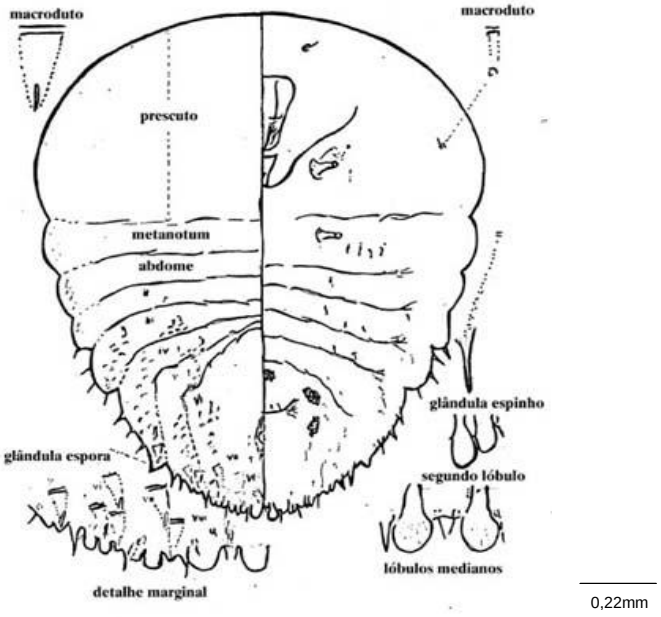


Figura 9. Morfologia da fêmea de *Diaspis echinocacti*. Fonte: Arruda, 1983.

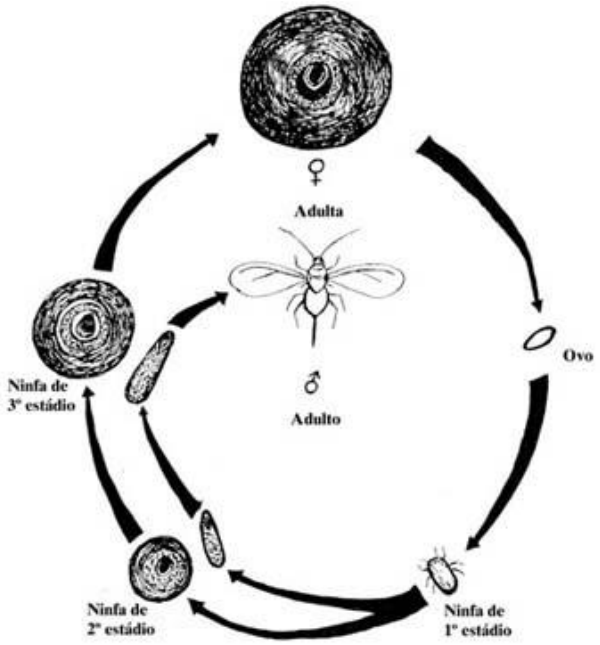


Figura 10. Ciclo biológico de *Diaspis echinocacti* (duração média de 35 dias). Fonte: Arruda Filho & Arruda, 2002.

As colônias desse inseto podem cobrir totalmente os cladódios da palma. Formas jovens e adultas sugam a seiva dos artículos, causando inicialmente clorose, apodrecimento e queda dos mesmos (figura 11).

Figura 11. Cladódio de palma atacada pela "cochonilha-de-escama", *Diaspis echinocacti*. Ao centro (seta) pupa de *Zagreus bimaculosus*. Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA, Petrolina (PE).

A segunda cochonilha, da família Dactylopiidae, *D. opuntiae*, surgiu como praga no início dos anos 2000. Considerada a “praga do fim do mundo” por quem depende da palma para prosseguir com a atividade pecuária no semi-árido, foi tema de um cordel (CARVALHO, 2007), e ainda é motivo de controvérsia. Existe um documento em que a Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA) acusa formalmente a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), de ser a responsável pela introdução da praga em território brasileiro (LOPES, 2001). Acusa a IPA de propor a criação da “cochonilha-do-carmim” no município de Sertânia (PE) (figura 12). No entanto, este autor refere-se erroneamente à praga como sendo a espécie *D. coccus*, considerada a “verdadeira cochonilha-do-carmim”, muito mais produtiva em quantidade de ácido carmínico e menos agressiva do que *D. opuntiae*, sendo esta última utilizada no controle biológico de cactáceas onde estas plantas não são desejadas, como na África do Sul, sendo a espécie de *Dactylopius* mais usada para este fim (LONGO & RAPISARDA *in* BARBERA *et al.* ed., 2001; ROMERO-LÓPEZ *et al.*, 2006; FLORES-HERNÁNDEZ *et al.*, 2006).

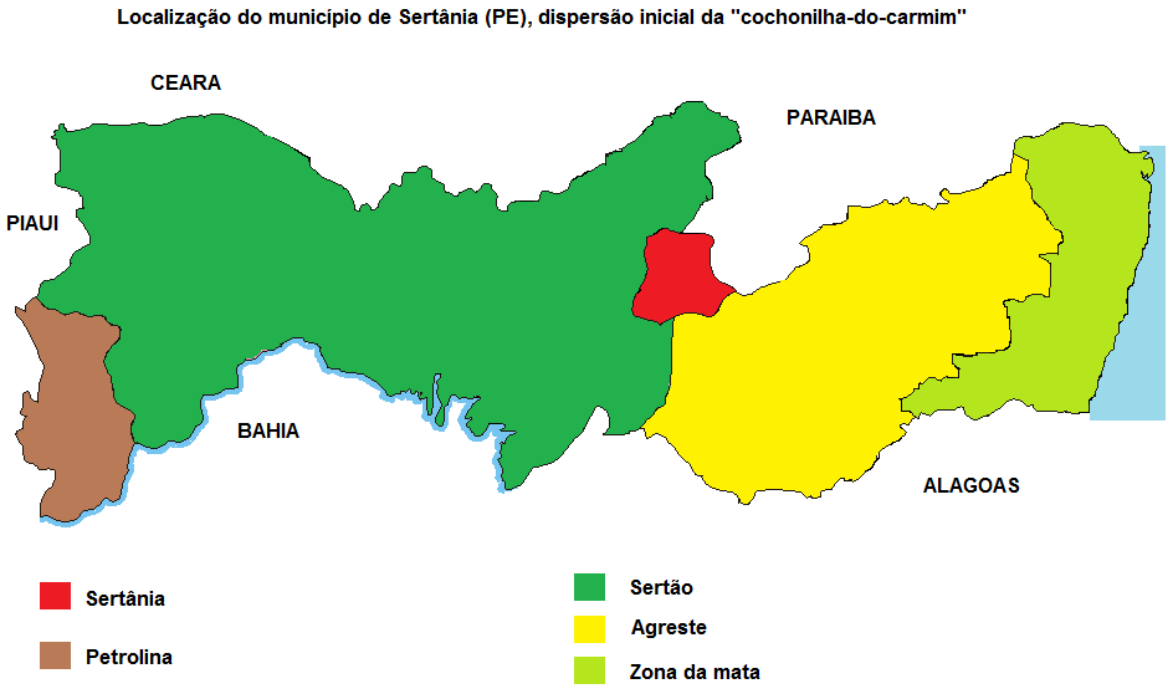


Figura 12. Mapa do estado de Pernambuco e localização do município de Sertânia, dispersão inicial da “cochonilha-do-carmim”, anos 2000. Fonte: Elaboração própria.

Já nas publicações recentes da IPA, não se faz menção ao epíteto específico da praga, limitando-se ao nome de gênero, ou mesmo somente à denominação vulgar e geral de “cochonilha-do-carmim”, e inclusive sugerindo que a cochonilha praga já estivesse presente no Brasil há muito tempo, ou mesmo que fosse nativa, mas nunca se constituindo em praga (SANTOS *et al.*, 2006). Silva *et* al. (1968), no seu Quarto Catálogo dos Insetos que Vivem nas Plantas do Brasil, falam de *Dactylopius ceylonicus, Dactylopius indicus* e *Dactylopius subterraneus*, como nativas do Brasil. De Lotto (1974), fala apenas em *D. ceylonicus* Green, 1896, como nome válido, sendo *D. indicus* sinônimo desta, e sequer menciona o nome *D. subterraneus*; o mesmo encontramos em Diodato *et al.* (2004) e Vanegas-Rico (2009). Sá *et al.* (2009), no entanto, relatam que *D. ceylonicus* não foi capaz de infestar *O. ficus-indica*, apenas cactáceas *Opuntia* spp., de cladódios espinhentos, coletadas na Ilha de Santa Catarina. Em um experimento anterior a este, para acabar com a controvérsia e confusão existente entre *D. opuntiae* e *D. ceylonicus*, se tentou infestar cladódios de palma gigante (*O. ficus-indica*) com *D. ceylonicus* a partir de material coletado na Paraíba sobre a cactácea nativa *Opuntia palmadora*, que é uma *Opuntia* espinhenta. Após 120 dias não foi constatada infestação (LOPES *et al.,* 2008). Pulz *et al.* (2006) falam de apenas três espécies de Dactylopiidae presentes no Brasil, *D. ceylonicus, D. coccus e D. opuntiae;* esse grupo de pesquisadores iniciou trabalho de identificação morfológica das espécies desta família com material coletado no nordeste; no entanto, o estudo não foi concluído (Dr. Gervásio Silva Carvalho – PUC-RS, comunicação pessoal, agosto 2010).

Em uma publicação da EMEPA, Carvalho (2005) afirma que a praga é a espécie *D. opuntiae*. A maioria dos autores recentes também trata a praga por *D. opuntiae.* Ao que parece a espécie foi comunicada em um Congresso Brasileiro de Entomologia (CBE) (Rosemary M. de Castro – UFRPE/CPATSA, comunicação pessoal, agosto 2010).

Albuquerque & Santos (*in* KIILL & MENEZES *ed.*, 2005), também se referem ao experimento de Sertânia (PE) realizado pela IPA. No entanto, não fazendo menção do nome da espécie, e ainda afirmando que existem registros da praga no Brasil desde o século XVII. Já Arruda (1972), pesquisador da IPA, sequer menciona a família Dactylopiidae no seu trabalho sobre as cochonilhas presentes no estado de Pernambuco.

Portillo (2005) teoriza que para se conhecer o centro de origem de uma espécie, dentre outros fatores podemos observar a presença de seus inimigos naturais. Neste trabalho o autor discute a origem de *D. coccus* (norte ou sul americana?), e aborda a distribuição geográfica do gênero *Dactylopius*, mencionando apenas o México e as nações andinas, que, ao que parece ser, são os centros de origem das espécies dos Dactylopiidae e das Cactaceae.

Ignorando as contradições e divergências da literatura sobre o assunto, nos parecendo inclusive muito tendenciosa, e independentemente de o inseto ser ou não nativo do Brasil, ou de como e quando a praga tenha se disseminado, ou mesmo se há ou não um responsável por sua possível introdução, intencional ou não, no nordeste brasileiro, ela se constitui hoje, de fato, a principal praga da "palma forrageira" no semi-árido nordestino, já tendo eliminado algo como 100 mil hectares cultivados destas cactáceas (figuras 13 e 14) (LOPES *et al.,* 2009).

Figura 13. Palma severamente atacada pela "cochonilha-do-carmim", *Dactylopius* sp.
Fonte: www.adagri.ce.gov.br (Acessado em 20/08/2010, às 19:00h).

Figura 14. Detalhe de um cladódio de palma com a “cochonilha-do-carmim”, *Dactylopius* sp.
Fonte: www.defesaagropecuaria.al.gov.br (Acessado em 20/08/2010, às 19:02h).

De Lotto (1974) em sua revisão, afirma que no gênero *Dactylopius* da família Dactylopiidae, existem oito espécies além de *D.* coccus. Este autor não cita o Brasil quando menciona *D. opuntiae*. Diodato *et al.*, (2004), citando Ben-Dov & Moratta (2001), acrescentam uma espécie, pelo que o gênero *Dactylopius* contaria atualmente com dez espécies, sendo o único gênero da família Dactylopiidae. Estes autores relacionam oito espécies de *Dactylopius* na Argentina, mas não mencionam *D. opuntiae*. Dactylopiidae são nativos da América, visto que estes insetos só colonizam cactáceas, e estas últimas também são nativas apenas da América (Portillo, 2005). Longo & Rapisarda (*in* BARBERA *et al. ed.*, 2001), citam que *D. opuntiae* já foi registrado em 26 espécies do gênero *Opuntia*.

D. opuntiae apresenta metamorfose intermediária entre Hemimetábola e Holometábola. Apresenta dimorfismo sexual acentuado, sendo que a fêmea passa apenas por três estádios, ovo, ninfa (I e II) e adulto, e os machos passam por cinco estádios, ovo, ninfa (I e II), pré-pupa, pupa e adulto (VANEGAS-RICO *et al.*, 2010).

As fêmeas adultas não maduras de *D. opuntiae*, apresentam corpo elíptico ou oval e uma extremidade abdominal muito arredondada. As fêmeas maduras ápteras (figura 16) são cobertas por uma cera branca flocada (figura 15a e 19e) que esconde o inseto inchado, avermelhado e cheio de ovos. São sedentárias, tendem a agrupar-se nos cladódios formando colônias, e se alimentam inserindo seus estiletes no tecido vegetal. Os machos ao final do desenvolvimento ninfal, formam casulos de formato oval em cima das colônias de fêmeas, branco sedosos bem característicos, com 3 a 4mm de comprimento, e de onde surge um adulto alado muito delicado (figuras 15c e 19f). Ao inserirem seus estiletes para alimentação e a injeção de saliva tóxica, as cochonilhas causam um sério amarelecimento dos cladódios. O dano se localiza principalmente na base dos espinhos (figura 15b). Os cladódios podem até cisalhar (LONGO & RAPISARDA *in* BARBERA *et al. ed.*, 2001).

Figura 15. A) fêmeas maduras; B) dano inicial na base dos espinhos; C) macho alado, (*Dactylopius* sp.). Fonte: www.cesavedf.com (Acessado em 25/08/2010, as 15:10).

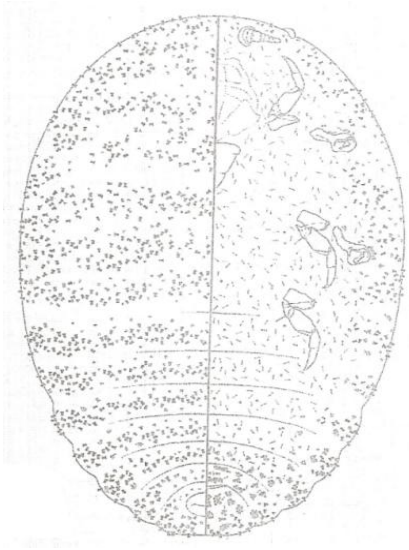


Figura 16. Fêmea adulta da cochonilha *Dactylopius opuntiae*, em vista dorsal e ventral. Fonte: De Lotto, 1974.

Lopes *et al.* (2009), trabalharam com a velocidade de infestação e dispersão de *D. opuntiae,* em Lagoa Seca (PB), infestando artificialmente cladódios de “palma gigante” (10 colônias/cladódio, um cladódio por planta). As avaliações foram realizadas após 60 dias da infestação. Os resultados revelaram que o inseto possui um poder de infestação e dispersão altíssimo, sendo que somente no período do experimento, todas as plantas, mesmo as não infestadas inicialmente (no entorno do experimento), encontravam-se altamente infestadas. Observou-se que as ninfas de primeiro estádio (de cor vermelha e recoberta em abundância com filamentos brancos) (figuras 17 e 19a, b), chamadas de ninfas migrantes, deslocam-se para o ápice dos cladódios, donde podem ser facilmente disseminadas pelo vento (figura 18 e 19a). Sabe-se também que quanto mais adensados os plantios da palma, a cochonilha se dispersa mais rapidamente sobre as plantas. As fêmeas adultas não se locomovem, apenas os machos podem voar. Os autores concluem que o controle da cochonilha deve ser iniciado assim que os primeiros sinais da praga surgirem, quando os cladódios apresentem infestação até mesmo inferior a 10 colônias/plantas.

Figura 17. Ninfa neonata de *Dactylopius* sp.
Fonte: www.adagri.ce.gov.br (Acessado em 20/08/2010, as 19:18).

Figura 18. Ninfas migrantes da “cochonilha-do-carmim” no ápice de um cladódio de palma, donde são facilmente disseminadas pelo vento. Fonte: Carvalho, 2005.

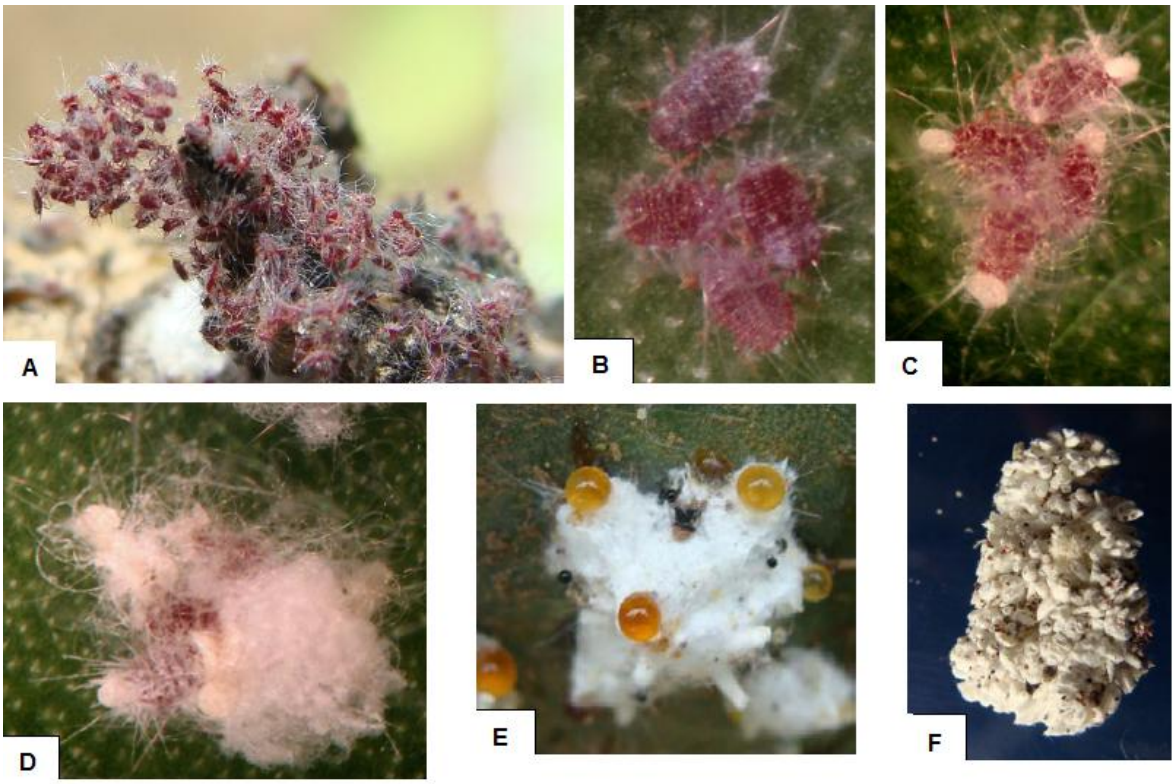


Figura 19. A) ninfas migrantes, B) ninfas I, C) ninfas intermediárias entre I e II, D) ninfas II, E) colônia de fêmeas maduras, F) casulos de machos sobre uma colônia de fêmeas (*Dactylopius opuntiae*). Fonte: Vanegas-Rico, 2009.

Dois trabalhos parecem tratar de um único experimento, sobre a biologia de *D. opuntiae*, realizados em região semi-árida, no México, sobre *Opuntia megacantha* Salm-Dyck (Cactaceae) (ROMERO-LÓPEZ *et al.*, 2006; FLORES-

HERNÁNDEZ *et al.*, 2006). No México, desde tempos muito antigos se faz referência a dois tipos de “cochonilha-do-carmim”, a “grana fina” domesticada (*D. coccus*), e as “silvestres” (*Dactylopius* spp.), todas as demais encontradas. Nestes trabalhos, os autores fazem referência ao uso de *D. opuntiae* para a produção do carmim (de qualidade inferior ao obtido a partir de *D. coccus*), ou para fins de melhoramento genético da “grana fina”. Observou-se nesse experimento que o primeiro e o segundo instares das ninfas que deram origem a machos, e os que deram origem a fêmeas, duraram 19, 19, 20 e 18 dias, respectivamente. O ciclo biológico das fêmeas foi de 77, e o dos machos de 43 dias, sendo que o macho adulto vive apenas 3-4 dias. Os períodos de pré-oviposição e de oviposição foram de 19 e 21 dias, respectivamente. Observou-se que a segunda muda das fêmeas ocorreu paralelamente à emergência dos machos. A proporção sexual foi de 1♂:1♀. No tratamento que havia ausência de machos, observou-se a reprodução por partenogênese; no entanto, estas fêmeas deram origem a uma prole duas vezes menos numerosa em relação aos tratamentos com a presença de machos. A temperatura média do experimento foi de 25°C, sugerindo que deve haver grandes diferenças na biologia desta cochonilha para a região do semi-árido nordestino, como sugerem os próprios autores para as diferenças regionais encontradas nas condições mexicanas. A mesma observação pode ser feita para o substrato da cochonilha, que neste caso foi outra cactácea, *O. megacantha*, pelo que se atribui possível diferença se o inseto for criado sobre *O. ficus-indica*, por exemplo.

3.4 Insetos entomófagos com potencial para uso contra as cochonilhas pragas da “palma forrageira”.

3.4.1 Referências a entomófagos, parasitóides e predadores, das cochonilhas pragas da “palma forrageira”.

Há referências na literatura dos seguintes parasitóides da cochonilha *D. echinocacti*, todos da ordem Hymenoptera: *Plagiomerus cyaneus* Ashmead, 1888, *Plagiomerus diaspidis* Crawford, 1910 (Encyrtidae), *Prospaltella aurantii* Howard, 1894, *Aphytis lingnaenensis* Compere, 1955, *Aphytis diaspidis* Howard, 1881, *Aphytis cochereaui* DeBach & Rosen, 1979, *Aspidiotiphagus citrinus* Crawn, 1891

(Aphelinidae), *Signiphora borinquensis* Quezada & DeBach, 1973 (Signiphoridae). Quanto aos predadores dessa cochonilha, foram encontradas referências, da ordem Coleoptera, família Coccinellidae: *Coccidophilus citricola* Brèthes, 1905, *Z. bimaculosus* (figuras 11 e 20), *Pentilia* sp., *Pentilia egena* Mulsant, 1850, *Curinus* sp., *C. nigrita, Zagloba beaumonti* Casey, 1899, *Zagloba* sp., *Caloeneis* sp.; e *Cybocephalus* sp., da família Nitidulidae; e da ordem Diptera: *Salpingogaster conopida* Philippi, 1865 (Syrphidae) (cita-se que em certas épocas do ano esse díptero sofre muito com o parasitismo de um himenóptero, no nordeste brasileiro) (ARRUDA, 1972; VEIGA *et al.*, 1975; ARRUDA, 1983; ALMEIDA, 1986; LIMA, 2002; ALBUQUERQUE & SANTOS *In* KILL & MENEZES *ed.*, 2005; SANTOS *et al.,* 2006).

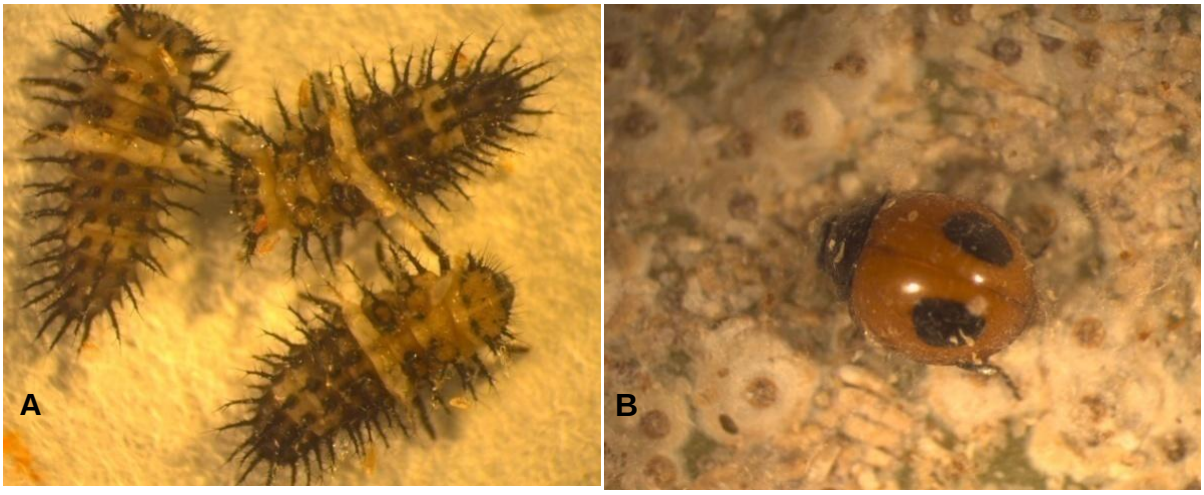


Figura 20. A) detalhe de larvas de 2° instar & B) adulto, de *Zagreus bimaculosus* predando *Diaspis echinocacti*. Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA.

As referências quanto a entomófagos associados a *D. opuntiae*, são ainda preliminares para a situação brasileira. Cita-se a abundância em campo do coccinelídeo predador *Z. bimaculosus*, nativo (figura 21) (CASTRO, 2009; observações pessoais do autor, em campo, Petrolina – PE, ago./out. 2010).

Figura 21. A) larva & B) adulto, de *Zagreus bimaculosus* predando *Dactylopius opuntiae* sobre a "palma forrageira". Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA.

Levantamentos recentes realizados pelo Laboratório de Entomologia do CPATSA, no estado de Pernambuco, constataram atividade predatória contra *D. opuntiae,* de alguns outros coleópteros além de *Z. bimaculosus,* e de um díptero. Observaram-se três coccinelídeos, uma espécie do gênero *Exochomus* sp. (Chilocorinae: Chilocorini) (figura 22), a espécie *C. citricola,* e *C. nigrita*; e uma espécie de nitidulídeo, *Cybocephalus* sp. (Nitidulidae: Cybocephalinae: Cybocephalini) (figura 23); e o díptero (Syrphidae) (figura 24).

Em levantamento realizado pela IPA, foram encontrados além de *Z. bimaculosus*, o díptero *S. conopida*, e uma espécie de formiga, *Crematogaster* sp. (Hymenoptera: Formicidae) (SILVA *et al.,* 2006b). É bem provável que esta espécie de sirfídeo seja a mesma mencionada no levantamento do CPATSA cuja larva é apresentada na figura 24. Em cladódios infestados com a "cochonilha-do-carmim" provenientes do campo, encontravam-se freqüentemente e com certa abundância uma larva de sirfídeo, muito parecida com a da figura 24, cujo adulto depois de emergido foi fotografado e é apresentado na figura 25. Utilizando a chave para as subfamílias de Syrphidae apresentada por Marinoni *et al.* (2007), presume-se que pertença à subfamília Syrphinae e ao gênero *Salpingogaster*.

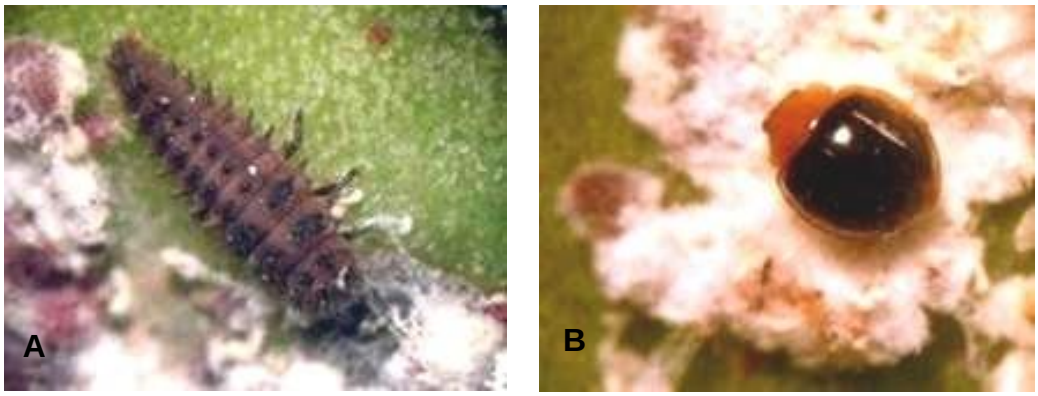


Figura 22. A) larva de 2° instar & B) adulto, de *Exochomus* sp., predando *Dactylopius opuntiae*. Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA.

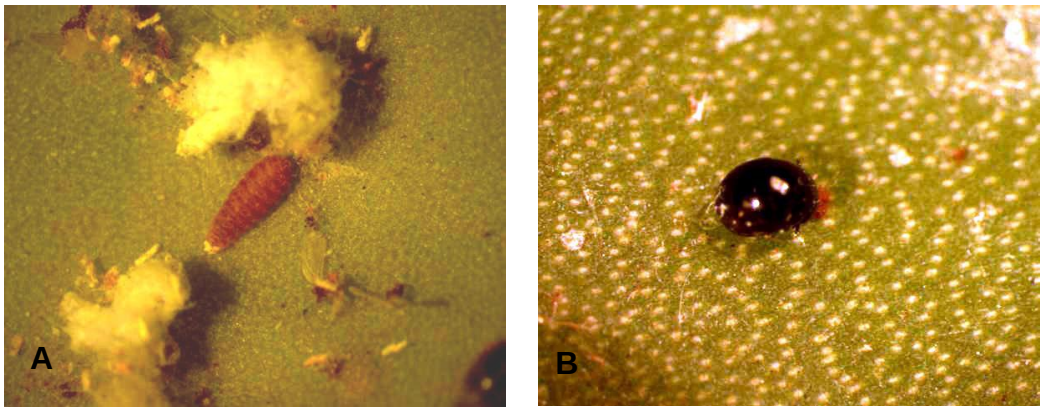


Figura 23. A) larva (carabóide) & B) adulto, de *Cybocephalus* sp., predando *Dactylopius opuntiae*. Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA.

Figura 24. Larva de sirfídeo, associado a *Dactylopius opuntiae*. Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA.

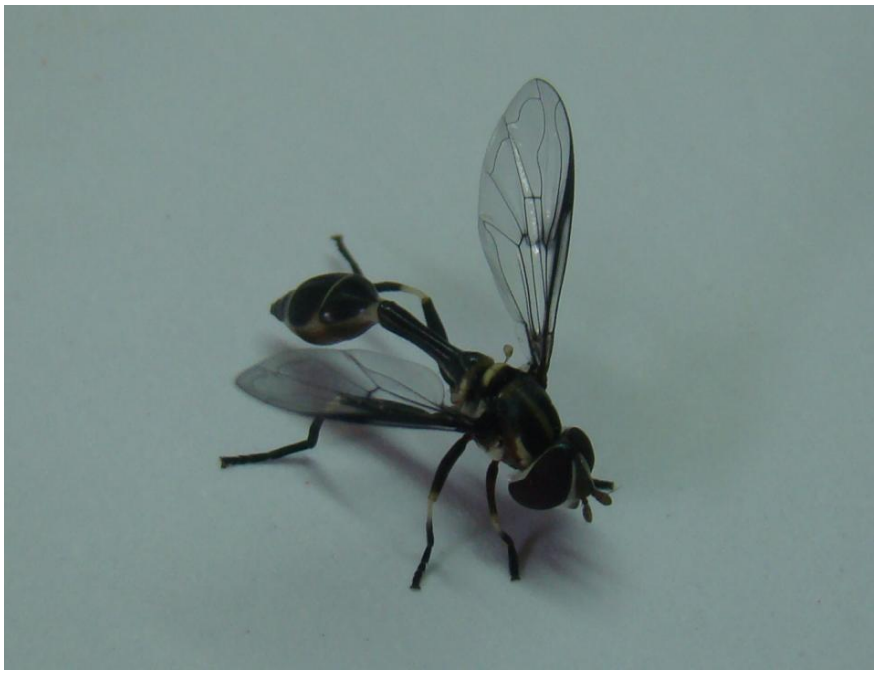


Figura 25. Adulto de sirfídeo (*Salpingogaster* sp.) emergido a partir de larvas presentes em cladódios de palma infestados com a “cochonilha-do-carmim”, provenientes do município de Dormentes (PE). Fonte: Do autor (Embrapa, CPATSA, Petrolina – PE, outubro de 2010).

Neste material de campo também foram obtidos vários adultos de um neuróptero, Hemerobiidae, apresentada na figura 26.

Figura 26. Hemerobídeo obtido de cladódios infestados com *Dactylopius opuntiae* provenientes do município de Dormentes (PE), e que presumivelmente exerce atividade predatória sobre a cochonilha. Fonte: Do autor (Embrapa, CPATSA, Petrolina – PE, outubro de 2010).

Gravena *et al.* (2006) citam que a joaninha *C. montrouzieri* é criada sobre *D. opuntiae* na Índia. De Sá *et al.* (2009) relatam a coleta de larvas e pupas de sirfídeos, no entanto com alto hiperparasitismo por *Pachyneuron* sp. (Hymenoptera: Pteromalidade), e larvas, pupas e adultos de *C. montrouzieri*, em uma busca de agentes para o controle de *Dactylopius* spp., realizada na Ilha de Santa Catarina. Longo & Rapisarda (*in* BARBERA *et al. ed.*, 2001), também mencionam *C. montrouzieri*, que inicialmente havia sido introduzido para o controle de uma cochonilha praga na África do Sul, mas que acabou passando a predar *D. opuntiae*, que naquela situação é um agente benéfico, controlando as cactáceas invasoras. Neste trabalho também citam *Exochomus flaviventris* Mader (Coleoptera: Coccinellidae).

Vanegas-Rico, 2009 e Vanegas-Rico *et al*. (2010) citam os seguintes inimigos naturais encontrados predando *D. opuntiae*, em Tlalnepantla, Morelos, uma das áreas de maior produção de “nopalitos” (cladódios jovens de *O. ficus-indica*, consumidos como verdura) do México, em ordem de abundância: *Leucopis bellula* Williston, 1889 (Diptera: Chamaemyiidae), *Sympherobius barberi* Banks, 1903 (Neuroptera: Hemerobiidae), *Laetilia coccidivora* Comstock, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae) (figura 27), *Hyperaspis trifurcata* Schaeffer, 1905 (Coleoptera: Coccinellidae) (figura 35c), *Salpingogaster cochenillivorus* Guérin-Menéville, 1848 (Diptera: Syrphidae), *Sympherobius angustus* Banks, 1904 (Neuroptera: Hemerobiidae), *Chilocorus cacti* Linnaeus, 1767 (Coleoptera: Coccinellidae) (figuras 35a, b).

A

B

Figura 27. *Laetilia coccidivora*. A) larva & B) imago. Fonte: www.bugguide.net (Acessado em 29/08/2010, às 11:22h).

Neste trabalho (VANEGAS-RICO, 2009) também foi constatada a presença do hemerobídeo *Hemerobius discretus* Navás, 1917, e de alguns crisopídeos; no entanto, não foi observada predação de *D. opuntiae* por estes neurópteros; realizou ainda observações sobre a biologia dos predadores identificados, bem como estudos de dinâmica populacional da cochonilha e de seus inimigos naturais.

Além de seu próprio levantamento, Vanegas-Rico (2009) lista praticamente toda a literatura que trata da identificação de entomófagos associados a *Dactylopius* spp.

Aldama-Aguilera *et al.* (2005), também para condições mexicanas, citam alguns destes entomófagos e mais um díptero, *Baccha* sp. (Diptera: Syrphidae) como inimigos de *D. coccus*.

Diodato *et al.* (2004) realizaram uma revisão e encontraram 26 espécies, entre parasitóides e predadores, de *Dactylopius* spp., pertencentes às ordens Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera, Diptera e Neuroptera. Entre os coccinelídeos citados pelos autores, encontra-se *C. montrouzieri*. Neste trabalho fazem o registro para três espécies de predadores de *D. ceylonicus*: *Salambona analamprella* Dyar, 1922 (Lepidoptera: Pyralidae), *Baccha* sp., e *Sympherobius marmoratipennis* Blanchard, 1851 (Neuroptera: Hemerobiidae).

Portillo (2005) também comenta alguns entomófagos associados a *D. coccus*.

Observamos o fato de que a maioria dos entomófagos citados associados a *Dactylopius* spp. serem predadores.

3.4.2 *Zagreus bimaculosus* Mulsant, 1850 (Coleoptera: Coccinellidae), nativo.

Corrêa (2008) estudou esta espécie e mais alguns integrantes neotropicais da tribo Chilocorini (Coleoptera: Coccinellidae: Chilocorinae). O autor redescreve a espécie examinando material proveniente de várias localidades do Brasil, desde Santa Catarina ao Pará. Neste trabalho encontramos a designação correta da espécie, anteriormente denominada *Exochomus bimaculosus*. O nome genérico *Fagreus*, foi erroneamente usado em algumas publicações, tratando-se apenas

de erro de escrita (Arruda, 1983; Silva & Barbosa, 1984; Lopes, 1993) (Conforme G. H. Corrêa, comunicação pessoal, agosto 2010).

Apresenta élitros de cor castanha alaranjada, com um delgado bordo negro e cada um com uma mancha circular negra, imediatamente detrás da metade do seu comprimento. A espécie apresenta alguma variação: a cor do élitro pode variar entre diferentes tons de amarelo alaranjado. A mancha negra elitral pode ser muito pequena ou inclusive desaparecer, ou aumentar de tal forma que ocupa a totalidade do disco, deixando somente o bordo lateral (figuras 28 e 29) (Extraído do site: www.coccinellidae.cl. Acessado em 20/08/2010, às 14:00h). Estas variações foram observadas em campo e nos insetos criados em laboratório (Pernambuco, constatação do autor, ago./out. 2010).

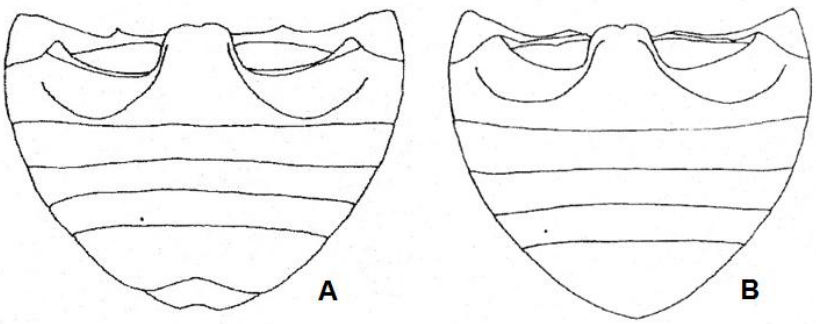
Figura 28. Variações nos élitros de *Zagreus bimaculosus.*
Fonte: www.coccinellidae.cl (Acessado em 20/08/2010, às 14:00h).

Figura 29. *Zagreus bimaculosus* em vista dorsal.
Fonte: www.coccinellidae.cl (Acessado em 20/08/2010, às 14:00h).

Relata-se sua ocorrência na Argentina, Paraguai, Bolívia, Brasil e Guiana Francesa (Segundo: www.coccinellidae.cl. Acessado em 20/08/2010, às 14:00h).

De Corrêa (2008) extraímos a descrição do abdômen do macho e da fêmea, distinção que serve para realizar rápida sexagem dos insetos em laboratório objetivando a formação de casais (Figura 30).

> Macho. Abdômen com seis esternitos visíveis, o primeiro com linha pós-coxal formando um semicírculo incompleto, terminando próxima à base; segundo, terceiro e quarto esternitos, de comprimento semelhante, levemente arqueados e laterais pouco alargadas; quinto esternito com margem posterior fortemente emarginada; sexto esternito curto, margem posterior levemente emarginada; cerdas longas nos dois últimos esternitos. Fêmea. Abdômen com cinco esternitos visíveis, o quinto subtriangular, com base ligeiramente arqueada e margem posterior arredondada (CORRÊA, 2008).



Figuras 30. Abdômen de *Zagreus bimaculosus*. A) macho & B) fêmea. Fonte: Corrêa (2008).

O trabalho de Silva & Barbosa (1984) é o único presente na literatura que trata da biologia da *Z. bimaculosus* (pelos autores erroneamente denominado *Fagreus bimaculosus*). Este estudo foi realizado a uma temperatura de 25 ± 10°C e umidade relativa de 80 ± 10%, sobre a cochinilha *D. echinocacti*. Obtiveram os seguintes resultados médios apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Alguns dados da biologia de *Zagreus bimaculosus* sobre a "cochonilha-de-escama".

Estádios / Parâmetros	Duração média dos estádios e dos parâmetros da vida adulta
Embrionário	6,54
Total do período larval	13,53
Primeiro instar larval	3,11
Segundo instar larval	2,68
Terceiro instar larval	2,78
Quarto instar larval	5,06
Pupa de fêmeas	5,94
Pupa de machos	5,77
Pré-oviposição	11,36
Oviposição	41,21
Pós-oviposição	7,07
Número de oviposições por fêmea	21,93
Total de ovos por fêmea	206,07
Máximo registro de ovos por fêmea	550,00
Longevidade da fêmea	77,07
Longevidade do macho	66,00

Fonte: Silva & Barbosa (1984).

Neste trabalho os autores não se referem a um estádio de pré-pupa (no entanto presente, conforme observações do autor; Laboratório de Entomologia do CPATSA, ago./out., 2010). A viabilidade média dos ovos e das pupas foi de 73,82% e 78,20%, respectivamente. O pico de postura foi observado no intervalo de 20 a 39 dias após a emergência dos adultos. Também foi observado que na ocasião da eclosão dos ovos, esta se deu quase que simultaneamente, e as larvas que eclodiam primeiro permaneciam agrupadas em torno dos ovos, alimentando-se dos ovos não eclodidos e das outras larvas à medida que iam eclodindo. Esta observação também é encontrada no texto de Santana *et al.* (*in* PANIZZI & PARRA, 2009), onde afirmam que algumas espécies de Coccinellidae podem consumir seus ovos-irmãos pelo simples fato de terem eclodido primeiro do que suas larvas-irmãs (fato também constatado pelo autor; Laboratório de Entomologia do CPATSA, ago./out., 2010). O canibalismo também ocorre entre larvas de instares maiores, sendo comum nas criações onde a densidade de larvas é alta (figura 31). Embora não se tenha observado o canibalismo pelos adultos, é bem provável que ocorra. Os períodos mais suscetíveis ao canibalismo seriam, na ocasião da ecdise das larvas, e nos estádios de pré-pupa e de pupa, quando o inseto está imóvel.

Figura 31. Canibalismo entre larvas de *Zagreus bimaculosus* em criação de manutenção sobre ninfas de *Dactylopius opuntiae*. Fonte: Do autor (Embrapa, CPATSA, Petrolina – PE).

Praticamente todos os trabalhos que fazem menção à espécie assinalam sua associação com a cochonilha *D. echinocacti* (figuras 11 e 20). Quase todas as referências a inimigos naturais nativos de *D. opuntiae* citam esta joaninha (figura 21) (CASTRO, 2009; observações do autor em campo no interior de Pernambuco, ago./out., 2010).

3.4.3 *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, 1853 (Coleoptera: Coccinellidae), exótico.

É uma joaninha australiana, que já no ano de 1892 foi introduzida na Califórnia (EUA) para o controle da cochonilha *Planococcus citri* Risso, 1813 (Homoptera: Pseudococcidae) que prejudica a citricultura. Segundo Llorens, citado por Gravena (2003), nos anos 30, já se criava esse inseto massalmente. Já Rocha *et al.* (2010) afirmam que foi o primeiro agente biológico utilizado na Índia, em 1898, para o controle de *Coccus viridis* Green, 1889 (Homoptera: Coccidae) em cafeeiro. Gravena *et al.* (2006) citando Bartlett, afirmam que esta espécie de

coccinelídeo já havia sido exportada para mais de 40 países como agente de controle biológico clássico (1978).

Nos EUA, 37 empresas produzem massalmente esse entomófago predador. No Brasil *C. montrouzieri*, foi introduzido pela Embrapa Mandioca e Fruticultura (CNPMF, Cruz das Almas – BA) no ano de 1998 (SANCHES *et al.*, 2002), para o combate de *Maconellicoccus hirsutus* Green, 1908 (Homoptera: Pseudococcidae), caso esta praga quarentenária seja introduzida no país. Estes autores apresentam uma técnica de criação para esse predador, sobre *P. citri*, que por sua vez é criado sobre abóbora, *Cucurbita maxima* Duchesne (Cucurbitaceae) (figura 32). Neste trabalho apresentam um esquema para o ciclo de vida da joaninha, criado com essa técnica, reproduzido no anexo 3, algo distinto do apresentado por Gravena (2003) (figura 34).

A mesma técnica de criação é descrita por Gravena *et al.* (2006). Neste trabalho também descrevem outras técnicas de criação da presa *P. citri*: sobre ramos de batatas e sobre mudas de citros. Estes afirmam ainda que na Índia, *C. montrouzieri* é criado sobre *D. opuntiae*, que por sua vez são criados sobre *Opuntia dilenii* (Cactaceae).

O inseto adulto possui cerca de 4mm de comprimento, de coloração marrom-escura, com a cabeça e a parte posterior do abdômen de cor alaranjada. A distinção sexual é realizada pela diferenciação da coloração do primeiro par de pernas, que nos machos é marrom-alaranjada e nas fêmeas é preta. As larvas possuem numerosos fios de cera branca, assemelhando-se bastante às cochonilhas (figura 33).

Os dados biológicos da espécie estão resumidos na figura 34, conforme Gravena (2003). Este autor menciona ainda que uma larva possa consumir até 250 cochonilhas *P. citri* (não se referendo ao estádio destas).

Figura 32. Larvas de *Cryptolaemus montrouzieri* predando a “cochonilha-do-abacaxi” *Dysmicoccus brevipes* Cockerell, 1893 (Homoptera: Pseudococcidae), sobre abóboras. Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA.

Figura 33. *Cryptolaemus montrouzieri*. A) larva predando *Dactylopius opuntiae* & B) adulto. Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA.

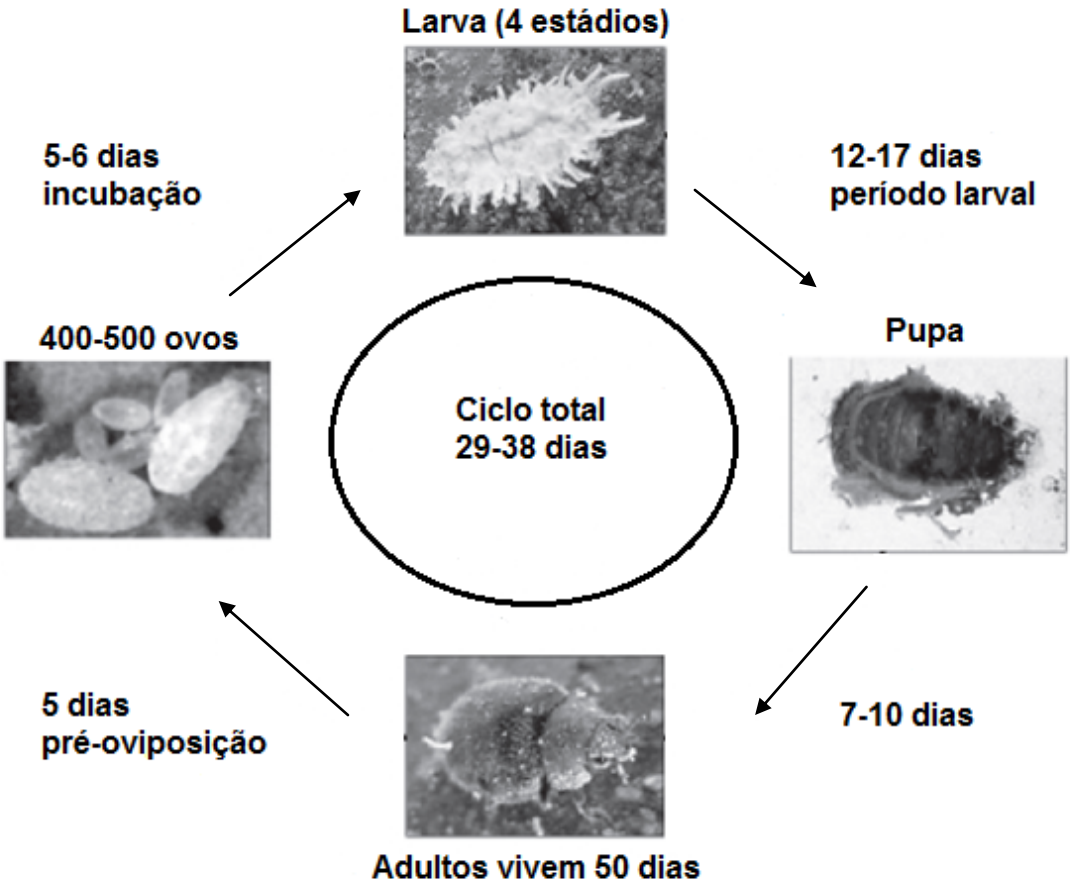


Figura 34. Ciclo biológico de *Cryptolaemus montrouzieri* e aspectos de cada fase; na foto dos ovos, os maiores são da joaninha e, os menores, da cochonilha, *Planococcus citri*. Fonte: Modificado de Gravena, 2003.

4 PROGRAMAS DE PESQUISA DA EMBRAPA (CPATSA) RELACIONADOS ÀS COCHONILHAS PRAGAS DA "PALMA FORRAGEIRA" NO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO

4.1 Introdução.

A Embrapa Semi-Árido trabalha com os chamados Macroprogramas. Em 2007 foi aprovada a proposta para um Macroprograma de nível 2 – Competitividade e Sustentabilidade Setorial (ver página 4), linha temática: "Bioecologia e alternativas de controle de *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae) praga da palma-forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) no semi-árido nordestino" (2008-2010).

Na caracterização do problema é enfatizado o elevado potencial biótico da cochonilha praga *D. opuntiae* nas condições do semi-árido nordestino. Pela inexistência de agroquímicos registrados para a cultura, bem como os elevados riscos destes, promovendo a presença de resíduos na produção de leite e carne, e considerando o baixo poder aquisitivo e nível tecnológico dos produtores, e o elevado potencial biótico da praga, o CPATSA em parceria com a IPA de Pernambuco e outras instituições, inclusive de outros estados nordestinos e demais regiões brasileiras, iniciou as pesquisas para propor práticas de manejo utilizando técnicas e produtos alternativos, associados à liberação de inimigos naturais e formulações de bioinseticidas, e a identificação de entomopatógenos, que garantiriam a manutenção de uma baixa população da praga, reduzindo os riscos de dano econômico e garantindo a manutenção da cultura de forma sustentada.

As pesquisas do IPA têm apostado na seleção de genótipos resistentes, já a EMEPA da Paraíba, preconiza o uso de produtos alternativos para o controle da praga, já que produtos convencionais selecionados por ambas as instituições não têm registro para a cultura.

No entanto, ambas as propostas apresentam limitações. Os genótipos promissores em estudo pela IPA podem demorar até sua disponibilização, por outro lado ainda, será necessário um grande esforço para a substituição de toda a área plantada por variedades resistentes devido à propagação vegetativa da espécie. Sua evolução vai ser muito lenta e o tamanho da população dos insetos,

pode resultar em uma pressão de seleção que venha a proporcionar a quebra da resistência dos genótipos. A abordagem de utilização de produtos alternativos, preconizada pela EMEPA apresenta problemas e não tem sido apropriada pelos agricultores. Uma das principais limitações refere-se aos custos envolvidos. Em cálculos simples isto é facilmente verificável, anualmente alcança-se um custo de R$ 2.150,00 a R$ 2.450,00 por hectare, enquanto que a venda direta da produção de um hectare varia entre R$ 2.000,00 a R$ 3.000,00. Além do fato de usar muita água, algo proibitivo para a região do semi-árido.

Nesse sentido, as pesquisas evoluíram para a integração das estratégias de controle, envolvendo estudos com inimigos naturais, entomopatógenos e sua ação sobre os agentes benéficos, produtos alternativos, bioinseticidas, e resistência de plantas à praga.

As questões técnico-científicas levantadas na proposta envolvem estudos sobre a bioecologia e flutuação populacional da praga, questão indispensável para elucidar o potencial reprodutivo da cochonilha nas condições do semi-árido nordestino. Estudos preliminares da entomofauna da caatinga revelaram a existência de inimigos naturais da praga; no entanto, a explosão populacional de *D. opuntiae* sugeria a ineficiência destes no controle da praga. Nesse sentido, cogitou-se a hipótese de importação e estudos de adaptação de inimigos naturais exóticos da praga, bem como avaliações dos inimigos naturais nativos.

A ocorrência de epizootias naturais de fungos entomopatogênicos levantava a hipótese de que seria possível selecionar isolado altamente virulento a *D. opuntiae*, com estudos que permitissem o armazenamento e o aumento da eficiência de campo em aplicações em ultra baixo volume (UBV) no período seco, avaliando ainda, sua especificidade, não prejudicando os inimigos naturais. As aplicações no período seco se justificam dado ser esse o período de explosão populacional da praga.

No entanto, fatores ambientais como temperatura, baixa umidade relativa, radiação solar (principalmente UV) e a existência de antagonistas podem levar ao insucesso da aplicação de ingredientes ativos microbianos. Isso é notável nas condições climáticas exacerbadas no semi-árido, onde a UR pode variar de 40 a 85% e as temperaturas de 25 e 40ºC ao longo do dia, além da elevada insolação. Embora no dossel encontrem-se micro nichos com condições adequadas, de maneira geral as condições climáticas são muito restritivas. Neste contexto faz-se

necessário o desenvolvimento de formulações que permitam não só uma maior sobrevida de prateleira ao produto, mas também, maior eficiência de aplicação e sobrevivência no campo.

A proposta prevê prospecções para a identificação de inimigos naturais no sul e sudeste do Brasil, incluindo a Ilha de Santa Catarina, sobre cactáceas atacadas por *Dactylopius* spp., e posterior avaliação destes. Citamos novamente o levantamento de inimigos naturais, datado de pouco antes da elaboração da proposta, no qual foram realizadas coletas de partes da planta hospedeira *Opuntia* spp. de cladódios espinhentos infestados com *D. ceylonicus* em áreas de restinga, na Ilha de Santa Catarina, onde foram coletadas larvas e pupas de sirfídeos, com alto hiperparasitismo por *Pachyneuron* sp. (Hymenoptera: Pteromalidade), e larvas, pupas e adultos do predador *C. montrouzieri* (SÁ *et al.*, 2009). Por já existirem referências, e pelo fato de ter sido encontrado associado à *Dactylopius*, e ainda por já ter sido importado em 1998 pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, a joaninha australiana “super predadora”, *C. montrouzieri*, foi um dos inimigos naturais exóticos propostos para avaliação.

Já era conhecida a atividade da joaninha nativa *Z. bimaculosus* como predadora de *D. opuntiae*, pelo que ela foi incluída como um dos inimigos naturais a serem estudados. O crisopídeo, *C. externa*, por sua ampla distribuição Neotropical, e já ser uma espécie bastante estudada, embora não se encontrando referências de sua associação com *Dactylopius*, também foi um dos inimigos naturais propostos para avaliação.

A importação prevista na proposta, de dois coccinelídeos predadores do México, *C. cacti* e *H. trifurcata* (figura 35), cuja associação a *Dactylopius* já é conhecida, acabou não ocorrendo. *C. cacti* é citado por Vanegas-Rico (2009), como espécie já utilizada em alguns programas de controle biológico. É de se supor que inimigos naturais exóticos encontrados junto à espécie praga naquele país sejam os melhores agentes de controle. No entanto, estudos para verificar sua adaptação nas condições do semi-árido nordestino são necessárias. A importação ficaria a cargo do Laboratório de Quarentena Costa Lima, em observância a todos os conceitos de atividade quarentenária de agentes de controle biológico (SÁ *et al.*, *in* PARRA *et al.* ed., 2002).

Cruz (*in* PARRA *et al.* ed., 2002), afirma que quando uma espécie de inseto se estabelece como praga em uma nova área, pode ocorrer que todos os inimigos

naturais sejam deixados para trás e não se estabeleçam na nova área como a praga. Muitas vezes na região de origem o inseto nem chega a ser considerado praga dado que o controle biológico é eficiente. Portanto, deve haver grandes chances de que inimigos naturais eficientes sejam encontrados na região de origem da praga, e que proporcionem controle eficaz na nova área, sendo tão ou mais agressivos do que esta. Assim, a transferência dos inimigos naturais para a nova área, promoveria o controle biológico clássico.

As atividades previstas na proposta, no tocante ao plano de ação relacionado aos inimigos naturais da praga, envolvem portanto: a manutenção de predadores e presas em laboratório; estudos da biologia dos predadores nativos e exóticos nomeados; estudos das taxas de predação e consumo dos predadores; estudos de preferência alimentar; validação da eficiência dos predadores nativos e exóticos em condições de semi-campo; a otimização de técnicas simples para produção de predadores por pequenos produtores e de técnicas para a produção em grande escala; e por fim, estudo do efeito de produtos alternativos utilizados no controle de *D. opuntiae*, sobre predadores com potencial de utilização em programa de controle biológico aplicado.

A

B

C

Figura 35. A) *Chilocorus cacti* predando *Dactylopius* sp*.,* B) detalhe de *Chilocorus cacti,* C) *Hyperaspis trifurcata*. Fonte: (A) www.colpos.mx (Acessado em 29/08/2010, as 11:36), (B e C) www.texasento.net (Acessado em 29/08/2010, as 11:40).

4.2 Estudos desenvolvidos no CPATSA com entomopatógenos e o predador *Chrysoperla externa* Hagen, 1861 (Neuroptera: Chrysopidae)*.*

Os estudos sobre a bioecologia da praga estão em andamento, no entanto sob responsabilidade de outra instituição. Algumas referências à biologia da cochonilha foram abordadas no item 3.3.

Primeiramente, antes de comentarmos os estudos realizados com os dois coccinelídeos, *Z. bimaculosus* e *C. montrouzieri*, abordamos as pesquisas com entomopatógenos e com o neuróptero predador *C. externa*, realizadas anteriormente ao estágio no Laboratório de Entomologia do CPATSA, apresentando e discutindo seus resultados.

As pesquisas com entomopatógenos têm se concentrado no isolamento, e testes de toxicidade e virulência destes, bem como na avaliação de fotoprotetores que promovam a tolerância dos isolados à radiação solar.

Um dos trabalhos desenvolvidos avaliou 24 isolados entre fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana, Paecilomyces sp., Verticillium lecanii* e *Metarhizium anisopliae,* provenientes das micotecas da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) e da Embrapa Semi-Árido, em formulação com óleo vegetal (8%) sobre fêmeas adultas de *D. opuntiae*. Um segundo experimento foi conduzido para avaliar a virulência dos isolados mais promissores para o controle de *D. opuntiae* em condições de laboratório em diferentes concentrações de inóculo. Dentre os fungos testados somente os isolados de *B. bassiana* foram patogênicos a *D. opuntiae*. A partir dos resultados desta pesquisa serão testados os isolados mais promissores em condições de campo, nas melhores concentrações (BRITO *et al.,* 2008).

Em outro trabalho foram coletadas amostras de solo na estação experimental da EMEPA, em Lagoa Seca (PB) e nas estações da IPA em Sertânia e Serra Talhada (PE). Após a padronização das amostras, larvas de terceiro instar de *D. saccharalis* foram utilizadas como iscas para a detecção de fungos entomopatogênicos. A partir de cadáveres apresentando extrusão e conidiogênese foram obtidos 34 isolados mantidos em placas de Petri contendo meio de cultivo BDA. A caracterização dos isolados demonstrou serem principalmente dos gêneros *Beauveria* e *Metarhizium.* Após a caracterização, os isolados foram avaliados quanto à patogenicidade a ninfas e adultos de *D. opuntiae*. Os resultados demonstraram que a suscetibilidade do inseto é dependente do seu estádio de desenvolvimento. De forma geral, as ninfas de primeiro estádio mostraram-se mais suscetíveis à infecção, com mortalidade média superior à dos adultos. Igualmente neste caso, a partir do isolados mais promissores serão realizados testes em condições de campo, visando a seleção

dos isolados de maior adaptabilidade às condições do clima semi-árido (SILVA *et al.,* 2008a).

Outra pesquisa relata que epizootias de espécies de *Fusarium e Cladosporium* têm sido comumente registradas em *D. opuntiae* ao longo do período chuvoso no semi-árido nordestino. Testou-se toxina produzida por *Fusarium* spp. coletados em diferentes regiões do agreste e sertão pernambucano. Nos testes de injeção da toxina em larvas de *D. saccharalis*, obteve-se 20% de mortalidade após 72 horas. Nos testes de intoxicação por ingestão observou-se prolongamento do ciclo e emergência de adultos deformados (PEREIRA & GAVA, 2008).

Por fim citamos um experimento na linha de pesquisa envolvendo a seleção de fotoprotetores de entomopatógenos, sobretudo nas condições extremas do semi-árido nordestino, que apresenta vários fatores limitantes no emprego dessa forma de controle. Na seleção de fotoprotetores para a formulação de *B. bassiana* a ser aplicada no controle de *D. opuntiae,* os resultados demonstraram que os fotoprotetores lipossolúveis foram os mais adequados, protegendo os conídios da radiação solar, a exemplo da Oxibenzona (SANTOS *et al.,* 2009).

A manutenção de *D. opuntiae* em laboratório, para todas as atividades desenvolvidas, é feita a 25 ± 2°C de temperatura, fotoperíodo de 12 horas, e sem controle de UR. A cochonilha foi obtida de cladódios infestados provenientes de Lagoa Grande (PE), os quais serviram para infestar cladódios sadios, mantidos individualizados em recipientes plásticos e vedados com filme de PVC para evitar a fuga das ninfas migrantes. A circulação na sala de manutenção da cochonilha é restrita ao pessoal do laboratório (figura 36).

A justificativa para se avaliar o uso de *C. externa* no controle da “cochonilha-do-carmim”, vêm de que nos estádios imaturos a espécie é um predador voraz de várias espécies praga, bem como dos vários estudos já realizados com o predador, e as facilidades de sua criação em laboratório. Garziera *et al.* (2009) desenvolveram estudo com a espécie no Laboratório de Entomologia da Embrapa Semi-Árido, entre maio e julho de 2008. A manutenção desse crisopídeo seguiu metodologia já consagrada na literatura, a exemplo de Soares & Macêdo (2000), sob as mesmas condições de manutenção da cochonilha.

Figura 36. Sala de manutenção da “cochonilha-do-carmim” em laboratório (25 ± 2°C e fotoperíodo de 12h). Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA.

Larvas de primeiro instar provenientes da manutenção foram individualizadas em placas de Petri e lhes foi fornecida alimentação “*ad libitum”*, sendo um tratamento com ovos de *Sitotroga cerealella* Oliver, 1789 (Lepidoptera: Gelechiidae) outro com ninfas de primeiro estádio de *D. opuntiae* e o terceiro com colônias da cochonilha (Figura 37).

Figura 37. Tratamentos com alimentação “*ad libitum*” para *Chrysoperla externa*. A) ovos de *Sitotroga cerealella,* B) ninfas de primeiro estádio de *Dactylopius opuntiae,* C) colônias de *Dactylopius opuntiae*. Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA.

Avaliou-se a viabilidade até os estádios de pré-pupa e de pupa. Somente as larvas do tratamento com ovos de *S. cerealella*, atingiram o estádio de pré-pupa e de pupa. Comparativamente, as larvas que se alimentaram de ninfas da cochonilha demoraram mais tempo para morrer, pois as larvas que se alimentaram de colônias ficaram presas no emaranhado de cera destas (figura 38). Comprovou-se a inadequabilidade nutricional de ninfas de *D. opuntiae* como presa para o desenvolvimento do predador, bem como o impedimento da predação das colônias da cochonilha. Vanegas-Rico (2009) também constatou

que diferentemente dos hemerobídeos do gênero *Sympherobius*, crisopídeos não se alimentam de *Dactylopius* spp.

Figura 38. Larva de *Chrysoperla externa* presa no emaranhado de cera de uma colônia de *Dactylopius opuntiae*. Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA.

Albuquerque (*in* PANIZZI & PARRA, 2009) também não menciona a família Dactylopiidae como presa dos crisopídeos. A composição química das presas dos insetos entomófagos é semelhante em termos de nutrientes, apresentando proteínas ou aminoácidos, lipídios, carboidratos, vitaminas, minerais e outros compostos em seus tecidos e hemolinfa, sendo que as concentrações destes componentes e sua acessibilidade ao predador variam de espécie para espécie de presa. O hospedeiro utilizado pela presa pode promover reflexos na biologia do predador, como verificado no trabalho de Pessoa *et al.* (2004), que avaliou alguns aspectos da biologia de *C. externa* criado sobre o pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) que, por seu turno, foi criado sobre diferentes cultivares de algodoeiro, observando-se diferenças entre os tratamentos.

O estádio de desenvolvimento da presa também pode influenciar na biologia do predador. Assim foi verificado no trabalho de Auad *et al.* (2003), constatando-se que ovos de *S. frugiperda* não foram adequados ao desenvolvimento das larvas de primeiro instar de *C. externa*, o mesmo não ocorrendo quando o predador foi criado sobre larvas do noctuídeo. A presença de

barreiras mecânicas é outro aspecto a ser observado na atividade predatória, como foi constatado por Treacy *et al.* (1987) citado por Santos *et al.* (2002), quando observaram que tricomas de um cultivar de algodoeiro impediram a atividade predatória das larvas do crisopídeo *Chrysoperla rufilabris* Burmeister, 1839. Venzon *et al.* (2009) estudaram a atividade predatório de dois coccinelídeos e de *C. externa* influenciada pela teia do ácaro *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, 1960 (Acari: Tetranychidae) em tomateiro. Constataram efeitos negativos, provocados pela presença da teia do ácaro, sobre a atividade destes predadores de acordo com o estádio de desenvolvimento de cada um, a exemplo do crisopídeo que apresentou menor atividade no 2° e 3° instares larvais.

Aleloquímicos presentes nas presas podem provocar efeitos deletérios nos entomófagos associados a elas. Para as espécies de “cochonilha-do-carmim”, o ácido carmínico atuaria como um dissuasivo alimentar para muitos entomófagos, sendo que alguns predadores, como *L. coccidivora* se beneficiam deste composto, tornando-se menos procurada por seus inimigos naturais (Vanegas-Rico, 2009). Um exemplo clássico foi citado por Vendramim (*in* PARRA *et al.,* 2002), quando a joaninha *R. cardinalis* não se alimenta de *I. purchasi* quando esta cochonilha se alimenta da leguminosa *Spartium junceum* Linnaeus.

4.3 Estudos desenvolvidos no CPATSA com os agentes entomófagos *Zagreus bimaculosus* & *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae).

Primeiramente apresentamos os trabalhos desenvolvidos antes do início do estágio, envolvendo estes dois coccinelídeos, com alguns comentários a respeito dos seus resultados. Em seguida exporemos os trabalhos desenvolvidos no transcorrer do estágio e que fazem parte do programa de pesquisa da Embrapa Semi-Árido com estes predadores, sendo seus resultados, mesmo que preliminares, apresentados e discutidos no item seguinte. Por fim, comentamos a condução e os resultados de um experimento de preferência alimentar com *Z. bimaculosus* desenvolvido em período também anterior ao estágio.

As condições das criações de manutenção em laboratório destes dois coccinelídeos são idênticas às adotadas para a manutenção das cochonilhas e de *C. externa* (este último não mais existente), já descritas anteriormente (25 ± 2°C

de temperatura, fotoperíodo de 12 horas e sem controle da UR). Exemplares de *C. montrouzieri* foram cedidos pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, e desde então são mantidos em laboratório, com técnica semelhante à descrita por Sanches *et al.* (2002), sobre *D. brevipes* em abóboras (figura 32).

A primeira avaliação da eficiência de *C. montrouzieri* como predador de *D. opuntiae*, ocorreu em setembro de 2007 (Garziera *et al.,* 2008), a partir de insetos da manutenção. Para esta avaliação, adultos foram inicialmente alimentados com colônias da cochonilha para obtenção de oviposição (figura 39). Os ovos foram separados e as larvas criadas sobre novas colônias de *D. opuntiae*. Os adultos daí recém emergidos foram individualizados, sendo elaborados três tratamentos, com 25, 40 e 55 ninfas migrantes da cochonilha, oferecidas como alimento diariamente. As observações sobre o número de ninfas predadas foram realizadas diariamente, durante sete dias.

Os resultados permitiram o conhecimento da resposta funcional (interação entre o número de presas atacadas por predador em relação à densidade da presa) de *C. montrouzieri*. O consumo das ninfas foi crescente até o quinto dia quando se estabilizou, o que pode ser explicado como resultado de um processo de aprendizagem para predação das ninfas caminhantes nos primeiros dias. A maior taxa de predação ocorreu na maior densidade da presa, sugerindo maior estímulo ao consumo em altas populações da praga.

Figura 39. Adultos de *Cryptolaemus montrouzieri* predando colônias de *Dactylopius opuntiae*. Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA.

Em outro experimento da eficiência predatória de *C. montrouzieri* sobre *D. opuntiae*, Silva *et al.* (2009), ofereceram a adultos individualizados, ninfas migrantes da cochonilha em seis densidades (25, 50, 100, 200, 300 e 400 ninfas), realizando observações da predação diariamente, por dez dias. O padrão da resposta funcional da predação foi semelhante ao observado no primeiro experimento. O consumo foi crescente até o quarto dia quando se estabilizou com uma taxa média de predação acima de 80% em todas as densidades. Garcia (*in* PANIZZI & PARRA ed., 1991) menciona que esse tipo de resposta é limitada pela própria saciação do predador. Um predador não seria capaz de consumir um número adicional de presas após saciado. O número de presas consumidas aumenta rapidamente quando a disponibilidade de presas também aumenta, mas logo essa intensificação da predação diminui até atingir certo nível de estabilização. No décimo dia observou-se grande mortalidade das duas menores densidades da presa, fato atribuído à inanição, algo não notado no experimento anterior, pois este se estendeu apenas por sete dias de observações. Os autores concluem que o predador *C. montrouzieri* mostrou-se como um candidato promissor em programas de manejo integrado da “cochonilha-do-carmim”, pois apresentou boa resposta funcional em altas densidades da praga.

Albuquerque (*in* PANIZZI & PARRA, 2009) chama atenção para o fato de que, como muitos desses estudos são geralmente realizados sob condições de excesso de presas em relação ao potencial de alimentação dos predadores, eles tendem a fornecer uma boa estimativa da realidade. No entanto, vários erros podem ser cometidos como: não especificação do estádio da presa oferecida; computação de presas mortas como predadas, sendo que muitas vezes são apenas abatidas ou consumidas parcialmente; e a não observância de fatores climáticos que podem interferir significativamente na atividade predatória.

Outro estudo de laboratório envolvendo *C. montrouzieri* (SILVA *et al.,* 2008b), teve por objetivo verificar o período e a viabilidade larva-adulto sobre a cochonilha praga. Larvas recém eclodidas da manutenção em laboratório e mantidas sob as mesmas condições desta durante o experimento, foram alimentadas “*ad libitum*” com ninfas migrantes da “cochonilha-do-carmim”. As observações foram diárias. O coccinelídeo apresentou os seguintes períodos médios em dias e viabilidades em percentagem para a fase de larva, de pré-pupa, de pupa e de larva-adulto, respectivamente: 20,55 e 58,00; 3,12 e 89,66; 7,17 e

100,00; 30,92 e 52,00. Estes resultados são semelhantes aos apresentados por Sanches *et al.* (2002), com a técnica de criação sobre *P. citri* (anexo 3). Os autores concluem que estes resultados são relevantes para o controle biológico de *D. opuntiae* com *C. montrouzieri.*

De posse destes resultados sobre a eficiência de predação de *C. montrouzieri* sobre *D. opuntiae* em laboratório, partiu-se para a segunda etapa das análises, os experimentos de eficiência predatória em condições de semi-campo, discutidos mais adiante.

O único trabalho desenvolvido no CPATSA com a joaninha nativa *Z. bimaculosus*, datado de antes do estágio, de Giolo *et al.* (2008), estudou sua biologia sobre o hospedeiro alternativo *S. cerealella*, visando a manutenção em laboratório e para futuramente proceder à multiplicação massal deste predador. Inicialmente indivíduos coletados em campo foram criados nas mesmas condições já citadas para todos os insetos do laboratório quando em criação de manutenção (25 ± 2°C de temperatura, fotoperíodo de 12 horas e sem controle de UR), sobre a mesma presa do experimento. Indivíduos da geração F1 recém eclodidos foram individualizados e alimentados "*ad libitum*" com ovos de *S. cerealella*, avaliando-se a duração em dias e a viabilidade em percentagem da fase larval, de pré-pupa e a de pupa, respectivamente: 20,55 ± 1,164 e 93,00; 2,31 ± 0,079 e 94,62; e 7,73 ± 0,073 e 84,09. Constatou-se que esta espécie como a maioria dos Coccinellidae, passa por quatro estádios larvais e por um estádio de pré-pupa, sendo que este último não aparece no trabalho de Silva & Barbosa (1984). Estes autores forneceram como alimento o diaspidídeo *D. echinocacti*, obtendo duração inferior para a fase de larva e de pupa, no entanto apresentando viabilidades inferiores.

O experimento para avaliação da predação de *C. montrouzieri* sobre *D. opuntiae* em condições de semi-campo, que teve ocasião durante o período do estágio, foi montado em propriedade de um pequeno agricultor no município de Dormentes (PE) a 150 km da cidade de Petrolina. Neste município, *D. opuntiae* vem promovendo a devastação das plantações da "palma forrageira". Quatro gaiolas com esqueleto de metal e com telas anti-afídeos foram armadas no local onde o agricultor destinava a plantação da palma, não mais existente. Dentro de cada uma delas foi depositado um cladódio de palma gigante infestado com 150 colônias de *D. opuntiae*, distribuídas o mais uniformemente possível em ambos os

lados do cladódio, eliminado o excedente com uma pinça. Este foi fixado em um vaso com terra no centro da gaiola. Os tratamentos consistiram na liberação de 0, 5, 15 e 20 casais de *C. montrouzieri* em cada gaiola, respectivamente. As avaliações foram semanais, num total de quatro. A cada avaliação semanal os cladódios eram removidos das gaiolas e conservados em recipientes plásticos vedados com filme de PVC e levados ao laboratório para contagem das colônias não predadas. Os insetos sobreviventes dos tratamentos eram contabilizados e retirados das gaiolas, sendo substituídos por novos casais provenientes da manutenção (figuras 40 e 41).

Figura 40. Gaiolas teladas para liberação de *Cryptolaemus montrouzieri* no teste de eficiência de predação sobre *Dactylopius opuntiae*, em condições de semi-campo, Dormentes (PE) (ago./set., 2010). Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA.

Figura 41: Cladódio de palma gigante com 150 colônias de *Dactylopius opuntiae* para os testes de predação por *Cryptolaemus montrouzieri* em semi-campo. Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA.

Os resultados e a discussão deste experimento são apresentados no item seguinte.

No entanto, esta metodologia se provou inadequada. Como ilustram as tabelas dos resultados, apresentadas no item seguinte, em algumas avaliações constatou-se que no tratamento controle as colônias estavam sendo predadas tão ou mais que na presença de *C. montrouzieri*. Observou-se também alta mortalidade dos insetos, no período de uma semana das avaliações. Para adequar a metodologia, se implantou no lado externo ao Laboratório de Entomologia do CPATSA, duas gaiolas de dimensões bem mais reduzidas, onde foram liberados 20 insetos não sexados, com um cladódio de palma com *D. echinocacti*, dadas as restrições em se usar *D. opuntiae* naquele local. Neste tipo de gaiola, houve menor mortalidade dos insetos. Modificando o tipo de gaiola, se repetiu todo o experimento de Dormentes, com a mesma rotina semanal de avaliações, porém com cladódios de palma infestados com *D. opuntiae* provenientes da manutenção do laboratório, e não mais do campo.

Os resultados e a discussão são apresentados em item seguinte.

Durante o transcorrer do estágio, Rosemary Maria de Castro, mestranda da Pós-Graduação em Entomologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), desenvolveu experimento no Laboratório de Entomologia do CPATSA com *Z. bimaculosus*. Sua dissertação envolve o estudo das exigências térmicas do predador sobre *D. opuntiae*, e da biologia comparada sobre as duas cochonilhas da palma, *D. echinocacti* e *D. opuntiae.* E a partir dos resultados encontrados, averiguar se procede a hipótese de que esse predador é um candidato promissor para ser usado em programas de controle biológico de *D. opuntiae*, e também oferecer subsídios para a criação desta espécie em ambiente artificial.

A temperatura é um dos fatores ecológicos mais importantes, influenciando diretamente o desenvolvimento e o comportamento dos insetos que são animais poiquilotérmicos. Cada espécie apresenta um requisito térmico próprio, com maior ou menor adequação do ambiente para o seu crescimento populacional, o que influencia no número de gerações que o inseto pode desenvolver anualmente em determinada localidade. De igual modo, o melhor hospedeiro para a espécie deve ser determinado.

Especificamente, a pesquisa teve por objetivo avaliar a duração e a viabilidade dos estágios de desenvolvimento, a fecundidade e a fertilidade, a razão sexual e a longevidade do predador criado nas duas espécies de cochonilha sob temperatura constante. E ainda determinar as exigências térmicas, estimando o número de gerações que o predador pode desenvolver anualmente em laboratório, sobre *D. opuntiae*, dado ser esta praga o objeto final de controle da pesquisa. Para tanto foram montados tratamentos sobre essa cochonilha nas seguintes temperaturas: 18, 22, 25, 28, 30, 32 e 34°C.

As criações das duas cochonilhas e da população inicial do predador foram realizadas nas condições já mencionadas para a manutenção dos insetos em laboratório (25 ± 2°C de temperatura, fotoperíodo de 12 horas e sem controle da UR). Cladódios da palma com as duas cochonilhas foram coletados em campo, e utilizados para infestar cladódios sadios. Exemplares de *Z. bimaculosus* também foram coletados diretamente do campo, e criados em laboratório sobre ovos de *S. cerealella*, para estabelecimento da colônia de manutenção.

Para o estudo de biologia comparada sobre as duas presas, foram coletadas oviposições do predador na criação de manutenção. As larvas daí provenientes foram criadas nas respectivas cochonilhas até a emergência dos adultos e a obtenção de nova oviposição. Cem larvas recém eclodidas sobre cada presa, provenientes destes ovos, foram utilizadas nos experimentos, sendo que as alimentadas com *D. opuntiae*, foram individualizadas em placas de Petri plásticas (6 x 2cm), cujo fundo foi revestido com um pedaço circular de papel filtro, e alimentadas "*ad libitum*" com ninfas migrantes desta cochonilha. As larvas provenientes dos ovos coletados sobre *D. echinocacti*, foram alimentadas com fragmentos retangulares de palma gigante contendo população estabelecida desta cochonilha, e individualizadas em potes plásticos (10 x 6cm) cuja tampa foi perfurada e coberta com tecido tipo voil, e o fundo revestido com um pedaço circular de papel filtro. Diariamente foi verificada e anotada (anexo 4) a mudança de estádio das larvas até a fase de pupa, e eram fornecidas novas ninfas ou pedaços de palma, conforme o tratamento, até a fase de pré-pupa. Após a emergência dos adultos procedeu-se à sexagem conforme Corrêa (2008), e a montagem dos casais. Estes, conforme o tratamento, foram individualizados no mesmo tipo de recipiente que as larvas alimentadas com *D. echinocacti*, contendo agora um chumaço de algodão que serviu de substrato para oviposição, e onde

era fornecida diariamente a alimentação da mesma forma que na fase de larva, conforme o tratamento (figura 42). Todos os dias as posturas eram anotadas (anexo 5) e individualizadas em placas de Petri plásticas (6 x 2cm), sendo observado o período para sua eclosão (figura 43 e 44). Esse procedimento foi mantido até a morte dos adultos. Todas as fases do experimento foram mantidas em câmara BOD a 25°C, fotoperíodo de 12 horas e sem controle de UR.

Para o estudo das exigências térmicas do predador sobre *D. opuntiae*, da mesma forma que no estudo anterior, foram coletadas oviposições da criação de manutenção sobre *S. cerealella*. As larvas daí provenientes foram criadas nesta cochonilha até a emergência dos adultos para a coleta de novos ovos. Cem larvas por tratamento, recém eclodidas provenientes destes ovos foram utilizadas no experimento, sendo cada larva individualizada em uma placa de Petri plástica (6 x 2cm) com fundo forrado com papel filtro, e alimentadas "*ad libitum*" com ninfas migrantes desta cochonilha. Diariamente foi verificada e anotada (anexo 4), a mudança de estádio das larvas até a fase de pupa, e eram fornecidas novas ninfas da cochonilha até a fase de pré-pupa. Após a emergência dos adultos procedeu-se à sexagem e a montagem dos casais. Estes foram individualizados em potes plásticos (10 x 6cm) cuja tampa foi perfurada e coberta com tecido tipo voil e fundo contendo pedaço de papel filtro, com o chumaço de algodão para substrato de oviposição, e onde era fornecida diariamente a alimentação da mesma forma que na fase de larva. Todos os dias as posturas eram anotadas (anexo 5), individualizadas, e conservadas em placa de Petri plásticas (6 x 2cm), sendo observado o período para sua eclosão. Esse procedimento foi mantido até a morte dos adultos. Todas as fases do experimento foram mantidas em suas respectivas câmaras BOD´s a 18, 22, 25, 28, 30, 32 e 34°C, fotoperíodo de 12 horas e sem controle de UR.

Os resultados mesmo que preliminares, e uma discussão, são apresentados no item seguinte.

Figura 42. Unidade experimental com casais de *Zagreus bimaculosus*. Esquerda, tratamento com *Diaspis echinocacti*. Direita, tratamento com ninfas de *Dactylopius opuntiae*. Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA.

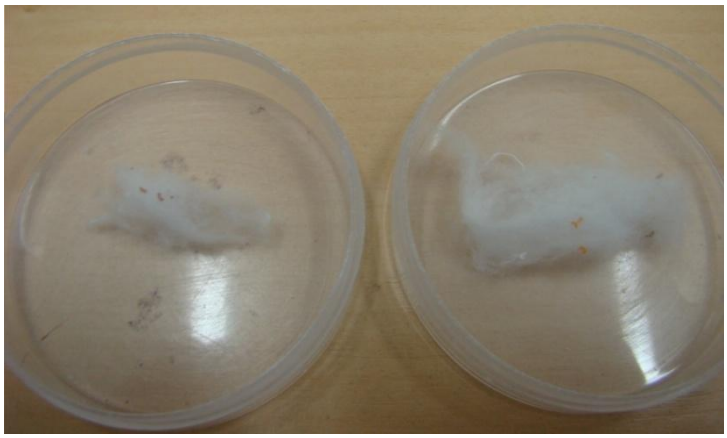


Figura 43. Posturas de *Zagreus bimaculosus*. Esquerda, postura do tratamento com *Dactylopius opuntiae* (ovos rosados). Direita, postura do tratamento com *Diaspis echinocacti* (ovos amarelados). Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA.

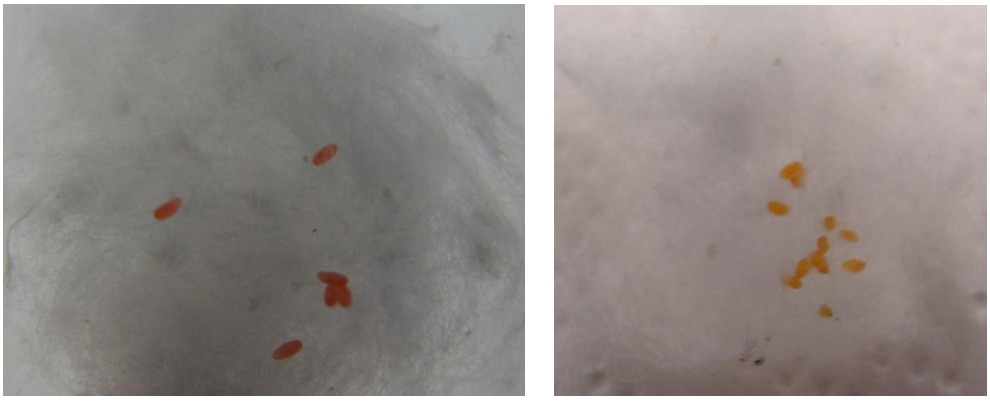


Figura 44. Detalhe das posturas de *Zagreus bimaculosus*. Esquerda, tratamento com *Dactylopius opuntiae.* Direita, tratamento com *Diaspis echinocacti*. Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA.

Outro experimento realizado anteriormente ao estágio foram os testes de preferência alimentar com *Z. bimaculosus*. Tais testes visam averiguar a preferência alimentar do predador se liberado em campo, após ter sido criado em laboratório sobre uma determinada presa, como uma das duas cochonilhas ou sobre ovos de *S. cerealella*, por exemplo. Fato que poderá ser muito importante na condução de um programa de controle biológico aplicado com esta espécie de predador. Teve por objetivo determinar se estímulos olfatórios das presas (cairomônios) promovem respostas em adultos de *Z. bimaculosus* provenientes de criação em laboratório (sobre ovos de *S. cerealella*), e se as joaninhas exibem preferência entre os diferentes estímulos (presas).

O aparelho utilizado denomina-se olfatômetro, neste caso de quatro braços. Consiste em uma placa de acrílico perfeitamente recortada formando os quatro braços que se comunicam com um frasco onde é depositado a fonte de alimento. Este frasco por sua vez se comunica com um filtro de carvão ativado, por onde deve obrigatoriamente passar o fluxo de ar. O objetivo desse filtro é remover qualquer odor que possa interferir nos testes. A parte inferior e superior do aparelho é apenas uma lâmina de vidro, sendo que no centro da parte superior é o ponto onde se conecta uma bomba de vácuo. Esta bomba é a geradora do fluxo de ar, desde o exterior, passando pelos filtros de carvão ativado e pela fonte de alimento (figura 45).

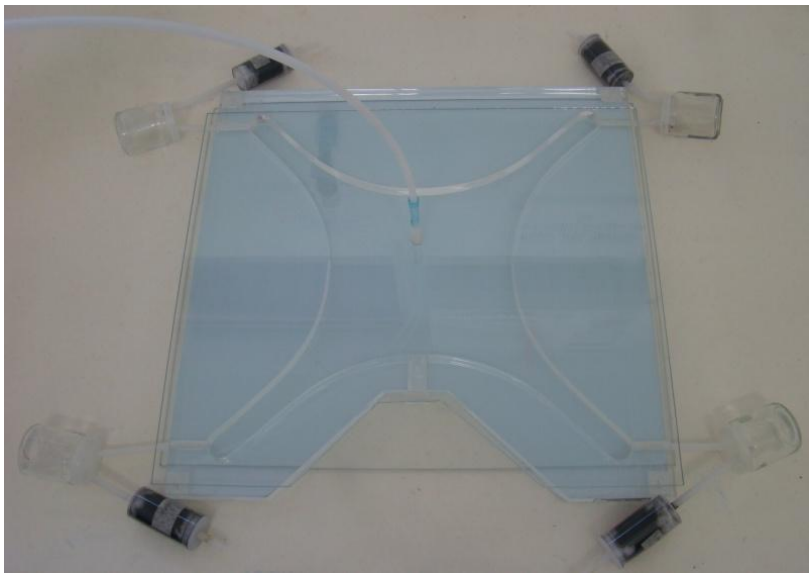


Figura 45. Olfatômetro de quatro braços, para testes de preferência alimentar com *Zagreus bimaculosus*. Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA.

Em um dos braços não foi depositado alimento (tratamento controle). Um segundo braço recebeu *D. echinocacti* retirada por raspagem de cladódios infestados da manutenção em laboratório (figura 46b), e outro braço recebeu um pedaço de cladódio de palma com *D. opuntiae* também proveniente de infestação mantida em laboratório (figura 46a). No quarto braço foram depositados ovos de *S. cerealella* (figura 46c).

Figura 46. Para os testes de preferência alimentar em olfatômetro com *Zagreus bimaculosus*. A) *Dactylopius opuntiae*, B) *Diaspis echinocacti*, C) ovos de *Sitotroga cerealella*. Fonte: Créditos do Laboratório de Entomologia do CPATSA.

Para os testes de escolha, insetos de um a dois dias de idade foram liberados, um de cada vez, o mais próximo possível do centro do aparelho. Cada inseto foi utilizado apenas uma vez. Os bioensaios determinaram o maior tempo de permanência do inseto em cada braço, assumindo que isso determinaria sua preferência alimentar. As observações com cada inseto duraram três minutos. Foram testados 25 insetos de cada sexo, em dois ensaios. A cada repetição os braços do olfatômetro eram invertidos para evitar qualquer efeito tendencioso. No primeiro ensaio foram testadas as respostas do predador aos odores de adultos de “cochonilha-do-carmim”, “cochonilha-de-escama”, e ovos de *S. cerealella* (presa alternativa, idêntica à fornecida aos insetos da manutenção utilizados nos testes) e controle (ausência de odor). No segundo ensaio foram testadas as respostas aos estímulos da “cochonilha-do-carmim” em contraste com o controle sem presa.

Os resultados do primeiro bioensaio (disponibilidade de todas as presas) demonstraram que os predadores (machos e fêmeas) não conseguiram distinguir as diferentes fontes de odor, não havendo, portanto, preferência entre as presas disponíveis (anexo 6). No entanto, quando foram oferecidas apenas as fontes *D.*

opuntiae e controle (segundo bioensaio) as fêmeas apresentaram preferência pela cochonilha (anexo 7).

Mascarin *et al.* (2007) trabalharam com o parasitóide de larvas *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead, 1905 (Himenoptera: Braconidae), no mesmo tipo de aparelho. Em um dos braços, depositaram um fruto verde de goiaba sem larvas de moscas das frutas, em outro havia um fruto maduro infestado com larvas das moscas, e os demais como controle não receberam nenhum fruto. Os resultados demonstraram que as fêmeas do parasitóide utilizadas nos ensaios preferiram apenas um dos braços controle. Os autores sugerem que a idade do inseto é fator importante (no caso utilizaram apenas fêmeas virgens de um dia de idade) o que pode ter afetado os resultados. Outra questão seria a presença de contaminação em um dos braços, ou mesmo vedação incorreta do aparelho. A presença de muitas pessoas na sala de testes e de ruídos externos pode ter afetado o comportamento do inseto.

Os ensaios com *Z. bimaculosus* permitiram um primeiro conhecimento do comportamento deste predador na situação de mais de uma presa disponível. No entanto, os insetos usados foram os criados sobre *S. cerealella* nas condições de manutenção. Futuramente pretende-se realizar novos ensaios com insetos criados sobre as duas cochonilhas da palma.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento da predação de *C. montrouzieri* sobre *D. opuntiae* em condições de semi-campo, com as gaiolas grandes de esqueleto metálico, não houve diferença no número de colônias não predadas da cochonilha em função do número de casais do predador. Na tabela 4 são apresentados os dados das avaliações.

Tabela 4. Predação de *C. montrouzieri* sobre *D. opuntiae*, e número de insetos recuperados vivos (gaiolas grandes) (ago./set., 2010, Dormentes, PE).

Gaiolas*	Casais**	Colônias não predadas de *D. opuntiae* e indivíduos de *C. montrouzieri* recuperados vivos							
		24/08/10		31/08/10		07/09/10		14/09/10	
		Colônias	Vivos	Colônias	Vivos	Colônias	Vivos	Colônias	Vivos
1	0	144	0	142	0	121	0	141	0
2	5	143	0	134	0	75	0	138	0
3	15	150	1	139	0	137	3	141	2
4	20	150	2	142	0	141	2	129	0

* Implantação do experimento em 17/08/2010. ** Por equivoco, não foi implantado o tratamento com 10 casais.

A metodologia se provou inadequada. Na coleta de cladódios diretamente do campo para os testes, estes apresentavam muitos inimigos naturais já associados às colônias da cochonilha, como constatado nas avaliações do número de colônias não predadas em laboratório. A exemplo do cladódio da gaiola 1, avaliado no dia 07/09/10, que continham muitas larvas de um sirfídeo predando com eficiência as colônias da praga (figuras 24 e 25). Também foram encontradas muitas larvas de alguns coccinelídeos, incluindo *Z. bimaculosus*. Desta forma se explica por que na gaiola do tratamento controle havia colônias predadas. Os cladódios ficavam sobre o solo, onde também pode ter havido predação por formigas ou outros predadores presentes no solo. A grande mortalidade dos insetos pode ser atribuída à inanição associada aos rigores do clima local. Ao que parece, os insetos sequer encontravam o cladódio com a presa, dado o volume das gaiolas.

Na gaiola 2 com cinco casais, avaliada no dia 07/09/10, foram contabilizadas apenas 75 colônias não predadas, no entanto o cladódio desta repetição estava parcialmente apodrecido.

Visando adequar a metodologia, gaiolas de dimensões menores foram montadas na mesma localidade. Nesta ocasião utilizaram-se cladódios infestados

com a cochonilha provenientes do laboratório. Os resultados mesmo que parciais, faltando as duas últimas observações, são apresentados na tabela 5.

Tabela 5. Predação de *C. montrouzieri* sobre *D. opuntiae,* e número de insetos recuperados vivos (gaiolas pequenas) (set./out., 2010, Dormentes, PE).

Gaiolas*	Casais	Colônias não predadas de *D. opuntiae* e indivíduos de *C. montrouzieri* recuperados vivos					
		23/09/10		30/09/10		07/10/10	
		Colônias	Vivos	Colônias	Vivos	Colônias	Vivos
1	0	146	0	141	0	121	0
2	5	139	7	144	0	128	0
3	15	115	30	142	3	106	0
4	20	138	17	126	2	142	0

* Implantação do experimento em 16/09/10.

Tais resultados mesmo que preliminares, revelam a baixa predação mesmo nas densidades mais altas do predador, e alta mortalidade em apenas sete dias de observações, permitem a princípio concluir que *C. montrouzieri* não é um bom agente para o controle da “cochonilha-do-carmim” em nível de campo para o semi-árido nordestino. As temperaturas diárias registradas na segunda semana do segundo experimento oscilaram entre 20 e 40°C. A UR do ar na região é muito baixa na maior parte do ano, como na ocasião do experimento. Mesmo tendo-se provado um bom predador de ninfas de *D. opuntiae*, não foram realizadas avaliações em laboratório com a joaninha para a predação das colônias da praga, apenas com ninfas migrantes. Embora haja referências da criação deste predador sobre *D. opuntiae* (GRAVENA *et al.,* 2006), observou-se que na manutenção de laboratório criada sobre essa presa na forma de colônias adultas, os insetos morriam com certa rapidez, e também não eram coletadas muitas posturas. Distintamente, as larvas do predador pareciam se desenvolver bem sobre as colônias da cochonilha.

Outro aspecto está relacionado a certa dificuldade para predar as colônias da praga por conta da espessa camada de cera que recobre as fêmeas da cochonilha (figura 39), sobretudo quando estas são ainda jovens. Uma hipótese que se deve considerar, é que o predador não seja capaz de localizar a presa mesmo a nível de semi-campo. Entretanto, esse aspecto não pareceu ser problema quando se utilizaram gaiolas pequenas. Outra questão é que os insetos utilizados nos testes provinham da manutenção em torno de 25°C por várias gerações, de tal forma que se pode considerar certo condicionamento desta população a esta temperatura. Nenhuma conclusão pode ser estabelecida ainda,

necessitando-se de mais testes e adequação da metodologia para se obter uma resposta mais conclusiva.

A pesquisa com *Z. bimaculosus* sobre as cochonilhas *D. opuntiae* e *D. echinocacti* faz parte, como já dito, da dissertação de mestrado de Rosemary M. de Castro da UFRPE. Cabe esclarecer que os resultados aqui apresentados são apenas parciais e incompletos, tendo em vista que o estágio teve fim antes da conclusão dos experimentos. Os dados também foram tabulados de forma independente. Deste modo, podemos apenas estabelecer conclusões parciais e o esboço de tendências para a biologia deste predador nestas condições experimentais. De tal forma que os resultados apresentados não devem ser encarados como os mais adequados, devendo-se consultar o trabalho final de Rosemary Castro, que será publicado apenas no primeiro semestre de 2011.

Das sete temperaturas estudadas (18, 22, 25, 28, 30, 32 e 34°C), não foi possível tabular os dados de 28 e 34°C. Da mesma forma, não foi possível tabular todos os dados referentes à vida dos casais adultos, como longevidade, fecundidade e fertilidade, dado que os insetos ainda viviam. As primeiras avaliações foram as de duração dos estádios imaturos do predador. Os dados foram submetidos à análise de variância (anexo 18) e as médias ao teste de Tukey, sendo apresentadas na tabela 6. Não se tomou o cuidado de tabular a duração da fase embrionária do inicio do experimento. Considerando todas as médias notamos uma tendência, quando se aumenta a temperatura, a duração dos estádios será menor. Nos anexos 9, 10 e 11, são apresentados respectivamente, a representação gráfico da duração dos estádios imaturos e larva-adulto, e a regressão linear e quadrática para o período larva-adulto do predador, nas diferentes temperaturas.

Assim para o primeiro instar larval, a duração a 18°C foi três vezes maior do que a 30 e 32°C. O segundo instar foi o que apresentou menor duração assim como na maioria dos coccinelídeos, apresentando duração semelhante para 22 e 25°C, sendo que nestas temperaturas a duração observada foi a metade da observada na temperatura mais baixa. Da mesma forma que o primeiro instar, assim como nos demais, observou-se grande diferença entre as temperaturas extremas. O terceiro instar apresentou duração superior ao primeiro nas temperaturas extremas, e comportamento semelhante ao segundo instar. O

quarto instar larval foi o mais demorado da mesma forma que para a maioria dos Coccinellidae, e teve comportamento semelhante ao segundo e terceiro instares. Dentre todos os instares larvais, à exceção do primeiro, as durações observadas em 22 e 25°C foram estatisticamente semelhantes. A mesma resposta foi observada para pré-pupa, sendo que não houve distinção entre os tratamentos de 22 e 25°C, e entre 25 e 30/32°C. A mesma tendência foi observada para o período de pupa.

Em todos os estádios não foi constatada diferença entre as temperaturas de 30 e 32°C, percebendo-se uma estabilização a partir de 30°C. Essa tendência é visualizada quando se observa a duração larva-adulto, não havendo diferença estatística entre as duas temperaturas mais altas. Infelizmente não foram tabulados os dados referentes a 28 e 34°C, que poderiam ser elucidativos quanto a uma possível tendência de estabilização da duração do desenvolvimento à medida que a temperatura aumenta. Podemos apenas fazer algumas suposições. A temperatura de 28°C ainda promoveria duração intermediária entre 25 e 30°C.

A partir de 30°C a velocidade de desenvolvimento se estabiliza até um limite máximo quando esta velocidade tenderia a diminuir. Na verdade, a temperatura de 34°C se revelou muito desfavorável ao desenvolvimento do predador. Nesta temperatura extrema houve algum prolongamento da duração dos estádios em relação a 30-32°C, e baixíssima viabilidade ovo-adulto, sendo que com os poucos adultos emergidos, a maioria com alguma deformidade, foi montado apenas um único casal, e que inclusive viveu apenas alguns dias, não sendo possível obter nenhuma postura.

Tal tipo de resposta é bem típica para os insetos. A maioria dos trabalhos que tratam das exigências térmicas em insetos propõe que provavelmente essa mudança na tendência de diminuir o ciclo conforme o aumento da temperatura esteja relacionada ao afastamento da zona ótima de desenvolvimento para a espécie, que interferiria em sua biologia. É nesse sentido que vários autores citam o trabalho de Wilson & Barnet (1983), os quais afirmam que a temperatura na qual a velocidade de desenvolvimento de um inseto começa a diminuir, constitui seu limite térmico superior de desenvolvimento (THOMAZINI & BERTI FILHO, 2001; ALBERGARIA & CIVIDANTES, 2002; CIVIDANTES, 2003).

Tabela 6. Duração média em dias (média ± dp) dos estádios imaturos e do período larva-adulto, a razão sexual e a viabilidade larva-adulto (%) de *Zagreus bimaculosus* para diferentes temperaturas estudadas em laboratório (Embrapa, CPATSA, Petrolina – PE, 2010).

Estádios	Temperaturas (°C) e número de observações (n) [2]											
	18*	n (47)	22*	n (40)	25**	n (50)	25*	n (42)	30*	n (60)	32*	n (50)
1° instar	10,58±1,88a	31	7,40±1,50b	30	7,70±2,07	46	6,28±0,91c	40	3,70±0,69d	47	3,56±0,64d	39
2° instar	10,16±2,10a	31	5,70±1,44b	30	5,58±1,36	45	5,08±0,83b	40	2,62±0,70c	26	3,08±0,35c	39
3° instar	12,46±1,42a	26	6,41±1,05b	27	6,75±1,51	40	5,78±0,73b	40	4,38±1,17c	26	4,00±1,05c	39
4° instar	20,17±7,04a	23	13,15±2,15b	26	9,44±2,82	39	10,68±1,93b	40	6,12±1,92c	25	6,84±2,27c	37
Pré-pupa	4,57±1,70a	23	2,86±0,69b	35	3,12±0,88	43	2,45±0,69bc	38	1,76±0,66c	25	1,97±0,63c	34
Pupa	13,86±0,79a	21	9,21±0,64b	34	11,12±1,82	43	8,28±0,78c	36	5,21±0,98d	24	4,79±0,96d	33
Período larva-adulto	68,95±7,13a	21	43,65±5,03b	34	42,09±5,16	44	38,14±2,84c	36	23,64±2,29d	25	23,91±2,24d	33
Razão sexual [1] [♀/(♀+♂)]	0,48	10/21	0,56	19/15	0,49	21/22	0,46	16/19	0,59	13/9	0,53	17/15
Viabilidade larva-adulto	46,67	21/45	87,18	34/39	97,78	44/45	85,71	36/42	62,50 [3]	25/40	66,00	33/50

* Tratamento com *Dactylopius opuntiae.* ** Tratamento com *Diaspis echinocacti*. (1) Segundo Parra (1985). (2) O número entre parênteses corresponde ao total inicial de observações. (3) Valor excluindo 20 repetições com problemas na BOD (100% de mortalidade). Médias com letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 1%.

Tal limite para *Z. bimaculosus* estaria situado entre 30 e 32°C, quando a duração de desenvolvimento começou a se estabilizar (salvo a ausência dos dados de 28°C). Estes resultados são coerentes com a exposição de Silveira Neto *et al.* (1976), onde afirmam que a atividade dos insetos, ou de outra forma, a velocidade de reação destes à temperatura ambiente, é maior em temperaturas mais elevadas e próximas da temperatura máxima fatal. No anexo 12 são apresentados os gráficos da análise de regressão dos estádios imaturos do predador.

A razão sexual [♀/(♀+♂)] (PARRA, 1985), também é apresentada na tabela 6, e para todos os tratamentos se aproxima de 0,5. As viabilidades dos estádios imaturos são apresentadas na tabela 7. Para o primeiro instar larval, observou-se a 18°C a menor viabilidade, seguido de 32, 30 e 25°C, respectivamente. O segundo instar foi sensível apenas na temperatura de 30°C. Para o terceiro instar apenas em 18°C houve viabilidade abaixo de 90%. Já no quarto instar larval apenas no tratamento de 25°C obteve-se viabilidade de 100%. No geral, para o período larval as viabilidades observadas foram altas, sendo apenas inferiores nas duas temperaturas extremas. Pré-pupa seguido de pupa foram os estádios mais sensíveis quanto à viabilidade. Assim como o período larval, o período pupal apresentou menores viabilidades nas temperaturas extremas. Para a totalidade do período larva-adulto, as maiores viabilidades foram observadas em 22 e 25°C, 87 e 86% respectivamente.

Os poucos dados tabulados quanto à fecundidade, fertilidade e longevidade dos casais do predador são esboçados na tabela 8 e no anexo 8. Embora não dispomos dos dados referentes a 25°C, que parece ser o tratamento mais adequado quanto a estes aspectos, percebemos pelo esboço de alguns resultados, uma clara tendência do aumento destes fatores com o aumento da temperatura. Como podemos ver nas tabelas do anexo 8, as fêmeas dos tratamentos de 18 e 22°C demonstraram-se nada ou pouco fecundas (total de ovos) (tabela 8), sendo que das poucas posturas observadas, somente algumas eclodiam larvas. A 30°C observamos a maior fecundidade (salvo a ausência dos dados para 25 e 28°C). Já a 32°C observamos queda na fecundidade. A 34°C como dito, sequer se obteve adultos para formação de casais.

Tabela 7. Viabilidades (%) dos estádios imaturos e larva-adulto de *Zagreus bimaculosus*, em diferentes temperaturas (Embrapa, CPATSA, Petrolina – PE, 2010).

Temperaturas (°C)		Estádios						
		1° instar	2° instar	3° instar	4° instar	Pré-pupa	Pupa	Larva-adulto
*	**18**	82,61	100,00	89,19	90,91	76,67	91,30	46,67
*	**22**	100,00	100,00	97,44	97,37	94,65	97,14	87,18
**	**25**	100,00	100,00	100,00	100,00	97,78	100,00	97,78
*	**25**	95,24	100,00	100,00	100,00	95,00	94,74	85,71
*	**30**	93,33	97,22	100,00	97,14	79,41	92,59	62,50
*	**32**	92,00	100,00	100,00	95,65	77,27	97,06	66,00

* Tratamento sobre *Dactylopius opuntiae.* ** Tratamento sobre *Diaspis echinocacti*.

A fertilidade é dada pela viabilidade dos ovos (tabela 8). Observamos que no tratamento de 18°C a viabilidade dos ovos foi maior do que o tratamento de 22°C. No entanto, os ovos utilizados para obter o período de incubação a 18°C foram obtidos das colônias de manutenção, dado que deste tratamento não foram obtidas posturas, fato que pode explicar tal discrepância. Embora não dispomos dos resultados de fertilidade para 25 e 28°C, é muito provável que estas temperaturas se provem as melhores neste aspecto. A 30 e 32°C, a viabilidade dos ovos foi bem superior às temperaturas mais baixas, no entanto entre ambas observamos uma queda a 32°C.

Tabela 8. Fecundidade, duração (média ± dp) e viabilidade (%) embrionária de *Zagreus bimaculosus*, sobre *Dactylopius opuntiae*, em diferentes temperaturas (Embrapa, CPATSA, Petrolina – PE, 2010).

Tratamentos (°C)		Fecundidade	Duração (dias)	Viabilidade (%)
*	**18**	0,00±0,00	16,13±0,52	42,67
	22	4,17±7,95	11,87±0,18	14,95
	30	189,33±76,29	5,93±0,30	72,44
	32	65,56±36,41	6,62±0,46	63,74

* Duração e viabilidade de ovos provenientes da colônia de manutenção.

A discussão sobre a longevidade dos adultos não pode ser feita dado que muitos insetos ainda viviam (anexo 8). No entanto, notamos por alguns dados preliminares, que no tratamento de 18°C a longevidade parece ser menor que nos demais tratamentos. A maioria dos insetos a 30 e 32°C já havia morrido. Em relação às temperaturas intermediárias, as temperaturas mais elevadas parecem promover menor longevidade. Assim, os tratamentos a 22 e 25°C parecem promover maior longevidade aos insetos. Estranhamente o tratamento de 28°C

parece ter promovido curta vida aos insetos adultos, mesmo não dispondo dos dados para maior discussão.

Todo esse trabalho visa determinar qual a melhor temperatura para o desenvolvimento desta espécie de coccinelídeo. Para tanto, devemos observar a duração do ciclo do inseto, e os parâmetros de sua vida adulta. Assim, mesmo com dados incompletos podemos fazer algumas afirmações. Como já era de se esperar, as temperaturas mais baixas, 18 e 22°C, promoveram maior duração do ciclo de vida. As fêmeas adultas emergidas nestas temperaturas apresentaram fecundidade nula ou quase nula. Pelo que podemos concluir que são muito inapropriadas para esta espécie de coccinelídeo. A temperatura intermediária estudada, 25°C, promoveu menor ciclo de vida em relação às temperaturas mais baixas, associado à maior viabilidade larva-adulto igualando-se neste ponto ao tratamento de 22°C. Infelizmente não dispomos dos parâmetros da vida adulta nesta temperatura para fazer qualquer afirmação, porém, ao que parece, esta temperatura promove bons resultados para o predador. Não considerando o tratamento de 28°C, do qual não dispomos de nenhum resultado, as temperaturas mais elevadas, 30 e 32°C, promoveram um curto ciclo de vida, no entanto com baixa viabilidade larva-adulto. Ao que tudo indica, os parâmetros da vida adulta nestas temperaturas serão inferiores aos observados para 25°C. O tratamento de 34°C revelou-se o mais desastroso para este coccinelídeo, sequer permitindo a emergência de imagos, o que também já era algo esperado. Deste modo, possuímos alguns argumentos para acreditar que a temperatura de 25°C será determinada como a mais adequada para o desenvolvimento do coccinelídeo *Z. bimaculosus*.

Os insetos criados sobre a segunda cochonilha *D. echinocacti*, foram mantidos a 25°C. Embora o experimento ainda não tenha sido concluído, podemos fazer algumas comparações com o único trabalho existente com esta espécie de joaninha. Na tabela 9 são comparados os resultados do atual experimento com o trabalho de Silva & Barbosa (1984) para o ciclo de vida do predador.

Tabela 9. Duração em dias (± erro padrão da média) e viabilidade (%) dos estádios imaturos e larva-adulto de *Zagreus bimaculosus* sobre *Diaspis echinocacti*.

	Observado CPATSA		Silva & Barbosa (1984)	
	Duração	**Viabilidade**	**Duração**	**Viabilidade**
Ovo	11,65±0,96	33,21	6,54±0,07	73,82
1° instar	7,70±0,30	100,00	3,11±0,05	100,00
2° instar	5,58±0,20	100,00	2,68±0,05	98,00
3° instar	6,75±0,24	100,00	2,78±0,04	94,38
4° instar	9,44±0,45	100,00	5,06±0,07	92,86
Pré-pupa	3,12±0,13	97,78	---	---
Pupa	11,12±0,28	100,00	---	78,20
Pupa ♂	---	---	5,94±0,18	---
Pupa ♀	---	---	5,77±0,13	---
Período larva-adulto	42,09±0,78	97,78	~20*	67,16
Proporção sexual	1♂:0,95♀	---	1♂:1,2♀	---

* Apenas aproximação da soma das médias para comparação.

Segundo Silva & Barbosa (1984), seu experimento foi conduzido a 25±10°C. Tal variação na temperatura experimental pode explicar a grande discrepância entre os dados obtidos no presente experimento e os obtidos por estes autores. É muito provável que o trabalho de Silva & Barbosa tenha sofrido influência por longos períodos de temperaturas superiores a 25°C. A duração larva-adulto sobre *D. echinocacti* obtida no atual trabalho se assemelha à obtida sobre *D. opuntiae* a 25°C, enquanto que a duração para esse período obtida pelos referidos autores, se assemelha à duração dos tratamentos de 30 e 32°C do presente experimento sobre *D. opuntiae*. No entanto, em comparação com os resultados apresentados por Giolo *et al.* (2008), que também foi conduzido a 25 ± 2°C, o atual experimento apresentou resultados muito distintos. Os resultados de Giolo *et al.* (2008) são semelhantes aos apresentados por Silva & Barbosa (1984).

Os dados para os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição (tabela 10), também foram algo distintos nos dois trabalhos. Quanto à longevidade de machos e fêmeas, os resultados dos dois trabalhos foram bem contrastantes e observamos o fato de que na atual pesquisa esse parâmetro se revelou bem superior (tabela 11). Embora a maioria das fêmeas do atual experimento ainda vivesse, já estavam há um bom tempo sem efetuar novas posturas, pelo que podemos afirmar que a fecundidade encontrada no trabalho de Silva & Barbosa (1984) foi bem maior do que a constatada na presente pesquisa (tabela 10).

Tabela 10. Duração em dias (±erro padrão da média) e amplitude de variação para os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, e a fecundidade (± erro padrão da média) de *Zagreus bimaculosus*, sobre *Diaspis echinocacti*.

	Observado CPATSA*		Silva & Barbosa (1984)	
	Duração	**Amplitude**	**Duração**	**Amplitude**
Pré-oviposição	38,22±7,26	18-79	11,36±0,52	9-13
Oviposição	53,00±9,84	0-97	41,21±7,36	14-95
Pós-oviposição	---	---	7,07±1,54	0-18
Total de ovos por fêmea	138,00±53,85	0-527	206,07±43,79	48-550

* Maioria dos insetos ainda vivos, embora não se observando mais posturas.

Tabela 11. Longevidade em dias e amplitude de variação de *Zagreus bimaculosus*, sobre *Diaspis echinocacti*.

	Observado CPATSA*		Silva & Barbosa (1984)	
	Duração	**Amplitude**	**Duração**	**Amplitude**
Fêmeas	121,10	119-134	77,07±8,36	25-140
Machos	127,86	102-134	66,00±8,39	3-134

* Maioria dos insetos ainda vivos, média e amplitude apenas para comparação.

A comparação entre os tratamentos a 25°C sobre as duas cochinilhas, visa determinar qual a melhor presa para o desenvolvimento do predador. Embora não tendo à disposição todos os dados referentes aos insetos criados sobre a "cochonilha-do-carmim", podemos fazer algumas afirmações e suposições. Comparando as médias apresentadas na tabela 6, nota-se que a duração de todos os estádios imaturos, à exceção do quarto instar larval sobre *D. echinocacti,* foram maiores do que os observados nos insetos criados sobre *D. opuntiae*. Como dito, não dispomos dos dados de fecundidade, fertilidade e longevidade para os imagos do predador sobre *D. opuntiae*. No entanto, se compararmos os dados para estes parâmetros, dos insetos criados sobre a "cochonilha-de-escama" e os criados sobre *D. opuntiae* a 30°C, notamos o quão baixa foi a fecundidade e a e fertilidade dos primeiros. A mesma comparação pode ser feita para o período de pré-oviposição e o tempo em atividade de postura das fêmeas, que foi maior e menor, respectivamente, nos insetos criados sobre *D. echinocacti*. Por isso podemos supor que *D. opuntiae* se revele a melhor presa para o desenvolvimento de *Z. bimaculosus*.

Com os dados de duração dos estádios imaturos do predador foi possível estimar suas exigências térmicas. Foram utilizados dois métodos propostos por Haddad & Parra (1984). O método do Coeficiente de Variação (CV) consiste em

adotar valores arbitrários de temperatura basal (tb) variando de -5 a 20°C em intervalos de 0,1, e utilizá-los na equação de Reaumur para obter o valor da constante térmica (K):

$$K = D*(T\text{-}tb)$$

Onde D é a duração do estádio em questão e T é a temperatura ambiente considerada. O menor CV encontrado para os valores de K (K_{18}, K_{22}, K_{25}, K_{30}, K_{32}) correspondeu ao limiar térmico de desenvolvimento (tb) de cada estádio do ciclo de *Z. bimaculosus*. No anexo 16 é apresentada uma planilha de cálculo (EXCEL) para o primeiro instar larval do predador, segundo o método do CV. Na tabela 12 são organizados os valores de tb e de K para cada estádio de *Z. bimaculosus* segundo este método.

Tabela 12. Exigências térmicas de *Zagreus bimaculosus* sobre *Dactylopius opuntiae*, segundo o método do Coeficiente de Variação (CV).

Estádios	Temperatura basal (°C)	Constante térmica (K)		
		Graus-dia	Desvio padrão	CV
Ovo	9,6	137,98	12,73	9,23
1° instar	11,0	77,69	6,98	8,98
2° instar	12,4	56,42	6,75	11,97
3° instar	11,3	79,19	6,15	7,76
4° instar	11,5	133,36	12,22	9,16
Pré-pupa	8,5	41,32	3,51	8,50
Pupa	10,4	107,23	7,57	7,03
Larva-adulto	11,3	459,42	43,22	9,41
Ovo-adulto*	10,67	633,19		
	Média	**Soma**		

* Para a totalidade do período imaturo ovo-adulto, foi adotada a média para tb e a soma para K.

O segundo método, denominado método da Hipérbole, consiste na linearização da curva de desenvolvimento obtida nas diferentes temperaturas, através de sua recíproca. Assim pela equação de regressão linear podemos obter os valores de tb e K para cada estádio de desenvolvimento do inseto:

$$1/D = a + bx$$

Onde 1/D é a recíproca da duração do estádio em questão. Os valores de tb e K são dados por:

$$\mathrm{tb} = -(\mathrm{a}/\mathrm{b}) \qquad \text{e} \qquad \mathrm{K} = 1/\mathrm{b}$$

No anexo 14 é apresentado o gráfico da duração do desenvolvimento e sua recíproca, denominada velocidade de desenvolvimento (1/D) pelo método da Hipérbole, para o período larva-adulto do coccinelídeo. No mesmo gráfico é representada a reta que também determina a velocidade de desenvolvimento, mas obtida pelo método do Coeficiente de Variação. Segundo os autores, os dois métodos são estatisticamente equivalentes. No entanto, o método da Hipérbole e sua recíproca, só seria efetivo quando são estudadas no mínimo quatro temperaturas constantes em laboratório. No anexo 13 são apresentados os gráficos com a velocidade de desenvolvimento de todos os estádios imaturos do predador segundo os referidos métodos. Comparando os resultados dos dois métodos, percebemos o quanto são semelhantes. Na tabela 13 são apresentados os valores de tb e K segundo o método da Hipérbole. As equações de regressão para a velocidade de desenvolvimento foram submetidas ao teste de Qui-Quadrado, sendo todos não significativos, conforme anexo 15.

Ainda segundo Haddad & Parra (1984), poderíamos calcular o limiar térmico superior Ts e a faixa ótima de temperatura de um inseto, conhecendo a seu limiar térmico inferior e suas exigências térmicas em termos de graus-dia. Assim, o limite térmico superior seria o momento em que o tempo de desenvolvimento D é igual à diferença entre a temperatura ambiente e a temperatura basal inferior. Substituindo na equação de Reaumur teríamos:

$$\mathrm{Ts} = \mathrm{tb} + \sqrt{K}$$

A duração correspondente a Ts é dada por:

$$\mathrm{D} = \sqrt{K}$$

Para determinar a faixa ótima de temperatura para o desenvolvimento dos insetos, os autores sugerem, para o limite inferior da zona ótima:

$$\mathrm{T} = \mathrm{tb} + \sqrt[4]{K} \qquad \text{e} \qquad \mathrm{D} = \sqrt[4]{K^3}$$

Para determinar o limite máximo da zona ótima:

$$\mathrm{T} = (\mathrm{tb} + \sqrt{tb^2 + 4K})\ /\ 2 \qquad \text{e} \qquad \mathrm{D} = \mathrm{T}$$

Assim elaboramos a tabela 14. Estes resultados sugerem que para *Z. bimaculosus* na temperatura de 28°C, ocorreria a estabilização na duração do desenvolvimento conforme o aumento da temperatura, o que parece ser uma boa estimativa. O tratamento a 34°C se revelou tão desastroso pois estaria acima do limiar térmico superior para a espécie.

Tabela 13. Valores de tb e K, regressão linear e coeficiente de determinação r da velocidade de desenvolvimento (1/D), para os estádios imaturos e o período larva-adulto de *Zagreus bimaculosus* sobre *Dactylopius opuntiae*, segundo o método da Hipérbole, e a regressão linear pelo método do CV.

Estádios	Método da Hipérbole				Método do CV
	Regressão	r	tb	K	Equação da reta
Ovo	0,007488x - 0,074454	0,96	9,94	133,55	0,007247x - 0,069575
1° instar	0,014288x - 0,174904	0,98	12,24	69,99	0,012872x - 0,141588
2° instar	0,019017x - 0,247613	0,94	13,02	52,59	0,017724x - 0,219780
3° instar	0,011484x - 0,114177	0,99	9,94	87,08	0,012628x - 0,142695
4° instar	0,008031x - 0,098214	0,96	12,23	124,52	0,007499x - 0,086233
Pré-pupa	0,022809x - 0,168866	0,96	7,40	43,84	0,024201x - 0,205712
Pupa	0,009800x - 0,113056	0,99	11,33	100,20	0,009326x - 0,096988
Larva-adulto	0,002095x - 0,023672	0,98	11,30	477,24	0,002177x - 0,024596
Ovo-adulto*	---	---	10,87	611,77	---
			Média	Soma	

* Para a totalidade do período imaturo ovo-adulto, foi adotada a média para tb e a soma para K.

Conhecendo as exigências térmicas do inseto podemos prever o seu desenvolvimento em campo. Assim, tomando as médias de temperatura para Dormentes e Petrolina, podemos estimar o número de geração de *Z. bimaculosus* nas suas respectivas condições ambientais. O cálculo do número de gerações segundo Santana *et al.* (2010) é dado por:

$$NG = [D*(T_m - tb)/K]$$

Onde NG é o número de gerações no tempo D, Tm é a temperatura média do local, e tb e K são a temperatura basal e a constante térmica do inseto, respectivamente. O número de gerações mensais e anual de *Z. bimaculosus* para os municípios de Dormentes e Petrolina (PE) está representado nos gráficos do anexo 17.

O tempo necessário para se completar uma geração em laboratório a 25°C seria de 43,3 dias. Tais informações são de grande importância se a espécie for realmente utilizada em programas de controle biológico das cochonilhas pragas da “palma forrageira”.

Tabela 14. Temperatura base inferior (tb), temperatura limiar superior (Ts), e a faixa ótima de desenvolvimento dada pelas temperaturas mínima ótima e máxima ótima (Tmino & Tmaxo), para *Zagreus bimaculosus* sobre *Dactylopius opuntiae*, segundo dados obtidos pelo método do Coeficiente de Variação.

	Temperatura (°C)	Duração de desenvolvimento (dias)
tb	11,3	0,00
Tmino	15,9	99,23
	18,0	68,95
	22,0	43,65
	25,0	38,14
Tmaxo	27,8	27,82
	30,0	23,64
	32,0	23,91
Ts	32,7	21,43

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aqui exporemos algumas possíveis conclusões. Primeiramente queremos dar ênfase ao fato de que os experimentos com *Z. bimaculosus* ainda não terem sido finalizados, sendo que ainda restam muitos dados a serem coletados, o que com certeza irá alterar muitos dos resultados aqui expostos. Por exemplo, os dados de duração do período embrionário ainda não foram totalmente computados, o que alteraria os valores anteriormente expostos, logo tb e K deste estádio podem ser diferentes. De tal forma que as conclusões aqui elaboradas são apenas tendências do que poderá ser de fato exposto no trabalho de Rosemary M. de Castro, cabendo a esta autora todo o crédito pela pesquisa. Assim todo o texto apresentado neste relatório deve ser encarado apenas como parte do aprendizado do autor destas linhas.

Algumas possíveis conclusões:

a) Ao que tudo indica *C. montrouzieri* não é um agente adequado para ser utilizado no controle biológico das cochonilhas pragas da “palma forrageira”, dado não ter se adaptado às condições ambientais da caatinga.
b) Pode ser que a população da joaninha australiana utilizada nos experimentos, criada a muitas gerações em laboratório sob temperaturas amenas, tenha se condicionado de tal forma a esta faixa térmica que não se aclimatou adequadamente às condições do semi-árido nordestino. Outra população deste predador poderia ser testada como predadora de *D. opuntiae* nestas condições climáticas.
c) É muito provável que a temperatura de 25°C seja a mais adequada ao desenvolvimento de *Z. bimaculosus*, promovendo alta viabilidade ovo-adulto, e maiores longevidade, fecundidade e fertilidade.
d) Ninfas de *D. opuntiae* podem ser utilizadas com sucesso na criação de *Z. bimaculosus*, e ao que tudo indica parece ser presa mais adequada do que o diaspidídeo *D. echinocacti*.
e) As exigências térmicas de *Z. bimaculosus* foram estimadas pelos métodos de Hipérbole e Coeficiente de Variação que parecem fornecer

valores equivalentes. A tb ovo-adulto estaria entre 10,67 e 10,87°C e a constante térmica entre 611,77 e 633,19 graus-dia.

f) A faixa ótima de temperatura para o desenvolvimento de *Z. bimaculosus* estaria entre 16 e 28°C. O limiar térmico superior estaria próximo de 33°C.

g) Sob temperatura constante de 25°C, uma geração de *Z. bimaculosus* seria completada em aproximadamente 43 dias.

h) O coccinelídeo nativo *Z. bimaculosus* se provou um agente promissor para ser utilizada em futuros programas de controle biológico das cochonilhas pragas da “palma forrageira”. Novas pesquisas deverão ser conduzidas a nível de campo para determinar se este predador é efetivo no controle destas pragas.

7 ATIVIDADES COMPLEMENTARES

Calotropis procera (Aiton) R. Br. (Asclepiadaceae), vulgarmente conhecida como lã-de-seda, ou flor-de-seda (figura 47), é originária da África e Ásia, e supõe-se que foi introduzida no nordeste brasileiro no início do século XX com fins ornamentais. Suas sementes são facilmente carregadas pelo vento, tendo se disseminado para vários ecossistemas como a caatinga e o cerrado, atingindo ainda estados como São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Tem porte arbustivo e resiste bem às épocas de estiagem na região do semi-árido nordestino, e atualmente vem despertando interesse para ser utilizada como forragem aos rebanhos locais. No entanto, não deve ser fornecida diretamente aos animais, mas somente após ser picada e desidratada, por apresentar compostos tóxicos como glicosídeos cardiotônicos, glicosídeos flavônicos, triterpenos, esteróides e polifenóis. Também não poderá ser utilizada com exclusividade na alimentação dos rebanhos, sendo que as proporções a serem fornecidas são motivo de pesquisas (MELO *et al.*, 2001; MARQUES *et al.*, 2007).

Figura 47. Esquerda, planta jovem de *Calotropis procera*; direita, detalhe da inflorescência. Fonte: www.icb.ufmg.br (Acessado em 18/10/2010, as 14:47).

Como atividade complementar ao estágio, não programada no plano, realizou-se testes preliminares de predação, com três espécies de Coccinellidae

(figura 48), sobre um afídeo cuja espécie não foi identificada (supõe-se que seja *Aphis nerii* Boyer de Fonscolombe, 1841, conforme referências encontradas em Blackman & Eastop, 1984) e cujas colônias se desenvolviam sobre a referida *C. procera*.

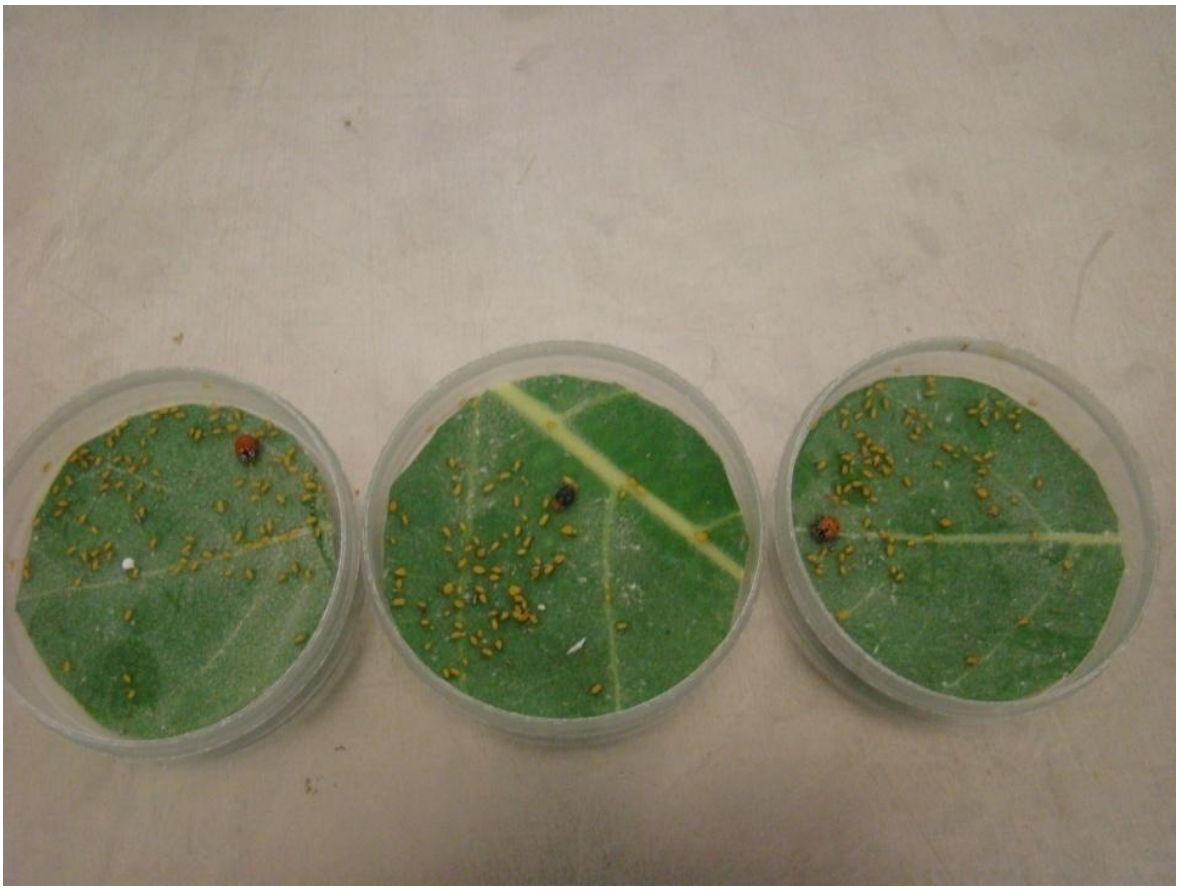


Figura 48. Tratamento com 100 afídeos (não identificado), servindo de presa para *Cycloneda sanguinea, Cryptolaemus montrouzieri* e um coccinelídeo não identificado, da esquerda para a direita, respectivamente. Fonte: Do autor, (CPATSA, Petrolina-PE, set., 2010).

Dois coccinelídeos foram encontrados na fazenda experimental da Embrapa Semi-Árido (“Bebedouro”, CPATSA, Petrolina-PE), sobre milho (cultivar ignorado) que não recebeu qualquer tipo de tratamento com inseticidas. Uma das espécies foi identificada como *Cycloneda sanguinea* Linnaeus, 1763, de distribuição em toda a região Neotropical (figura 49).

Araujo-Siqueira & Almeida (2006) estudaram as espécies brasileiras do gênero *Cycloneda,* e afirmam que seus membros são importantes predadores de afídeos nos agroecossistemas.

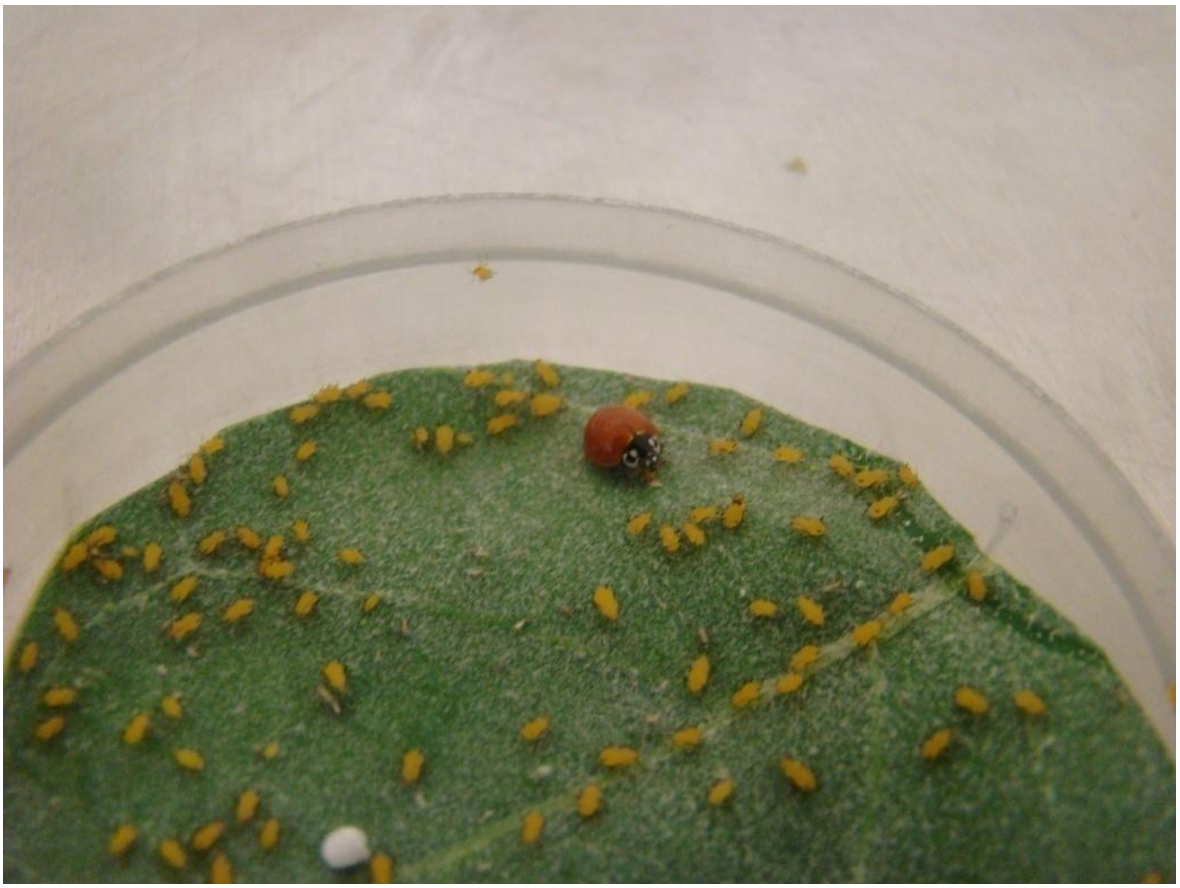


Figura 49. Tratamento com *Cycloneda sanguinea*, sobre afídeo coletado em *Calotropis procera.* Fonte: Do autor, (CPATSA, Petrolina-PE, set., 2010).

A outra espécie de coccinelídeo coletada em campo, não foi identificada, porém aparecia em abundância, inclusive superior à de *C. sanguinea* (figura 50).

O terceiro coccinelídeo utilizado foi *C. montrouzieri* (figura 51), proveniente da manutenção em laboratório (25 ± 2°C de temperatura, fotoperíodo de 12 horas e sem controle de UR, sobre dieta artificial e ovos de *S. cerealella*).

Os tratamentos consistiram em oferecer afídeos para um inseto isolado de cada espécie, e para cada densidade da presa (50, 100, e 150 pulgões) em uma placa de Petri plástica (6 x 2cm), na qual foi mantida um recorte de folha de *C. procera* (figura 48), totalizando nove unidades, mantidas em uma sala do laboratório sob temperatura, umidade e fotoperíodo naturais. As avaliações foram realizadas 24 horas após o fornecimento da presa, contabilizando-se o número de afídeos vivos e mortos não predados (estes últimos podem ter sido abatidos pelo predador, mas não consumidos ou ainda consumidos apenas parcialmente). Realizou-se apenas uma observação. Os resultados encontram-se na tabela 15.

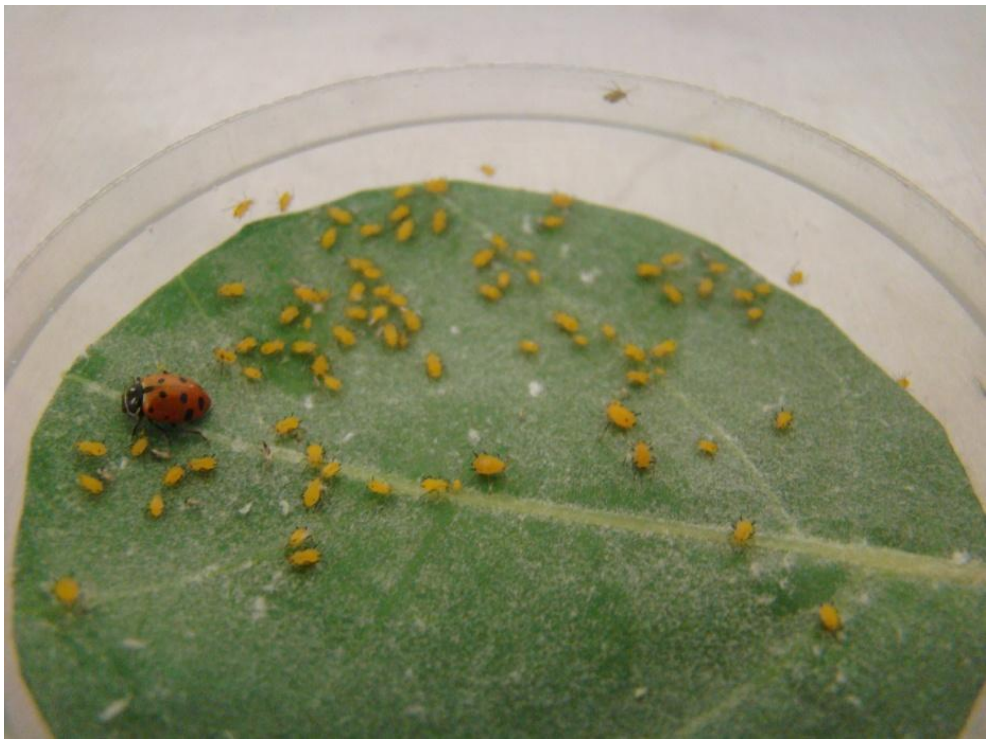


Figura 50. Tratamento com coccinelídeo não identificado, sobre afídeo coletado em *Calotropis procera.* Fonte: Do autor, (CPATSA, Petrolina-PE, set., 2010).

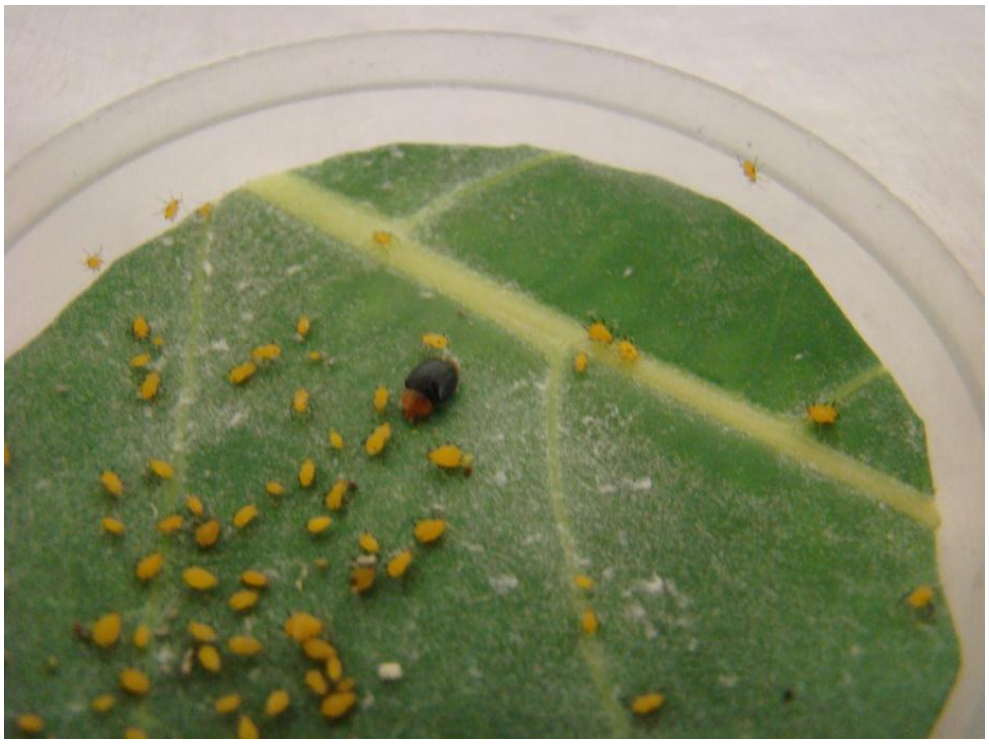


Figura 51. Tratamento com *Cryptolaemus montrouzieri*, sobre afídeo coletado em *Calotropis procera.* Fonte: Do autor, (CPATSA, Petrolina-PE, set., 2010).

Tabela 15. Número de pulgões não predados conforme espécie de coccinelídeo e densidade da presa.

Densidade de pulgões	Número de pulgões não predados		
	Cycloneda sanguinea	Coccinelídeo não identificado	*Cryptolaemus montrouzieri*
50	44	37	42
100	96	95	82
150	116	134	115

O número de pulgões mortos foi pequeno em todos os tratamentos. Por se tratar de uma avaliação preliminar não se realizou mais nenhuma repetição. Observando o comportamento de predação nos primeiros instantes em que os predadores foram expostos à presa, *C. sanguinea* se demonstrou o mais rápido em iniciar a alimentação, que foi imediata. A metodologia se demonstrou um tanto inadequada, pois não se estabeleceu rigorosamente um tamanho padrão da presa, sendo fornecida em diversos instares. A partenogênese presente nos afídeos gerou ao fim das 24 horas número superior de presas ao inicialmente proposto. Para a contabilização dos afídeos não predados, as ninfas muito pequenas foram ignoradas. Dessa forma, os coccinelídeos podem ter consumido grande número de ninfas neonatas, ignorando os pulgões maiores. Outro questionamento é que à exceção de *C. montrouzieri*, os insetos utilizados foram os diretamente coletados no campo, desconhecendo-se sua idade e alimentação anterior. Considere-se ainda a ausência de repetições. Portanto, os dados obtidos são de natureza muito superficial.

Outra observação foi feita apenas com *C. sanguinea*. Setenta e seis ovos de posturas obtidas de fêmeas provenientes do campo foram usados para obter as larvas do inseto, mantidas em uma sala do laboratório sob temperatura, umidade e fotoperíodo naturais. As larvas (n 46) foram isoladas e alimentadas com a mesma espécie de pulgão referida, e se anotava diariamente a mudança de estádio até a emergência do adulto quando eram sexados conforme Araujo-Siqueira & Almeida (2006). Doze larvas foram alimentadas apenas com ovos de *S. cerealella* no primeiro dia após a eclosão dos ovos, sendo que apenas uma única larva se encontrava viva no segundo dia, quando passou a receber os pulgões como presa, demonstrando a importância da alimentação no primeiro dia de vida das larvas.

Os resultados para duração das fases de ovo, dos instares larvais, de pré-pupa e de pupa, bem como a viabilidade de cada um, encontram-se na tabela 16, onde se apresentam os resultados de três referências para comparação.

As observações revelaram duração inferior para todos os estádios considerando apenas as realizadas por Veloso *et al.* (1995) e Oliveira *et al.* (2004). O quarto instar larval é o que demanda mais tempo para o desenvolvimento. A duração larva-adulto foi semelhante à encontrada no trabalho de Santos *et al.* (2003), e inferior às encontradas por Veloso *et al.* (1995) e Oliveira *et al.* (2004). A viabilidade de ovo foi baixa por conta do alto canibalismo entre as larvas recém eclodidas. Já a viabilidade do primeiro instar larval foi baixa talvez pela manipulação inadequada, dado serem muito sensíveis. A razão sexual [♀/(♀+♂)] (PARRA, 1985) foi inferior a 0,5 (0,40) assim como no trabalho de Oliveira *et al.* (2004) (0,46). O rápido desenvolvimento larva-adulto observado pode estar associado às altas temperaturas observadas, quase sempre acima de 29°C (máxima de 32,5°C). A baixa viabilidade larva-adulto pode ser associada à manipulação inadequada das larvas de primeiro instar, às altas temperaturas observadas, e a certa inadequação da presa para este predador. Pode-se no entanto afirmar que o afídeo seja capaz de driblar os vacúolos que armazenam os compostos tóxicos da planta, não apresentando toxicidade ao predador (LEWINSOHN & VASCONCELLOS-NETO, 2000).

Posteriormente 11 destes adultos emergidos foram alimentados com grandes quantidades de ninfas migrantes de *D. opuntiae*. Nenhum adulto encontrava-se vivo após três dias de observação. *C. sanguinea* não é relatado como predadora da “cochonilha-do-carmim” nos levantamentos de campo. Quando os adultos deste predador foram submetidos a algumas horas de jejum, após o que lhes era fornecido como presa o referido pulgão, alimentavam-se assim que encontravam um destes afídeos. Da mesma forma, sob algum estresse alimentar, adultos de *C. sanguinea* quando expostos às ninfas migrantes de *D. opuntiae*, não se interessaram pela presa fornecida. Presume-se que tenham morrido por inanição.

Tabela 16. Duração em dias e viabilidade (%) dos estádios imaturos e do período larva-adulto de *Cycloneda sanguinea* sobre um afídeo coletado em *Calotropis procera* (Petrolina, PE).

Estádios	Observado			Referência 1		Referência 2		Referência 3	
	Duração	Viabilidade	n	Duração	Viabilidade	Duração	Viabilidade	Duração	Viabilidade
Ovo	3,00	60,53	46	3,00	86,00	3,95	83,13	---	---
1° instar	2,09	67,65	23	2,43	---	2,50	---	2,00	99,00
2° instar	1,45	95,65	22	1,57	---	1,80	---	1,10	100,00
3° instar	1,70	90,91	20	1,86	---	1,90	---	1,80	100,00
4° instar	2,40	100,00	20	3,57	---	2,70	---	2,20	100,00
Larval	7,64	58,82	20	9,43	70,00	9,04	---	10,80	98,70
Pré-pupa	1,00	100,00	20	0,86	100,00	---	---	1,00	100,00
Pupa	2,90	100,00	20	4,14	100,00	6,08*	100,00	3,1	100,00
Larva-adulto	11,54	58,82	20	14,43	70,00	15,12	---	11,30	98,70

Referência 1: Veloso *et al.*, 1995 (*Dactynotus* sp.). Referência 2: Oliveira *et al.*, 2004 (*Cinara atlantica* Wilson, 1919). Referência 3: Santos *et al.*, 2003 (*Schizaphis graminum*). * Não há referencia à fase de pré-pupa.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALBAMA-AGUILERA, C.; LLANDERAL-CÁZERES, C.; SOTO-HERNÁNDEZ, M.; CASTILLO-MÁRQUEZ, L. E. Producción de grana-cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) em plantas de el Nopal a la intemperie y en microtúneles. **Agrociencia,** México, n.39:161-171, 2005.

ALBERGARIA, N. M. M. S.; CIVIDANTES, F. J. Exigências Térmicas de *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology,** Piracicaba, 31, n.3:359-363, jul./set., 2002.

ALBUQUERQUE, F. A. de; MORAES, G. J. de. Perspectivas para a Criação Massal de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology,** Piracicaba, 37, n.3:328-333, mai./jun., 2008.

ALBUQUERQUE, G. S. Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). *In:* PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Bioecologia de nutrição de insetos:** base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

ALBUQUERQUE, S. G. de. **Cultivo da palma forrageira no sertão do São Francisco.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido (CPATSA), 2000. Comunicado Técnico, n.91.

ALBUQUERQUE, S. G. de; SANTOS, D. C. Palma-forrageira. *In:* KIILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. (ed.). **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semi-árido brasileiro.** Brasília: Embrapa Informação Técnica, 2005.

ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S. Coleópteros predadores (Coccinellidae). *In*: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Bioecologia de nutrição de insetos:** base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

ALMEIDA, R. de. Primeiro registro de predatismo de *Pentila egena* Mulsant, 1850 (Coleoptera, Coccinellidae), sobre a cochonilha da palma forrageira, no Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil,** Jaboticabal, 15, n.1:169-170, 1986.

ALVES, S. B.; LOPES, R. B. **Controle microbiano de pragas na América Latina:** avanços e desafios. Piracicaba: FEALQ, 2008.

ARAUJO-SIQUEIRA, M.; ALMEIDA, L. M. de. Estudos das espécies brasileiras de *Cycloneda* Crotch (Coleoptera, Coccinellidae). **Revista Brasileira de Zoologia,** Curitiba, 23, n.2: 550-568, jun., 2006.

ARRUDA, G. P. de. **Contribuição para o estudo das cochonilhas (Homoptera: Coccoidea) do estado de Pernambuco e seus inimigos naturais.** Recife: UFRPE, 1972. Tese apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas da UFRPE.

ARRUDA, G. P. de **Aspectos etológicos da cochonilha da "palma forrageira" *Diaspis echinocacti* (Bouché, 1833) (Homoptera, Diaspididae).** Recife: UFRPE, 1983. Tese apresentada ao Departamento de Biologia da UFRPE.

ARRUDA FILHO, G. P. de; ARRUDA, G. P. de. Manejo integrado da cochonilha *Diaspis echinocacti* praga da palma forrageira em Brasil. **Manejo Integrado de Plagas e Agroecologia,** Turrialba, Costa Rica, n.64:1-6, 2002. (Acessado em 15/08/2010, as 15:36). Disponível em: http://web.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rev64/ht-a.htm

AUAD, A. M. Aspectos biológicos dos estágios imaturos de *Pseudodorus clavatus* (Fabricius) (Diptera: Syrphidae) alimentados com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology,** Piracicaba, 32, n.3:475-480, 2003.

AUAD, A. M.; CARVALHO, S. F.; SOUZA, B.; BARBOSA, L. R. Duração e viabilidade de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos e lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 2, n.1:106-111, 2003.

BATISTA, G. C. de. Seletividade de inseticidas e manejo integrado de pragas. *In*: CROCOMO, W. B. (org.) **Manejo integrado de pragas.** São Paulo: CETESB, 1990.

BELLINI, M. R.; MORAES, G. J. de; FERES, R. J. F. Plantas de ocorrência espontânea como substratos alternativos para fitoseídeos (Acari, Phytoseiidae) em cultivos de seringueira *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Zoologia,** Curitiba, 22, n.1:35-42, mar., 2005.

BERTI FILHO, E. O controle biológico dos insetos praga. *In*: CROCOMO, W. B. (org.) **Manejo integrado de pragas.** São Paulo: CETESB, 1990.

BERTI FILHO, E.; CIOCIOLA. A. I. Parasitóides ou predadores? Vantagens e desvantagens. *In:* PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002.

BICHO, C. de L.; ALMEIDA, L. M. de; RIBEIRO, P. B.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Flutuação populacional e circanual de coleópteros em granjas avícolas, em Pelotas, RS, Brasil. **Iheringia, Série Zoológica**, Porto Alegre, 95, n.2:205-212, jun., 2005.

BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. **Aphids on the world´s crops:** an identification and information guide. [S.I.]: Wiley, 1984.

BOTELHO, P. S. M., MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002.

BUENO, V. H. P. Desenvolvimento e multiplicação de percevejos predadores do gênero *Orius* Wolff. *In:* BUENO, V. H. P. (ed.). **Controle biológico de pragas:** produção massal e controle de qualidade. Lavras: UFLA, 2000.

BUENO, V. H. P.; ZANUNCIO, J. C. Percevejos predadores (Heteroptera). *In:* PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Bioecologia de nutrição de insetos:** base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

BUTIGNOL, C. A. Observações sobre a bionomia da vespa predadora *Polistes versicolor* (Oliver, 1971) (Hymenoptera: Vespidae) em Florianópolis/SC. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil,** Londrina, 21, n.2:113-123, 1992.

BRANDÃO, C. R. F.; SILVA, R. R.; DELABIE, J. H. C. Formigas (Hymenoptera). *In:* PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Bioecologia de nutrição de insetos:** base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

BRASIL, 2005a. Ministério da Integração Nacional. **Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro (Cartilha).** Disponível em: www.mi.gov.br (Acessado em 30/10/2010, as 20:34).

BRASIL, 2005b. Portaria interministerial n°1, de 9 de março de 2005. Atualiza os critérios que delimitam a região Semi-Árida do Nordeste. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 de março de 2005. Disponível em: www.mi.gov.br (Acessado em 30/10/2010, as 20:34).

BRITO, E. S.; MENEZES, M. E. L. de; ERLO, R.; MOTTA, E.; GAVA, C. A. T.; SAMUELS, R. I. Avaliação do desempenho de fungos entomopatogênicos sobre fêmeas de *Dactylopius* opuntiae (Hemiptera: Dactylopiidae) em condições de laboratório. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22, 2008, Uberlândia. **Ciência, tecnologia e inovação: anais.** Viçosa, MG: UFV, 2008.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. *In*: BUENO, V. H. P. (ed.). C**ontrole biológico de pragas:** produção massal e controle de qualidade. Lavras: UFLA, 2000.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Potencial de insetos predadores no controle biológico aplicado. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002.

CARVALHO, R. A. **Controle alternativo da cochonilha do carmim na palma forrageira.** João Pessoa: SEDE, 2005.

CARVALHO, R. A. **Cochonilha-do-carmim, a praga do fim do mundo**: um cordel sobre a saga da cochonilha-do-carmim no semi-árido nordestino. João Pessoa, PB, 2007.

CASTRO, R. M. de **Biologia e exigências térmicas do predador *Zagreus bimaculosus* (Mulsant) (Coleptera: Coccinellidae) em diferentes presas.** Recife: UFRPE, 2009. Projeto de pesquisa de dissertação de mestrado da Pós-Graduação em Entomologia da UFRPE (não publicado).

CHAGAS, M. C. M.; PARRA, J. R. P.; MILANO, P.; NASCIMENTO, A. M.; PARRA, A. L. G. C.; YAMAMOTO, P. T. *Ageniaspis citricola*: criação e estabelecimento no Brasil. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002.

CIVIDANTES, F. J. Exigências térmicas de *Brevicoryne brassicae* e previsão de picos populacionais. **Pesquisa agropecuária brasileira,** Brasília, 38, n.5:561-566, mai., 2003.

CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P. Criação *in vitro* de parasitóides e predadores. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002.

CORRÊA, G. H. **Estudo de seis gêneros Neotropicais de Chilocorini e revisão de *Harpasus* Mulsant, 1850 (Coleoptera, Coccinellidae, Chilocorinae).** Curitiba: UFPR, 2008. Dissertação de mestrado. Pós-Graduação em Ciências Biológicas.

CROCOMO, W. B. O que é manejo de pragas. *In*: CROCOMO, W. B. (org.) **Manejo integrado de pragas.** São Paulo: CETESB, 1990.

CRUZ, I. Controle biológico em manejo integrado de pragas. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002.

DEBACH, P. El alcance del control biologico. *In:* DEBACH, P. **Control biologico de las plagas de insectos y malas hierbas.** México: Cia Editorial Continental, 1981.

DE LOTTO, G. On the status and identity of the cochineal insects (Homoptera: Coccoidea: Dactylopiidae). **J. Ent. Soc. Sth. Afr.,** [S.I.], 37, n.1:167-193, 1974.

DIODATO, L.; ITURRE, M.; PAZ, M. E. Especies de *Dactylopius* en Argentina y factores que inciden en su producción. **Revista de Ciencias Forestales (Quebracho),** Santiago del Estero, n.11:67-72, dezembro 2004.

DOMINGUES, O. **Origem e introdução da palma forrageira no nordeste.** Recife: Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais, 1963.

DORNELAS, M.; ACCIOLI, A. M. B. **Palma forrageira.** Recife: SENAR-AR/PE, 2003.

DOUTT, R. L. Caracteristicas biologicas de los adultos entomofagos. *In:* DEBACH, P. **Control biologico de las plagas de insectos y malas hierbas.** México: Cia Editorial Continental, 1981a.

DOUTT, R. L. El desarollo historico del control biologico. *In:* DEBACH, P. **Control biologico de las plagas de insectos y malas hierbas.** México: Cia Editorial Continental, 1981b.

DUQUE, J. G. **O nordeste e as lavouras xerófilas.** 4. Ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004.

FLORES-HERNÁNDEZ, A.; MURILLO-AMADOR, B.; RUEDA-PUENTE, E. O.; SALAZAR-TORRES, J. C.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, J. L.; TROYO-DIÉGUEZ, E. Reproduccíon de cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Homóptera: Dactylopiidae). **Revista Mexicana de Biodiversidad,** [S.I.], México, n.77:97-102, 2006.

FOERSTER, L .A. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitóides. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002.

FOWLER, H. G.; FORTI, L. C.; BRANDÃO, C. R. F.; DELABIE, J. H. C.; VASCONSELOS, H. L. Ecologia nutricional de formigas. *In:* PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (org.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas.** São Paulo: Manole, 1991.

FREITAS, S. de. O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002.

FREITAS, S. de. *Chrysoperla* Steinmann, 1964 (Neuroptera: Chrysopidae): descrição de uma nova espécie do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, 47, n.3: 385-387, 2003.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola.** Piracicaba: FEALQ, 2002.

GARCIA. M. A. Ecologia nutricional de parasitóides e predadores terrestres. *In:* PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (org.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas.** São Paulo: Manole, 1991.

GARCIA, F. R. M. **Zoologia agrícola:** manejo ecológico de pragas. 2. ed. Porto Alegre: Rígel, 2002.

GARZIERA, L.; LIMA, M. S. de; LOPES, F. S. C.; SILVA, L. D. da; PARANHOS, B. A. J. Eficiência de *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) na predação da cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae*). *In:* JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 3, 2008, Petrolina. **Anais.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008.

GARZIERA, L.; SILVA, L. D. da; SIQUEIRA, M. C.; TORRES, T. G.; CASTRO, R. M. de; SOARES, F. C. L.; PARANHOS, B. A. J.; GAVA, C. A. T. *Chrysoperla externa* como predador de *Dactylopius opuntiae*. *In*: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 11, 2009. Bento Gonçalves. **Tecnologia e conservação ambiental: Resumos.** Bento Gonçalves: Sociedade Entomológica do Brasil: IRGA: UNISINOS: FIOCRUZ, 2009.

GIOLO, F.; SILVA, L. D. da; PRADO, D.; SÁ, M. S. de; GAVA, C. A. T.; PARANHOS, B. A. J. Biologia da joaninha *Exochomus bimaculosus* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), predadora nativa da cochonilha-do-carmim, criada sobre hospedeiro alternativo, *Sitrotoga cerealella* (Lepidoptera: Pyralidae). *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22, 2008, Uberlândia. **Ciência, tecnologia e inovação: Anais.** Viçosa, MG: UFV, 2008.

GRAVENA, A. R.; AMORIM, L. C. de S.; GRAVENA, S.; BORTOLI, S. A. de. Criação de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) em diferentes substratos vegetais. *In:* BORTOLI, S. A. de; JÚNIOR, A. L. B.; OLIVEIRA, J. E. de M. **Agentes de controle biológico:** metodologias de criação, multiplicação e uso. Jaboticabal: FUNEP, 2006.

GRAVENA, S. Controle biológico no manejo integrado de pragas. **Pesquisa agropecuária brasileira,** Brasília, 27, s/n:281-299, abril, 1992.

GRAVENA, S. O controle biológico como atividade empresarial. *In:* PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002.

GRAVENA, S. Manejo ecológico da cochonilha-branca dos citros, com ênfase no controle biológico pela joaninha *Cryptolaemus montrouzieri*. **Laranja,** Cordeirópolis, 24, n.1:71-82, 2003.

HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P. **Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo evolutivo dos insetos.** Piracicaba: FEALQ, 1984.

KIILL, L. H. P.; CORREIA, R. C. A região semi-árida brasileira. *In:* KIILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. (ed.). **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semi-árido brasileiro.** Brasília: Embrapa Informação Técnica, 2005.

LARA, R. I. R.; PERIOTO, N. W. Bioecologia de Hemerobiídeos (Neuroptera, Hemerobiidae). **Arquivos do instituto biológico,** São Paulo, 70, n.4:517-523, out./dez., 2003.

LARA, R. I. R. **Hemerobiidae (Neuroptera) em *Coffea arábica* L. (Rubiaceae): diversidade, sazonalidade e associação com presas.** Jaboticabal: UNESP, 2007. Tese de doutorado. Pós-Graduação em Entomologia.

LARA, R. I. R.; FREITAS, S. de; PERIOTO, N. W.; PAZ, C. C. de. Amostragem, diversidade e sazonalidade de Hemerobiidae (Neuroptera) em *Coffea arábica* L. cv. Obatã (Rubiaceae). **Revista Brasileira de Entomologia,** Curitiba, 52, n.1: 117-123, mar., 2008.

LEWINSOHN, T. M.; VASCONCELLOS-NETO, J. Como insetos sabotam defesas de plantas: o caso do látex. **Oecologia Brasiliensis,** Rio de Janeiro, 8, n.1:281-298, 2000.

LIMA, I. M. M.; GAMA, N. S. Registro de plantas hospedeiras (Cactaceae) e nova forma de nova forma de disseminação de *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemiptera: Diaspididae), Cochonilha-da-Palma-Forrrageira, nos estados de Pernambuco e Alagoas. **Neotropical Entomology,** Piracicaba, 30, n.3:479-481, set., 2001.

LIMA, I. M. M. Registro da ocorrência de *Cybocephalus* sp. (Coleoptera: Nitidulidae) predando espécies-praga de Diaspididae (Hemiptera), no estado de Alagoas. **Neotropical Entomology,** Piracicaba, 31, n.1: 157-159, jan./mar., 2002.

LONGO, S.; RAPISARDA, C. Pragas da palma forrageira. *In:* BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (ed.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira.** SEBRAE/PB, 2001.

LOPES, E. B. **Recomendações técnicas de controle da cochonilha farinhosa das palmas forrageiras, para as microrregiões do Cariri e Curimataú paraibanos.** Estado da Paraíba: EMEPA, 1993.

LOPES, E. B. **Cochonilha-do-carmim (*Dactylopius coccus,* COSTA):** uma nova praga no Cariri Paraibano. Lagoa Seca: EMEPA, 2001. Relatório Técnico-Fitossanitário.

LOPES, E. B.; BRITO, C. H. de; ALBUQUERQUE, I. C. de; BATISTA, J. de L; SILVA, A. B. da. Reação da palma gigante (*Opuntia ficus-indica*) à infestação de *Dactylopius ceylonicus* na Paraíba. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22, 2008, Uberlândia. **Ciência, tecnologia e inovação: Anais.** Viçosa, MG: UFV, 2008.

LOPES, E. B.; ALBUQUERQUE, I. C. de; BRITO, C. H. de; BATISTA, J. de L. Velocidade de infestação e dispersão de *Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1896 em palma gigante na Paraíba. **Engenharia Ambiental,** Espírito Santo do Pinhal, 6, n.1:196-205, jan./abr., 2009.

MAIA, W. J. M. e S.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; CRUZ, I.; MAIA, T. J. A. F. Capacidade predatória e aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae). **Ciência agrotecnica,** Lavras, 28, n.6:1259-1268, nov./dez., 2004.

MARINONI, L.; MORALES, M. N.; SPALER, I. Chave de identificação ilustrada para os gêneros de Syrphinae (Diptera, Syrphidae) de ocorrência no sul do Brasil. **Biota Neotropica,** Campinas, 7, n.1:143-158, jan./abr., 2007.

MARQUES, A. V. M. de S.; COSTA, R. G.; SILVA, A. M. de A.; PEREIRA FILHO, J. M.; MADRUGA, M. S.; LIRA FILHO, G. E. Rendimento, composição tecidual e musculosidade da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis de feno de flor-de-seda na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, 34, n.3:610-617, 2007.

MASCARIN, G. M.; SPOLIDORO, M. V.; KUSS, R. C. R.; ALVES, R. M.; BOMFIM, Z. V. **Métodos para se estudar resposta de um semioquímico: uso do olfatômetro.** Piracicaba: ESALQ, 2007. Relatório de experimento para a disciplina Métodos Comportamentais em Ecologia Química (LEF 5825).

MELO, I. S. de; AZEVEDO, J. L. de. **Controle biológico.** v.3, Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente, 1999.

MELO, M. M.; VAZ, F. A.; GONÇALVES, L. C.; SATURNINO, H. M. Estudo fitoquímico da *Calotropis procera* Ait., sua utilização na alimentação de caprinos: efeitos clínicos e bioquímicos séricos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal,** Salvador, 2, n.1: 15-20, 2001.

MONTEIRO, L. B. Criação de ácaros fitófagos e predadores: um caso de produção de *Neoseiulus californicus* por produtores de maça. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002.

MORAES, G. J de. Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002.

MORALES, M. N.; KÖHLER, A. Espécies de Syrphidae (Diptera) visitantes das flores de *Eryngium horridum* (Apiaceae) no Vale do Rio Pardo, RS, Brasil. **Iheringia, Série Zoológica,** Porto Alegre, 96, n.1:41-45, mar., 2006.

MORALES, M. N.; KÖHLER, A. Comunidade de Syrphidae (Diptera): diversidade e preferências florais no Cinturão Verde (Santa Cruz do Sul, RS, Brasil). **Revista Brasileira de Entomologia,** Curitiba, 52, n.1:41-49, mar., 2008.

NOBEL, P. S. Biologia ambiental. *In:* BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (ed.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira.** SEBRAE/PB, 2001.

OLIVEIRA, M. R. V. de; SANTOS, E. A. dos. **Biologia de *Allograpta exotica* (Wiedemann), *Toxomerus lacrymosus* (Bigot) (Diptera: Syrphidae) e de *Nephaspys hydra* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae), predadores de ovos e ninfas de mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidade).** Brasília: Embrapa (CENARGEN), 2005.

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

OLIVEIRA, S. A. de. **Bioecologia de *Sipha flava* (Forbes, 1884) (Hemiptera: Aphididae) e do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em forrageiras.** Lavras: UFV, 2009. Tese de doutorado. Pós-Graduação em Entomologia.

PARRA, J. R. P. Biologia comparada de *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) visando ao seu zoneamento ecológico no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Entomologia.** São Paulo, 29, n.1:45-73, jun., 1985.

PARRA, J. R. P. O controle biológico e o manejo integrado de pragas: passado, presente e futuro. *In:* GUEDES, J. C.; COSTA, I. D. da; CASTAGLIONI, E. (org.). **Bases e técnicas do manejo de insetos.** Santa Maria: Editora UFSM, 2000.

PARRA, J. R. P. Criação massal de inimigos naturais. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002a.

PARRA, J. R. P. Comercialização de inimigos naturais no Brasil: uma área emergente. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002b.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. Controle biológico: terminologia. *In:* PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002a.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. O futuro do controle biológico. *In:* PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002b.

PEREIRA, A. C. R. L.; GAVA, C. A. T. Produção de toxinas inseticidas por isolados de *Fusarium spp.* patogênicos a *Dactylopius opuntiae* Cockerell. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22, 2008, Uberlândia. **Ciência, tecnologia e inovação: Anais.** Viçosa, MG: UFV, 2008.

PESSOA, L. G. A.; SOUZA, B.; SILVA, M. G. Aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentadas com *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) criado em quatro cultivares de algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico.** São Paulo, 71, n.2:197-202, abr./jun., 2004.

PORTILLO, L. Origen de *Dactylopius coccus* Costa (Hemiptera: Dactylopiidae): ¿Norte o Sudamérica? **Dugesiana,** Guadalajara, 12, n.1: 1-8, jul., 2005.

PREZOTTI, L.; PARRA, J. R. P. Controle de qualidade em criações massais de parasitóides e predadores. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002.

PULZ, C. E.; WOLFF, V. R. dos S.; SILVA, A. F. C. P. da; CARVALHO, G. S. *Dactylopius* Costa, 1829 (Hemiptera, Coccoidea, Dactylopiidae) no Brasil. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21, 2006, Recife. **Entomologia: da academia à transferência de tecnologia. Resumos.** Recife, PE: UFRPE, 2006.

RIBEIRO-COSTA, C. S.; ALMEIDA, L. M. Bruchinae (Coleoptera: Chrysomelidae). *In:* PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Bioecologia de nutrição de insetos:** base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

ROCHA, L. C. D.; CARVALHO, G. A.; MOURA, A. P.; MOSCARDINI, V. F.; REZENDE, D. T.; SANTOS, O. M. Seletividade fisiológica de inseticidas utilizados em cafeeiro sobre ovos e adultos de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. **Arquivos do instituto biológico.** São Paulo, 77, n.1:119-127, jan./mar., 2010.

ROMERO-LÓPEZ, B. E. R.; FLORES-HERNÁNDEZ, A.; SANTAMARÍA-CÉSAR, E.; SALAZAR-TORRES, J. C.; RAMÍREZ-DELGADO, M.; PEDROZA-SANDOVAL, A. Identificacíon, biologia y adaptacion de la cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Homoptera: Dactylopiidae) a las condiciones ambientales de Bermejillo, Durango. **Revista Chapingo Série Zonas Aridas,** Chapingo, México, n.5:41-48, 2006.

SÁ, L. A. N. de; NARDO, E. A. B. de; TAMBASCO, F. J. Quarentena de agentes de controle biológico. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002.

SÁ, L. A. N. de; GAVA, C. A. T.; PULZ, C. E.; ALMEIDA, G. R. Busca exploratória de inimigos naturais para o controle biológico de *Dactylopius ceylonicus* (Green, 1986) (Hemiptera: Dactylopiidae) em áreas de restinga no litoral de Santa Catarina. *In*: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 11, 2009. Bento Gonçalves. **Tecnologia e conservação ambiental: Resumos.** Bento Gonçalves: Sociedade Entomológica do Brasil: IRGA: UNISINOS: FIOCRUZ, 2009.

SANCHES, N. F.; CARVALHO, R. da S.; SILVA, E. S.; SANTOS, I. P.; CALDAS, R. B. **Técnica de criação do predador exótico *Cryptolaemus montrouzieri* (Col.: Coccinellidae) em laboratório.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. Circular técnica 47.

SANTANA, A. F. K.; ROSELINO, A. C.; CAPPELARI, F. A.; FERNANDO S. Z. Canibalismo em insetos. *In*: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Bioecologia de nutrição de insetos:** base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

SANTANA, S. W. J. de; BARROS, R.; TORRES, J. B.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C. Exigências Térmicas da Praga do Coqueiro *Atheloca subrufella* (Hulst) (Lepidoptera: Phycitidae). **Neotropical Entomology,** Piracicaba, 39, n.2:181-186, mar./abr., 2010.

SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; ARRUDA, G. P. de; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. N. de. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco.** Recife: IPA, 2006. (IPA. Documentos, 30).

SANTOS, P. de S.; SILVA, T. da; SILVA, M. A. Q. da; MENEZES, M. E. L.; MONTEIRO, A. C.; GAVA, C. A. T. Seleção de fotoprotetores para *Beauveria bassiana* a ser aplicada no controle de *Dactylopius opuntiae*. *In*: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 11, 2009. Bento Gonçalves. **Tecnologia e conservação ambiental: Resumos.** Bento Gonçalves: Sociedade Entomológica do Brasil: IRGA: UNISINOS: FIOCRUZ, 2009.

SANTOS, T. M. dos; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MAEDA, L. T. Efeito de tricomas do algodoeiro (*Gossypium sp*.) sobre a biologia e a capacidade predatória de *Chrysoperla externa* alimentada com ovos de *Alabama argillacea*. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fribrosas,** Campina Grande, 6, n.2:537-544, mai./ago., 2002.

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

SCHEINVAR, L. Taxonomia das Opuntias utilizadas. *In:* BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (ed.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira.** SEBRAE/PB, 2001.

SILVA, A. G. A.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura / Serviço de Defesa Sanitária Vegetal, 1968.

SILVA, C. C. A. da; BARBOSA, S. M. de L. **Ciclo biológico de *Fagreus bimaculosus* (Muls) (Coleoptera, Coccinellidae), um predador da cochonilha da palma forrageira *Diaspis echinocacti* (Bouché, 1833).** Maceió: EPEAL, 1984. Boletim de pesquisa 2.

SILVA, D. M. P. da; CAVALCANTI, V. A. L. B.; FERREIRA, W. M.; SANTOS, J. M. dos; PEREIRA, V. L. A.; COSTA, A. F. da; ARRUDA, G. P. de. Inimigos naturais da cochonilha do carmim *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera, Dactylopiidae) encontrados em Pernambuco. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21, 2006, Recife. **Entomologia: da academia à transferência de tecnologia. Resumos.** Recife, PE: UFRPE, 2006b.

SILVA, L. D. da; CASTRO, R. M. de; LIMA, M. S. de; SIQUEIRA, M. C.; SOARES, F. C. L.; GARZIERA, L.; PARANHOS, B. A. J.; SANCHES, N. F. Predação de ninfas de *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidade) por adultos de *Crytolaemus montrouzieri* (Coleptera: Coccinellidae). *In*: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 11, 2009. Bento Gonçalves. **Tecnologia e conservação ambiental: Resumos.** Bento Gonçalves: Sociedade Entomológica do Brasil: IRGA: UNISINOS: FIOCRUZ, 2009.

SILVA, L. D. da; LIMA, M. S. de; SOARES, F. C. L.; GARZIERA, L.; PARANHOS, B. A. J.; SANCHES, N. F. Período e viabilidade larva-adulto de *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) sobre *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidade). *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22, 2008, Uberlândia. **Ciência, tecnologia e inovação: anais.** Viçosa, MG: UFV, 2008b.

SILVA, M. A. Q. da; SANTOS, P. de S.; GAVA, C. A. T. Isolamento de fungos patogênicos a *Dactylopius opuntiae*, nativos de solos do semi-árido de Pernambuco e Paraíba. *In:* JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 3, 2008, Petrolina. **Anais.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008a.

SILVA, R. A.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, C. F.; REIS, P. R.; SOUZA, B.; PEREIRA, A. M. A. R. Ação de produtos fitossanitários utilizados em cafeeiros sobre pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, 36, n.1:8-14, jan./fev., 2006a.

SILVA, R. V. da. **Família Asilidae.** Ecologia e Bionomia: o estado da arte. Curitiba: UFPR, 2005. Trabalho digital desenvolvido para a disciplina de Sistemática e Bionomia de Diptera, do Curso de Pós Graduação em Entomologia. Disponível em: http://zoo.bio.ufpr.br/diptera/bz730/asilidae.pps (Acessado em 11/10/2010 as 14:35).

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos.** Piracicaba: CERES, 1976.

SOARES, J. J.; MACÊDO, L. P. de M. **Criação de *Chrysoperla externa* para controle biológico de pragas do algodoeiro.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2000. Circular técnica 36.

STADNIK, J. M.; MONDINO, P.; BUTIGNOL, C. A. Bases e conceituais da proteção do cultivo de macieira. *In:* STADNIK, J. M. (ed.). **Manejo integrado de doenças da macieira.** Florianópolis: CCA, UFSC, 2009.

SUASSUNA, J. Semi-Árido: proposta de convivência com a seca. **NESA/FUNDAJ**, *online*, 2010. Disponível em: www.fundaj.gov.br (Acessado em 30/10/2010, as 21:20).

THOMAZINI, M. J.; BERTI FILHO, E. Ciclo biológico, exigências térmicas e parasitismo de *Muscidifurax uniraptor* em pupa de mosca doméstica. **Scientia Agricola,** Piracicaba, 58, n.3:469-473, jul./set., 2001.

van LENTEREN, J. C. Controle de qualidade de agentes de controle biológico produzidos massalmente: conhecimento, desenvolvimento e diretrizes. *In*: BUENO, V. H. P. (ed.). **Controle biológico de pragas:** produção massal e controle de qualidade. Lavras: UFLA, 2000.

VANEGAS-RICO, J. M. **Dinámica poblacional de *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) y sus enemigos naturales en Tlalnepantla, Morelos.** Montecillo, Texcoco, 2009. Dissertação apresentada ao Colegio de Postgraduados, campus de Montecillo, México.

VANEGAS-RICO, J. M.; LOMELI-FLORES, J. R.; RODRÍGUEZ-LEYVA, E.; MORA-AGUILERA, G.; VALDEZ, J. M. Enemigos naturales de *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) en *Opuntia ficus*-indica (L.) Miller en el centro de México. **Acta Zoologica Mexicana,** México*,* 26, n.2:415-433, 2010.

VEIGA, A. F. S. L.; ARRUDA, G. P.; MENEZES, C.; WARUMBY, J. F. Primeira contribuição para o conhecimento dos inimigos naturais das pragas no estado de Pernambuco. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil,** Jaboticabal, 4, n.1:126-139, 1975.

VELOSO, V. da R. S.; NAVES, R. V.; NASCIMENTO, J. L. do; FERNANDES, P. M.; GARCIA, A. H. Aspectos biológicos de *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera, Coccinellidae). **Anais da Escola de Agronomia e Veterinária,** [S.l.], 25, n.2:123-127, 1995.

VENDRAMIM, J. D. O controle biológico e a resistência de plantas. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002.

VENZON, M.; LEMOS, F.; SARMENTO, R. A.; ROSADO, M. C.; PALLINI, A. Predação por Coccinelídeos e Crisopídeo influenciada pela teia de *Tetranychus evansi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, 44, n.9: 1086-1091, set., 2009.

VILELA, E. F.; PALLINI, A. Uso dos semioquímicos no controle biológico de pragas. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002.

YAMAMOTO, P. T.; GRAVENA, S. Influência de temperatura e fontes de alimento no desenvolvimento e oviposição de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil,** Jaboticabal, 25, n.1:109-115, 1996.

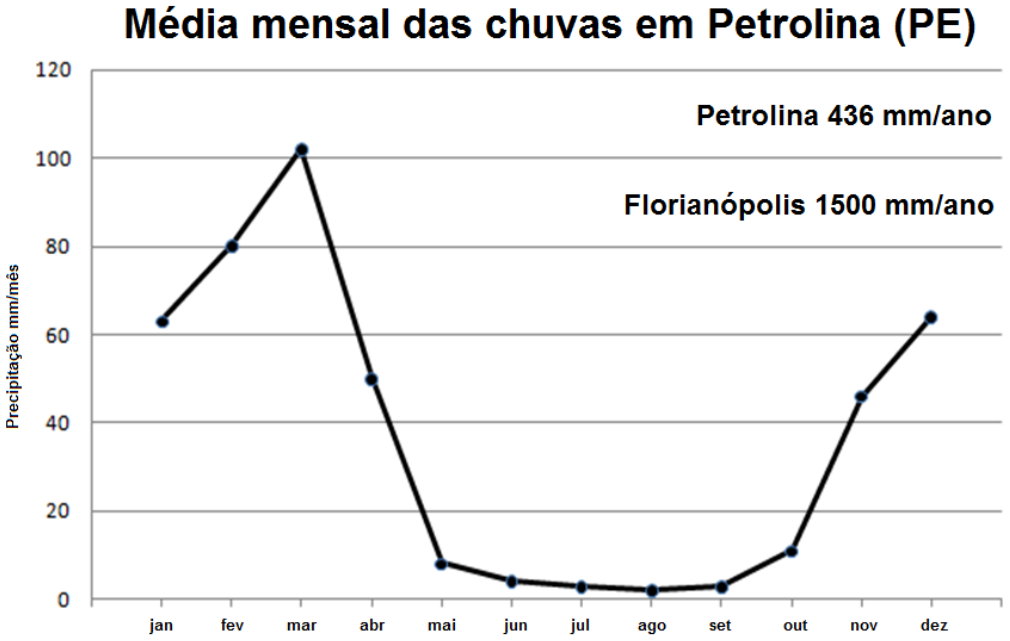
ZANUNCIO, J. C.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, T. V. Uma década de estudos com percevejos predadores: conquistas e desafios. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002.

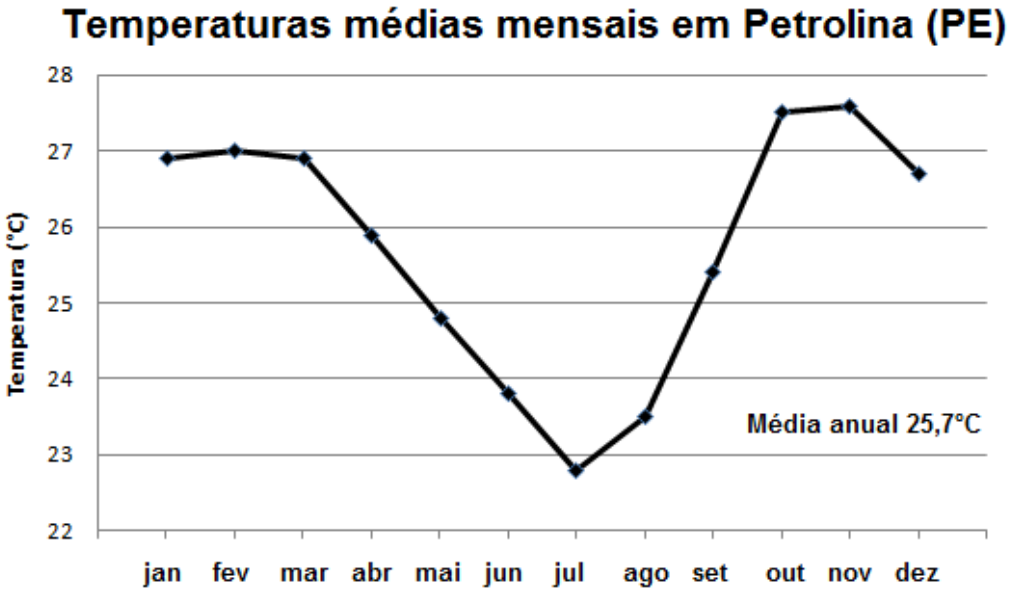
ZUCCHI, R. A.; VENDRAMIM, J. D.; BERTI FILHO, A. Importância dos insetos e manejo de pragas. *In*: FUNDAÇÃO DE ESTUDOS AGRÁRIOS LUIZ DE QUEIROZ. **Curso de entomologia agrícola aplicada à agricultura.** Piracicaba: FEALQ, 1992.

ZUCCHI, R. A. A taxonomia e o controle biológico de pragas. *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002.

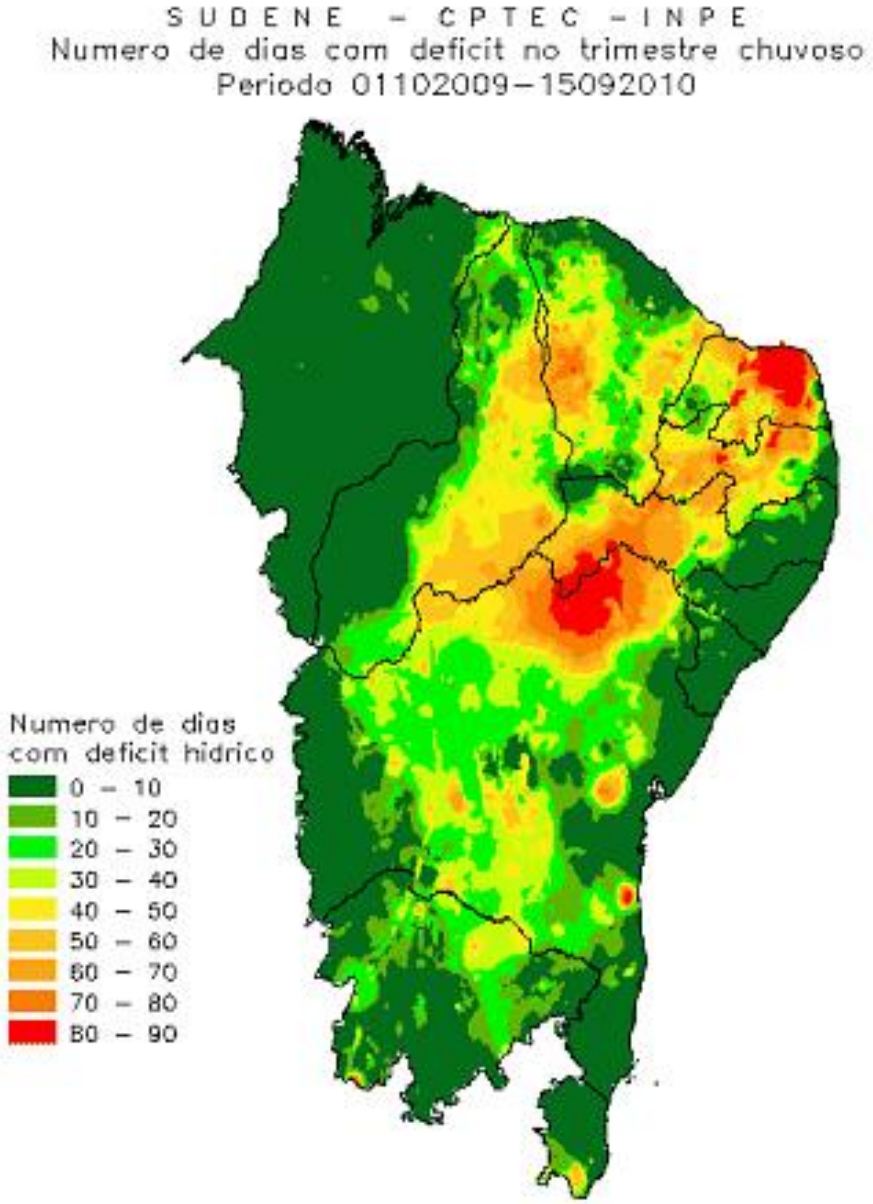
9 ANEXOS

Anexo 1. Médias mensais de precipitação e da temperatura do município de Petrolina (PE), segundo dados do ITEP/LAMEPE. Disponível em: www.itep.br/lamepe (Acessado em 31/10/2010, as 14:57).





Anexo 2. Dias com déficit hídrico no trimestre chuvoso (2009/2010) do semi-árido nordestino, segundo dados de SUDENE/CPTEC/INPE.



Anexo 3. Biologia do predador exótico *Cryptolaemus montrouzieri*. Ciclo de vida sob: 26 ± 1°C, UR 66 ± 10% e 12 horas de fotofase, sobre a cochonilha *Planococcus citri*.

Dias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32-72
Fases	**Ovo**					**Fase Larval**																**Pré-pupa**			**Pupa**							**Adulto**
Dias	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	1-40
Dias	1	2	3	4	5	1	2	3														1	2	3									
						1°			1	2	3														1	2	3	4	5	6	7	1-40
									2°			1	2	3																		
												3°			1	2	3	4	5	6	7											
															4°																	
						Instares larvais																										

Fonte: SANCHES *et al.*, 2002.

Anexo 4. Tabela I dos experimentos com *Zagreus bimaculosus* (biologia e exigências térmicas) (Embrapa, CPATSA, Petrolina – PE, 2010).

I. Título da tabela.

II. Temperatura considerada.

	Data								
Rep.	Eclosão	1ª ecdise	2ª ecdise	3ª ecdise	Pré-pupa	Pupa	Adulto	Sexo	Obs.
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									

Anexo 5. Tabela II dos experimentos com *Zagreus bimaculosus* (biologia e exigências térmicas) (Embrapa, CPATSA, Petrolina – PE, 2010).

I. Título da tabela.

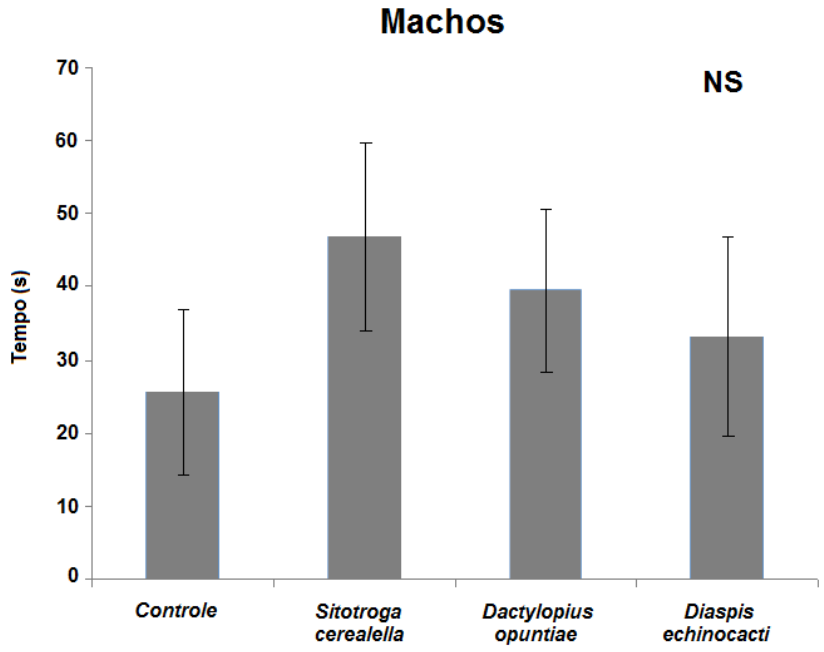
II. Temperatura considerada.

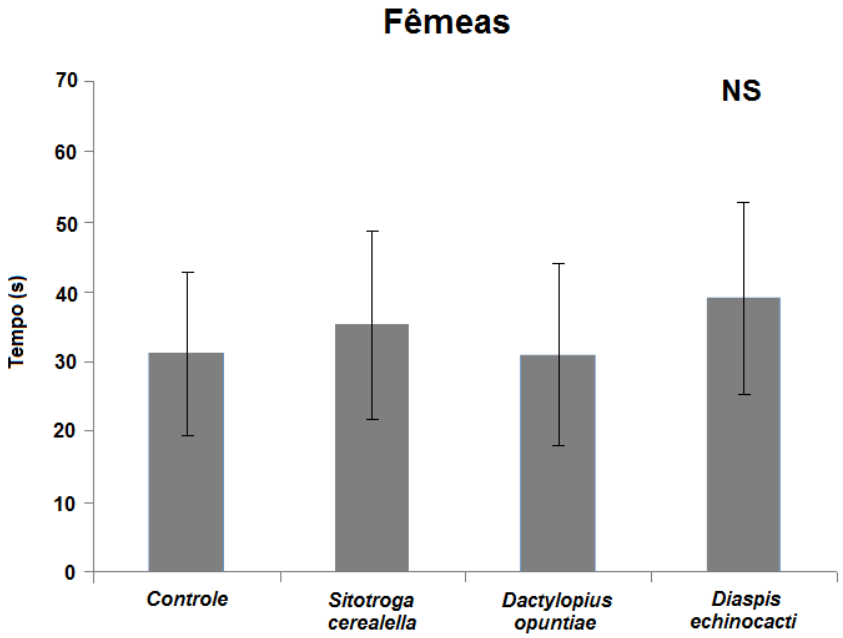
III. Casal X: ♀ _____ ♂ _____ **IV. Montagem:** ___/___/___

V. Data da morte: ♀ ___/___/___ ♂ ___/___/___

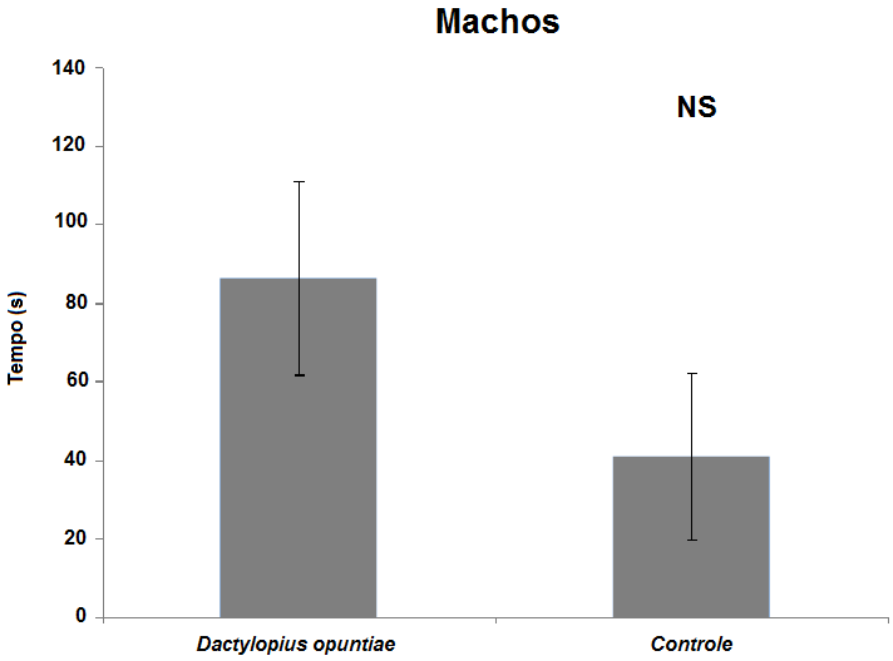
Data da postura	N° de ovos	Data da eclosão / N° de larvas eclodidas					
		Data 1	Larvas eclodidas	Data 2	Larvas eclodidas	Data 3	Larvas eclodidas

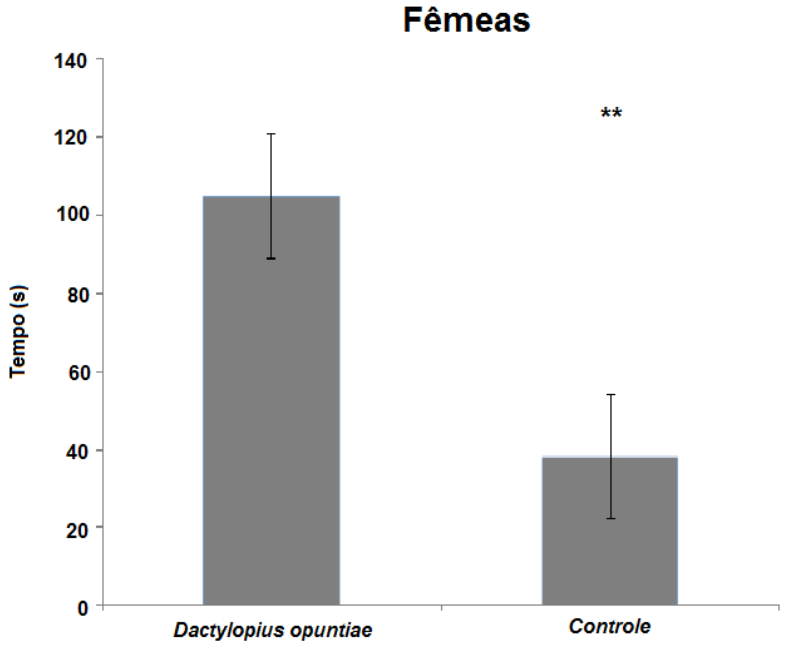
Anexo 6. Tempo de permanência em cada braço do olfatômetro, de machos e fêmeas adultos de *Zagreus bimaculosus,* expostos a diferentes fontes de odor conforme a presa, e tratamento controle sem fonte de odor. Barra representa o erro padrão. (NS) indica diferença não significativa a P<0,01.





Anexo 7. Tempo de permanência em cada braço do olfatômetro, de machos e fêmeas adultos de *Zagreus bimaculosus,* expostos a *Dactylopius opuntiae,* e tratamento controle sem fonte de odor. Barra representa o erro padrão. (NS) indica diferença não significativa e (**) indica diferença significativa a P<0,01.





Anexo 8. Tabelas de longevidade, dias de oviposição, pré-oviposição e pós-oviposição, fecundidade e fertilidade, duração do período embrionário, e número máximo e mínimo de ovos das posturas das fêmeas de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas, sobre duas cochonilhas da "palma forrageira".

Casais 18 °C	Longevidade		Oviposição	Pré-oviposição	Pós-oviposição	Ovos					
	♂	♀				Total	Eclodidos	Viabilidade	Duração	Máximo	Mínimo
1	30	119	0	---	---	---	---	---	---	---	---
4	69	75	0	---	---	---	---	---	---	---	---
5	---	56	0	---	---	---	---	---	---	---	---
6	---	70	0	---	---	---	---	---	---	---	---
7	---	105*	0	---	---	---	---	---	---	---	---
8	58*	64*	0	---	---	---	---	---	---	---	---
9	47	61*	0	---	---	---	---	---	---	---	---

* Insetos ainda vivos em 07/10/2010.

Casais 22 °C	Longevidade		Oviposição	Pré-oviposição	Pós-oviposição	Ovos					
	♂	♀				Total	Eclodidos	Viabilidade	Duração	Máximo	Mínimo
2	94	114	0	---	---	0	---	---	---	---	---
4	137*	131*	23	42	---	10	0	0,00	---	5	2
5	136*	128*	0	---	---	0	---	---	---	---	---
6	136*	128*	0	---	---	0	---	---	---	---	---
7	100	126*	13	18	---	21	5	23,81	12,00	9	6
8	80	126*	0	---	---	0	---	---	---	---	---
9	83	126*	39	45	---	19	4	21,05	11,75	6	3
10	100	104	0	---	---	0	---	---	---	---	---
11	76	125*	0	---	---	0	---	---	---	---	---
13	127*	124*	0	---	---	0	---	---	---	---	---
14	120*	165*	0	---	---	0	---	---	---	---	---
15	---	94	0	---	---	0	---	---	---	---	---
Médias	---	---	6,25	35,00	---	4,17	---	14,95	11,87	---	---

* Insetos ainda vivos em 07/10/2010.

Anexo 8. Tabelas de longevidade, dias de oviposição, pré-oviposição e pós-oviposição, fecundidade e fertilidade, duração do período embrionário, e número máximo e mínimo de ovos das posturas das fêmeas de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas, sobre duas cochonilhas da "palma forrageira" (continuação).

Casais 25 °C**	Longevidade		Oviposição	Pré-oviposição	Pós-oviposição	Ovos					
	♂	♀				Total	Eclodidos	Viabilidade	Duração	Máximo	Mínimo
1	119	121	74	32	---	149	0	0	---	---	---
2	134	134	0	---	---	0	---	---	---	---	---
3	---	131*	61	30	40	209	70	33,49	11,53	12	1
4	134	133	90	28	---	527	208	39,47	11,64	21	3
6	---	102*	19	72	11	10	3	30,00	12,67	6	1
7	121	130	23	79	---	29	20	68,96	17,05	15	1
8	133	108	55	31	---	25	13	52,00	10,00	10	1
9	131	119	97	21	---	315	112	35,56	12,40	18	1
10	47	119	59	18	---	46	3	6,52	7,67	5	1
11	123	114	52	33	---	70	23	32,86	10,26	13	1
Médias	---	---	53,00	38,22	25,50	138,00	---	33,21	11,65	---	---

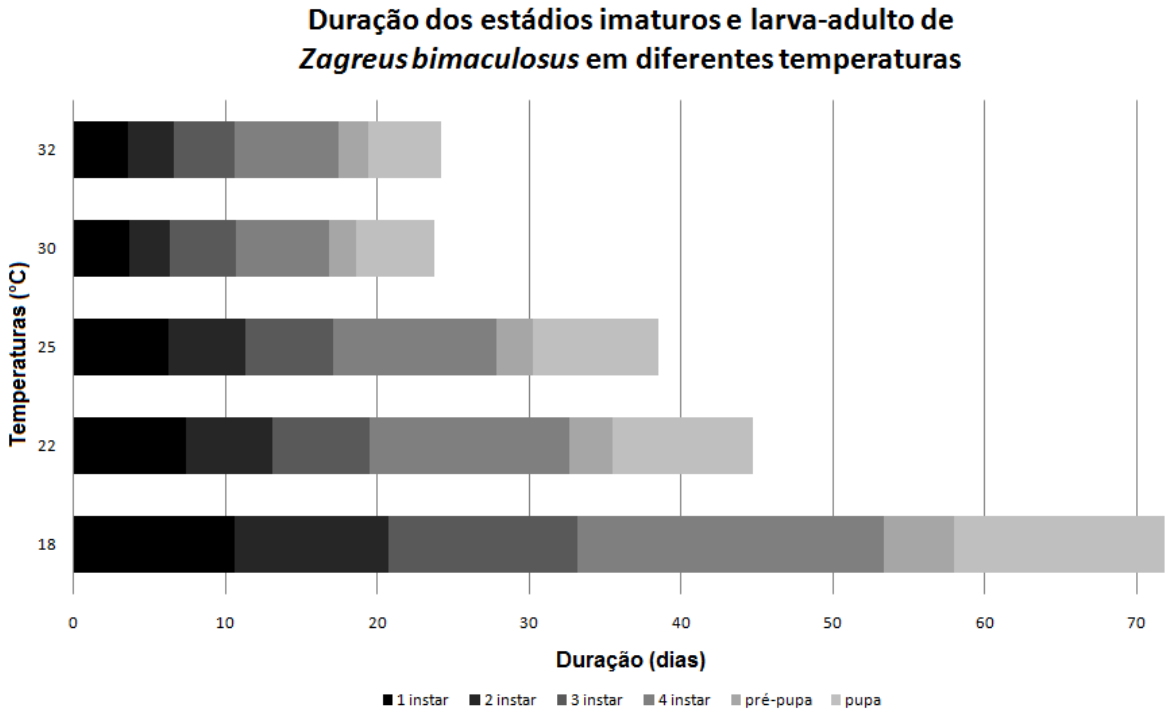
* Únicas fêmeas mortas até 07/10/2010. ** Tratamento sobre *Diaspis echinocacti*.

Casais 30 °C	Longevidade		Oviposição	Pré-oviposição	Pós-oviposição	Ovos					
	♂	♀				Total	Eclodidos	Viabilidade	Duração	Máximo	Mínimo
1	---	116	98	18	0	249	159	64	6,34	21	2
3	98	133	67	17	49	271	242	89	5,58	32	2
4	---	101	85	15	1	131	89	68	6,26	11	1
5	45	95	66	15	14	89	58	65	5,98	8	1
6	---	---	99	7	---	189	157	83	5,57	17	1
7	111	102	41	48	13	74	62	84	5,64	9	1
8	---	93	66	11	16	228	192	84	5,73	11	1
9	---	97	78	14	5	194	130	67	6,04	11	1
10	---	111	85	11	15	279	135	48	6,20	18	2
11	---	36	0	---	---	---	---	---	---	---	---
Médias	---	98,22	68,50	17,33	14,13	189,33	---	72,44	5,93	---	---

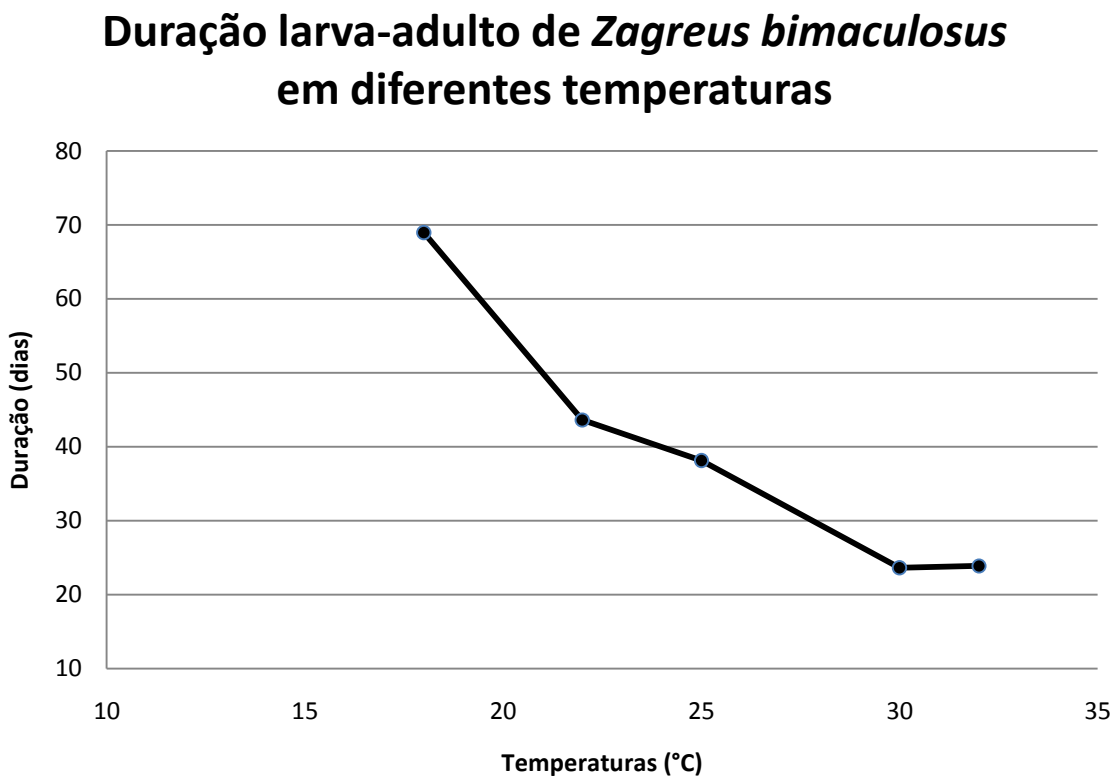
Anexo 8. Tabelas de longevidade, dias de oviposição, pré-oviposição e pós-oviposição, fecundidade e fertilidade, duração do período embrionário, e número máximo e mínimo de ovos das posturas das fêmeas de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas, sobre duas cochonilhas da "palma forrageira" (continuação).

Casais 32 °C	Longevidade		Oviposição	Pré-oviposição	Pós-oviposição	Ovos					
	♂	♀				Total	Eclodidos	Viabilidade	Duração	Máximo	Mínimo
1	156	143	85	24	34	52	14	27	7,00	14	1
2	---	104	43	56	5	87	62	71	6,76	12	2
4	88	106	26	56	24	39	32	82	7,34	7	1
5	---	101	31	50	20	50	32	64	6,28	7	1
6	---	39	17	10	12	42	28	67	6,00	8	2
7	---	129	70	47	12	90	59	65,55	6,39	12	2
8	93	100	82	12	6	113	---	---	---	11	2
9	---	130	64	53	13	111	74	66,67	6,95	14	2
11	---	94	28	40	26	6	4	66,67	6,25	5	1
13	89	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Médias	---	105,11	49,56	38,67	16,89	65,56	---	63,74	6,62	---	---

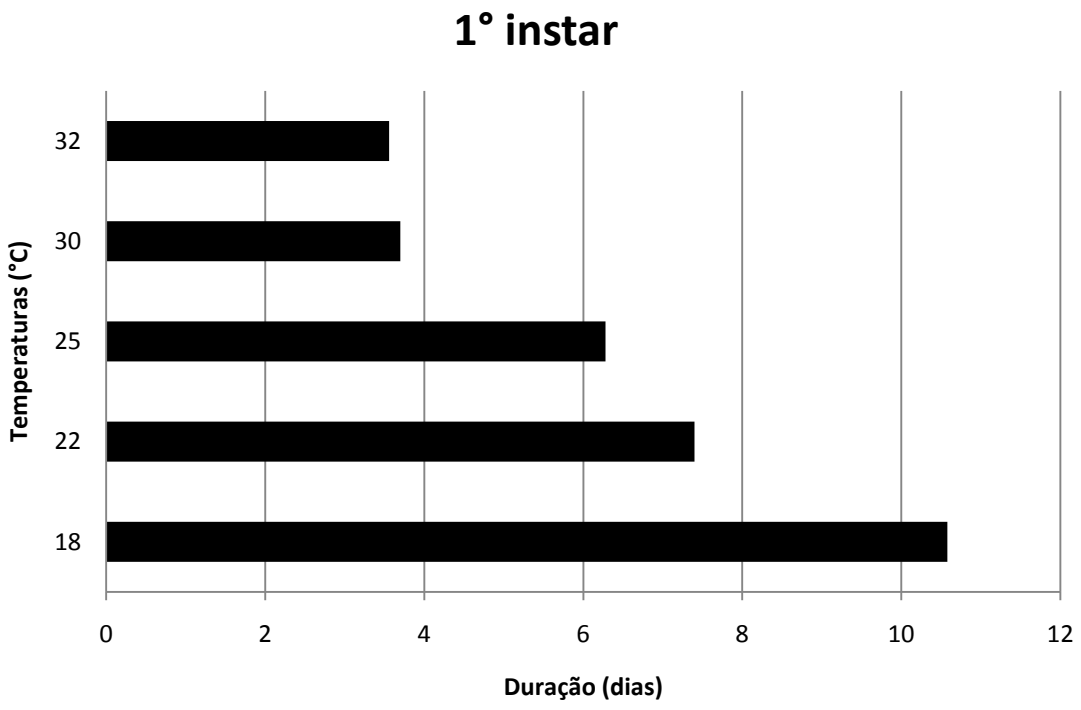
Anexo 9. Duração dos estádios imaturos e larva-adulto de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas, sobre *Dactylopius opuntiae*.

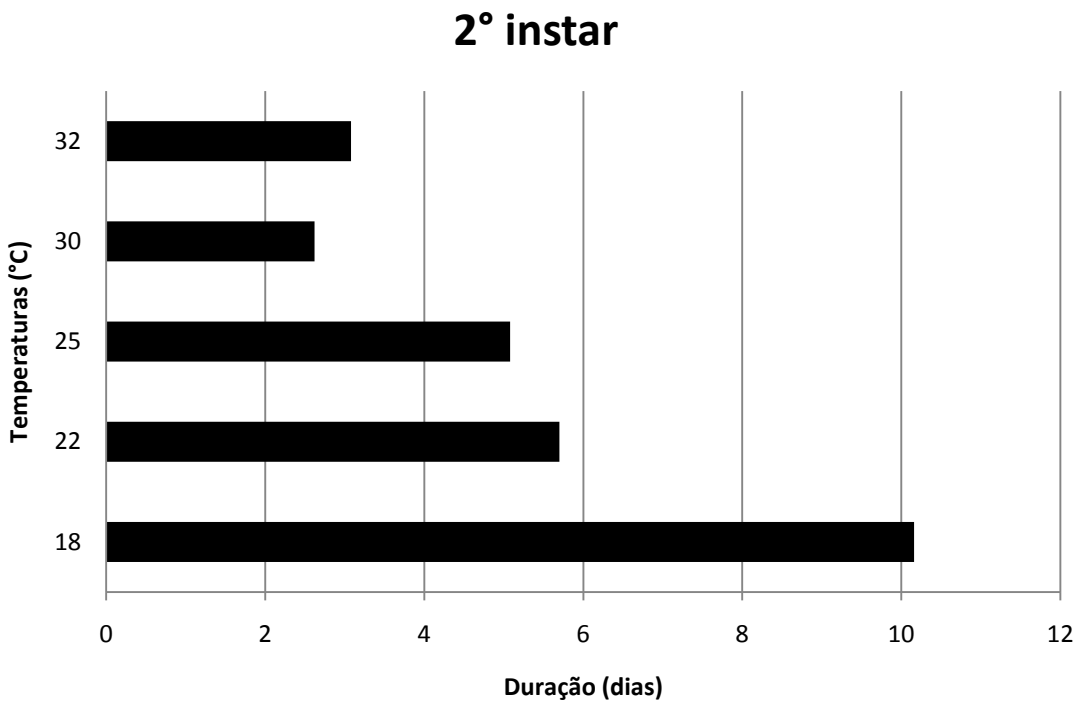


* No gráfico o resultado da soma das médias dos estádios imaturos, apresenta total um pouco maior do que a média larva-adulto observada.

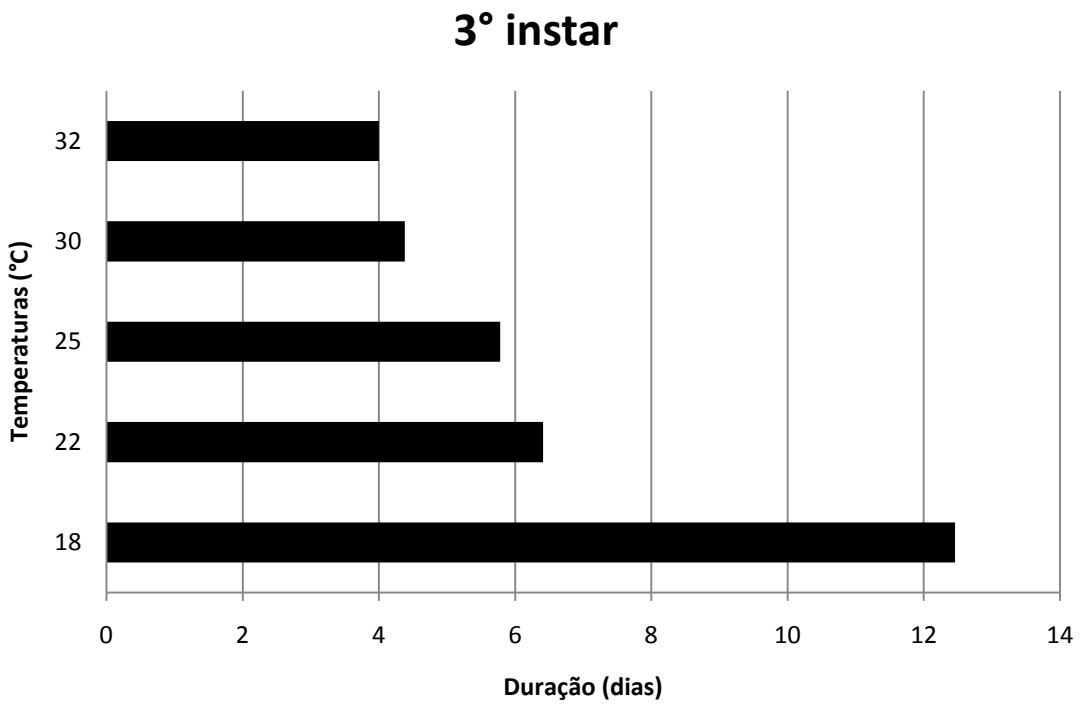


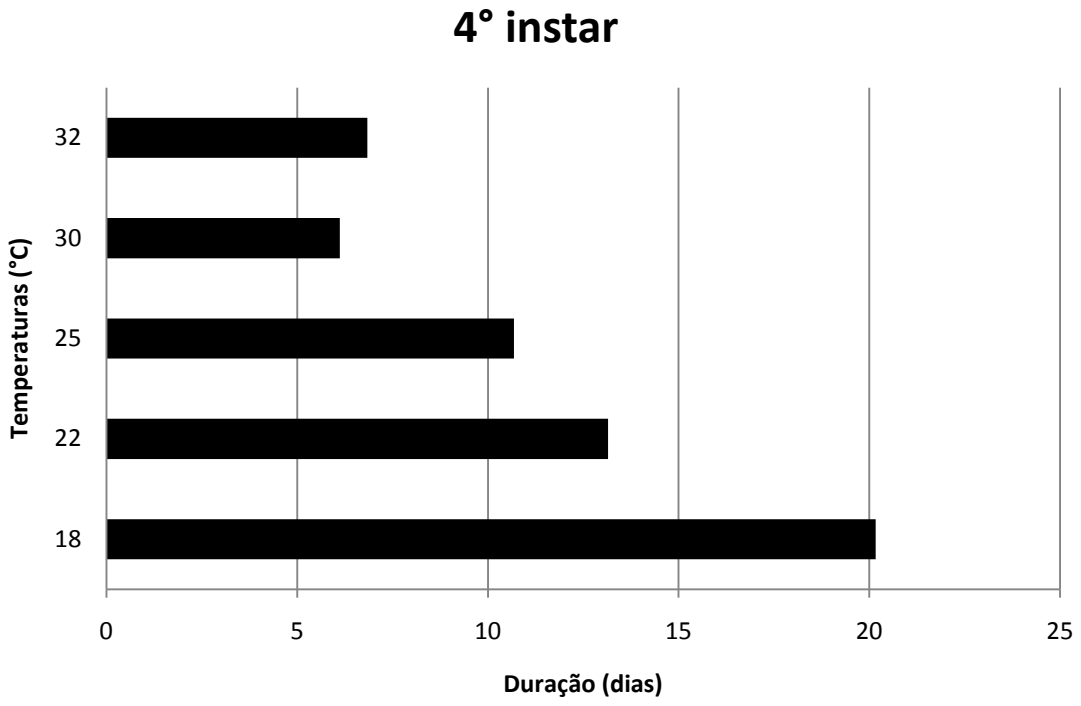
Anexo 10. Duração dos estádios imaturos de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas, sobre *Dactylopius opuntiae*.



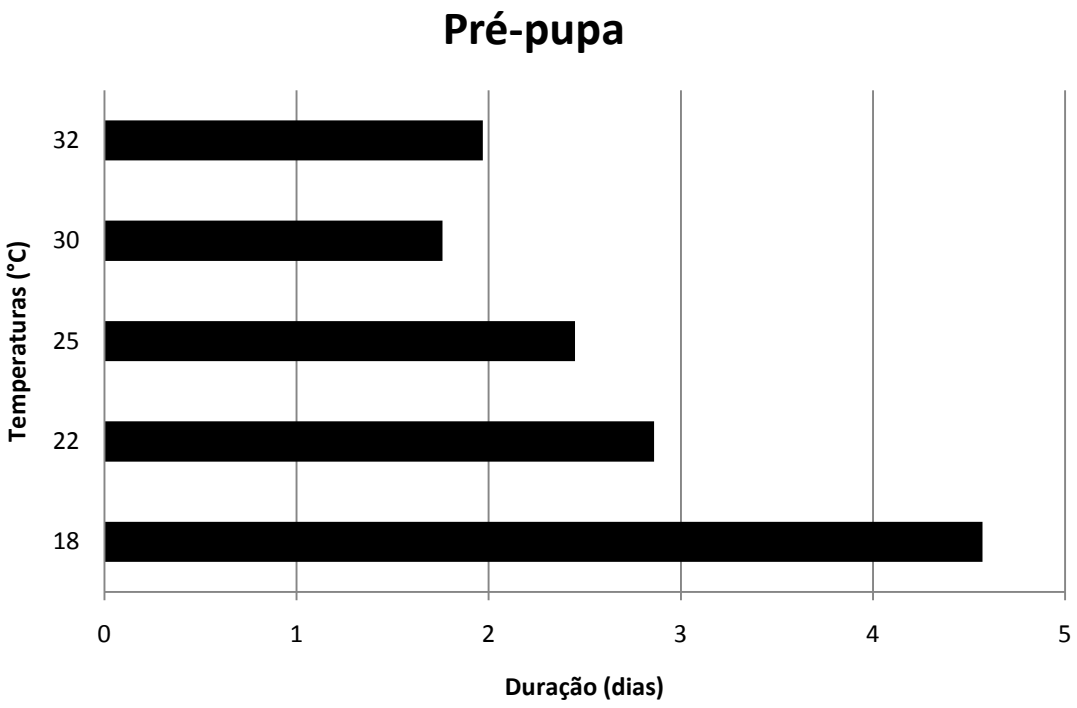


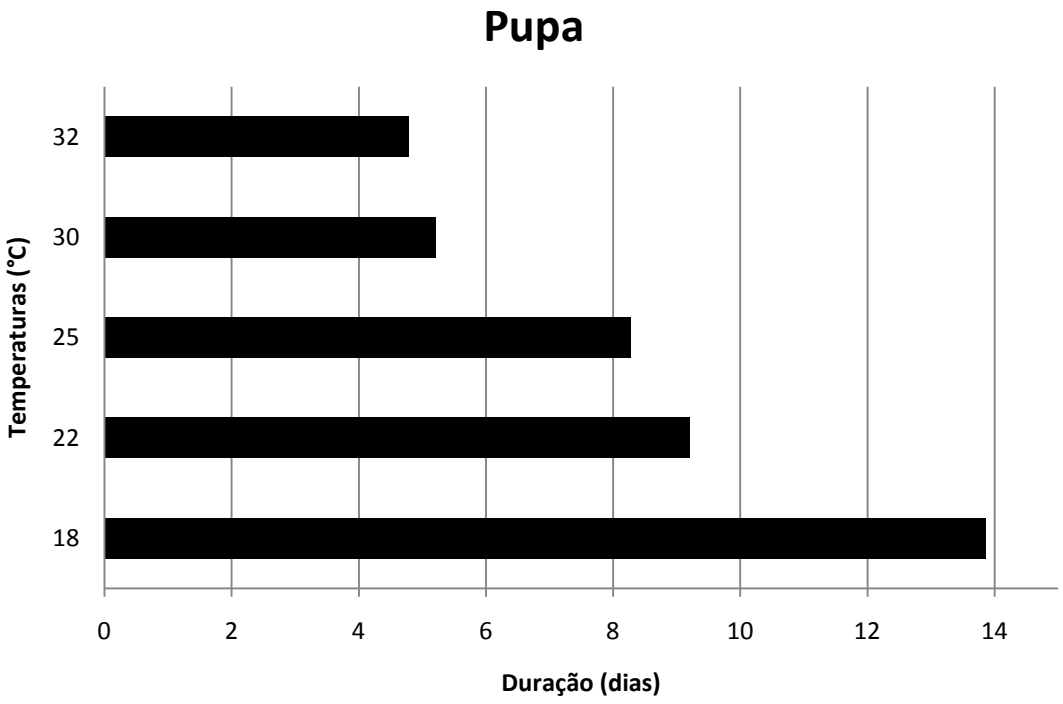
Anexo 10. Duração dos estádios imaturos de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas, sobre *Dactylopius opuntiae* (continuação).



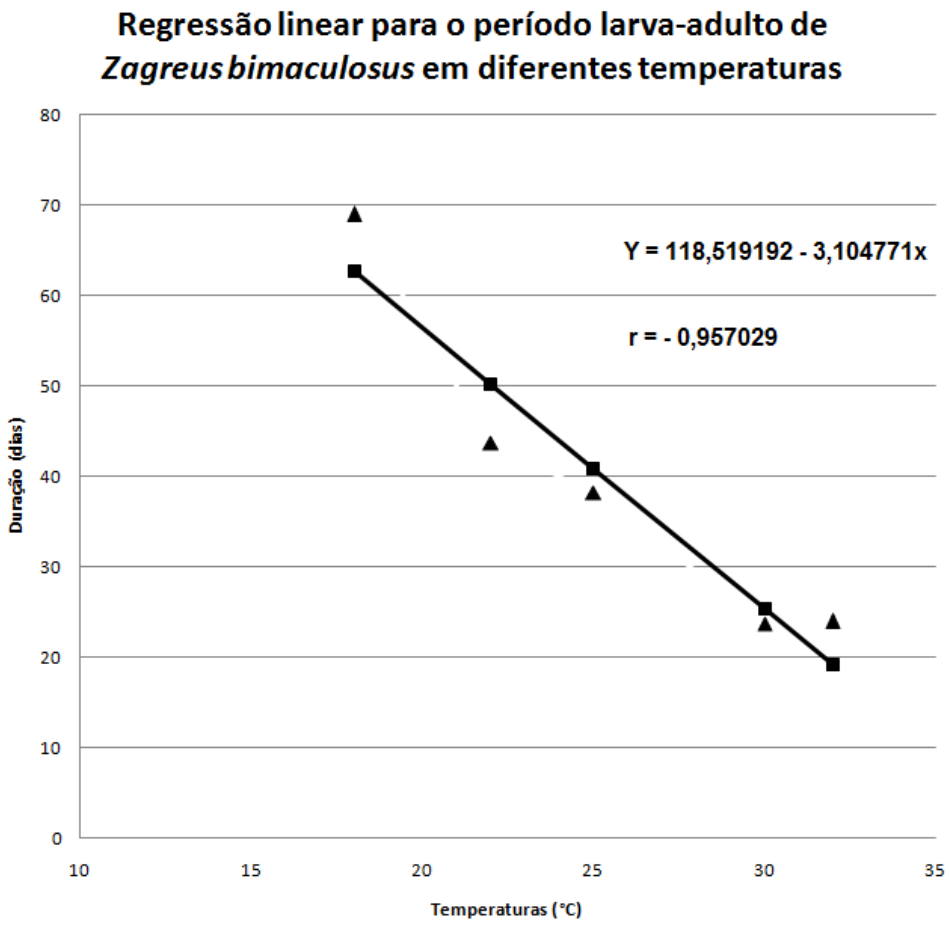


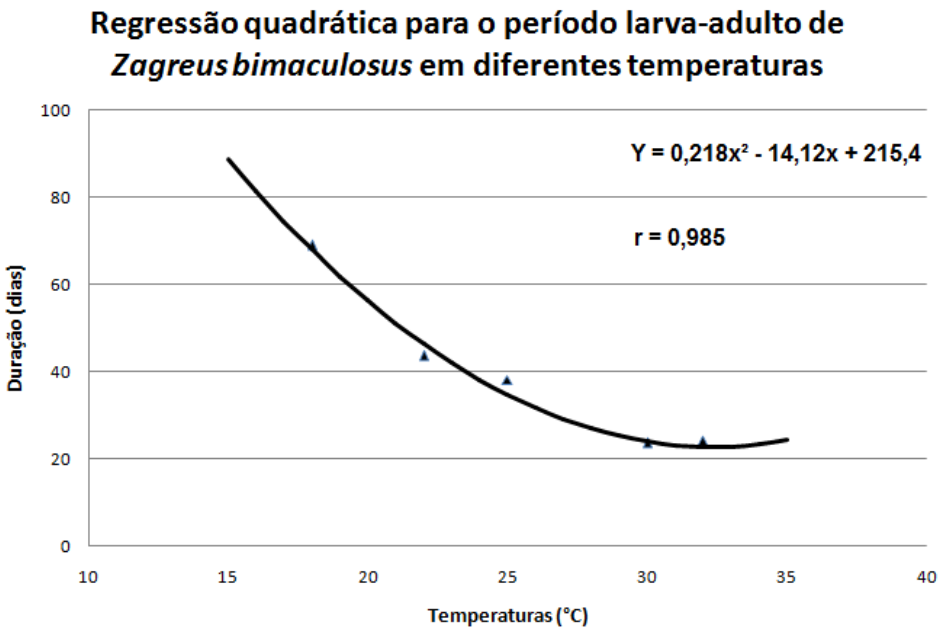
Anexo 10. Duração dos estádios imaturos de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas, sobre *Dactylopius opuntiae* (continuação).



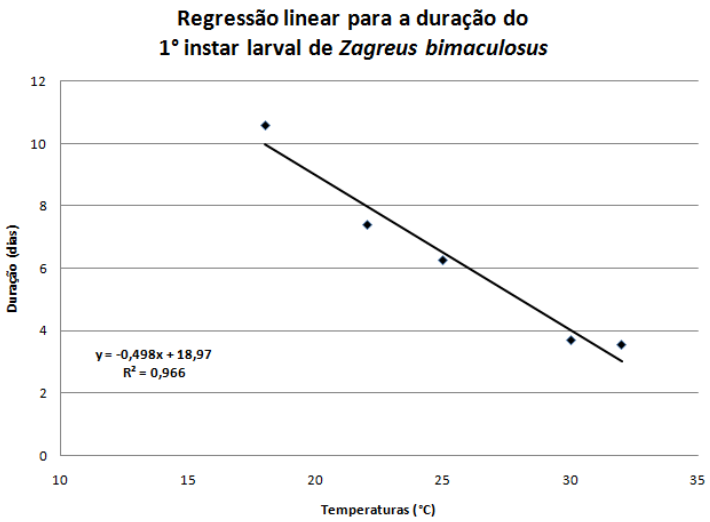


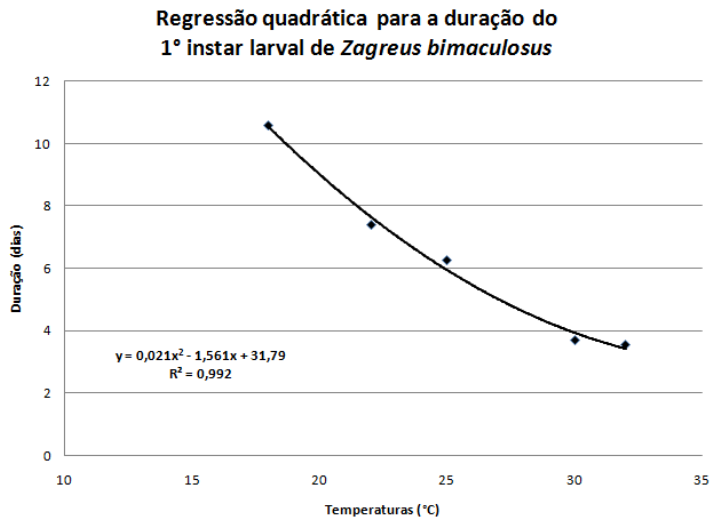
Anexo 11. Regressão linear e regressão quadrática para o período larva-adulto de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas, sobre *Dactylopius opuntiae.*

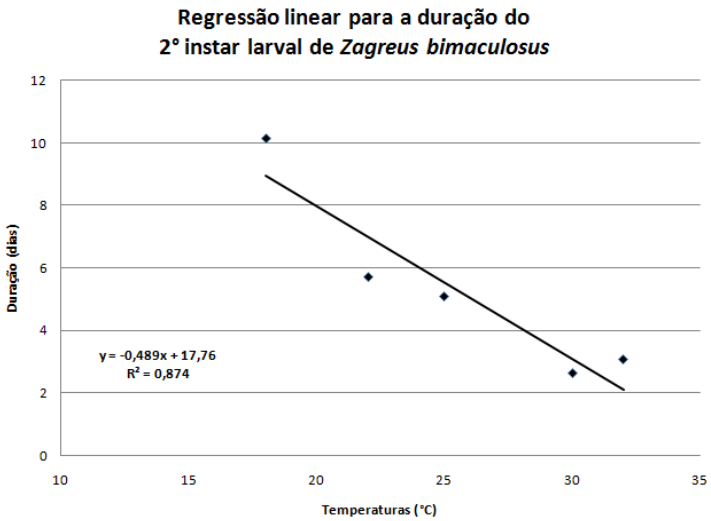


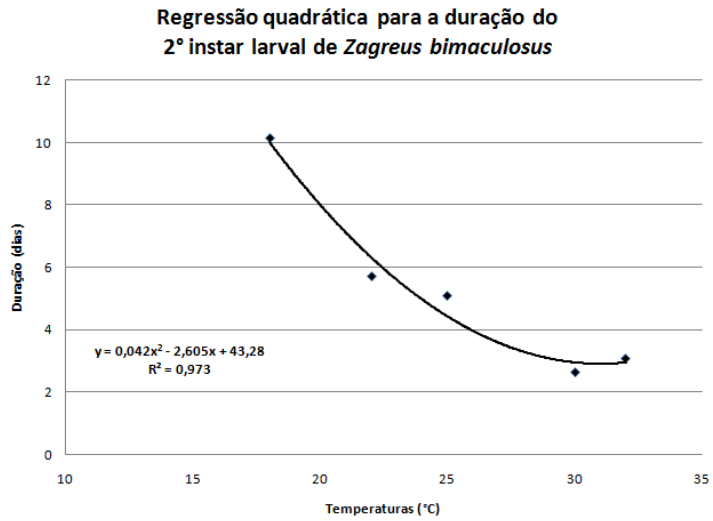


Anexo 12. Análise de regressão da duração dos estádios imaturas de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas, sobre *Dactylopius opuntiae*.

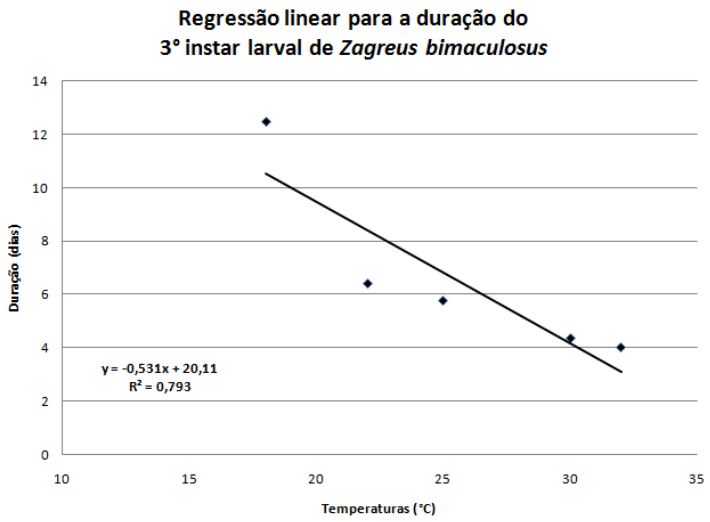


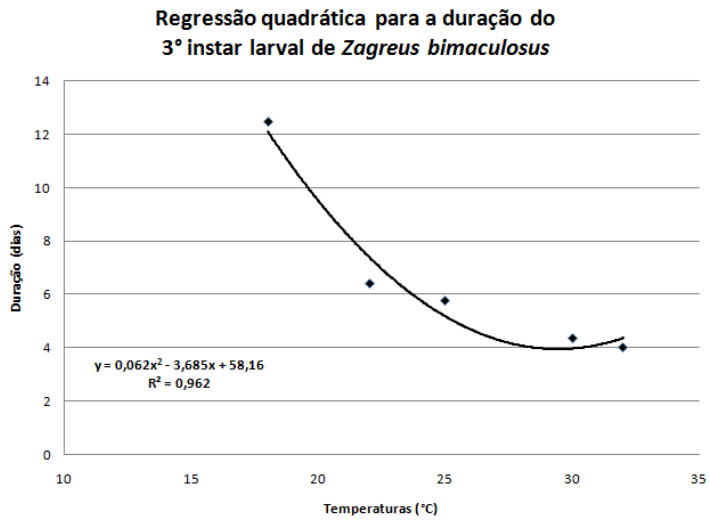


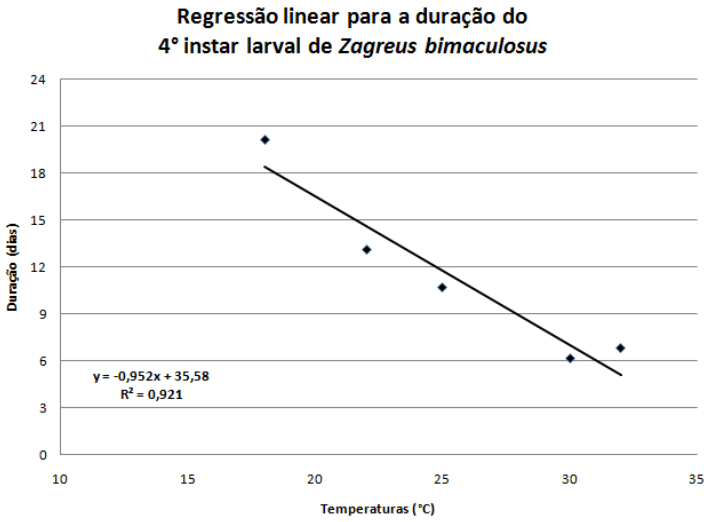


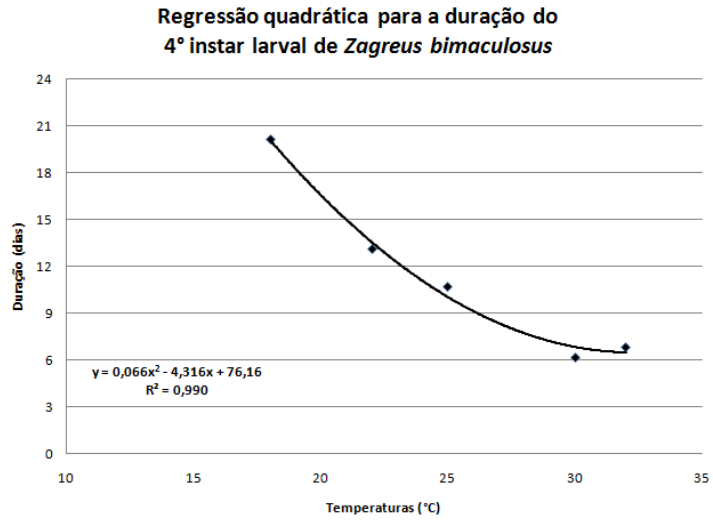


Anexo 12. Análise de regressão da duração dos estádios imaturas de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas, sobre *Dactylopius opuntiae* (continuação).

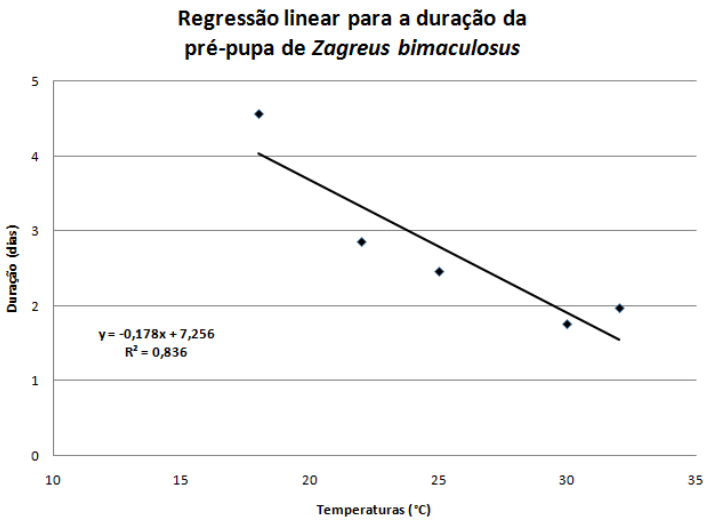


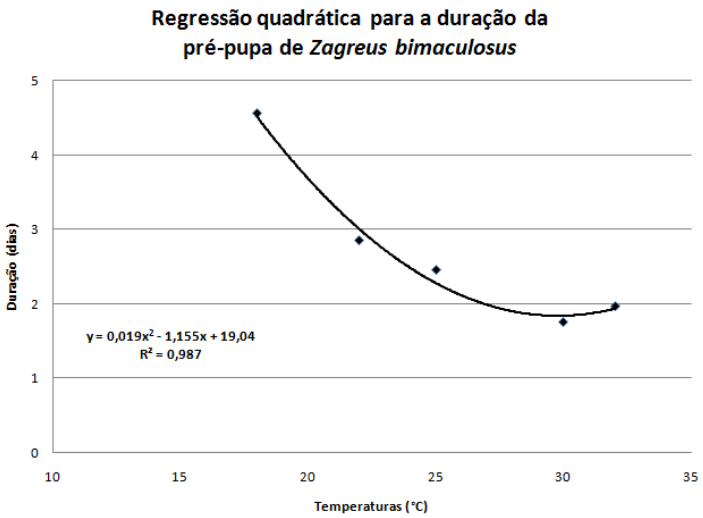


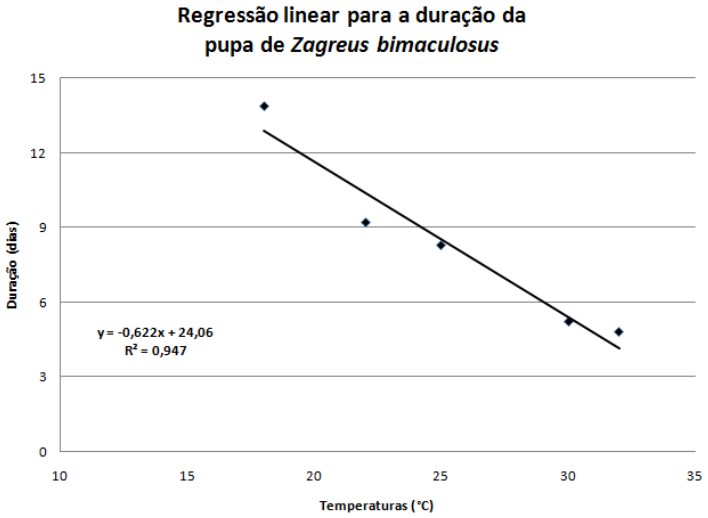


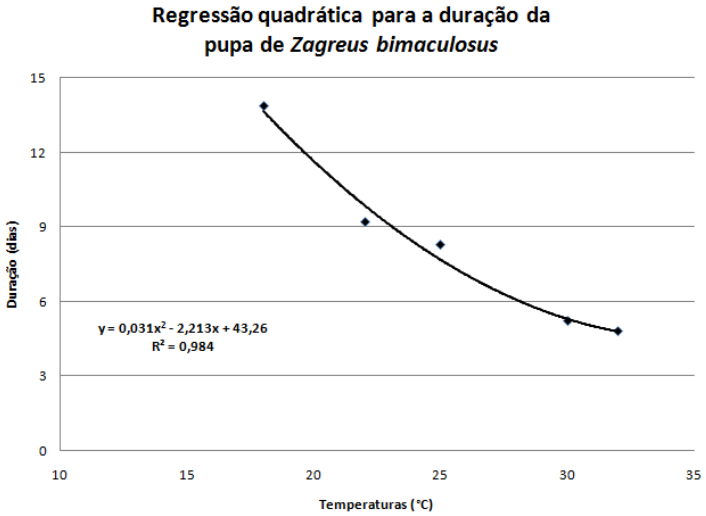


Anexo 12. Análise de regressão da duração dos estádios imaturas de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas, sobre *Dactylopius opuntiae* (continuação).

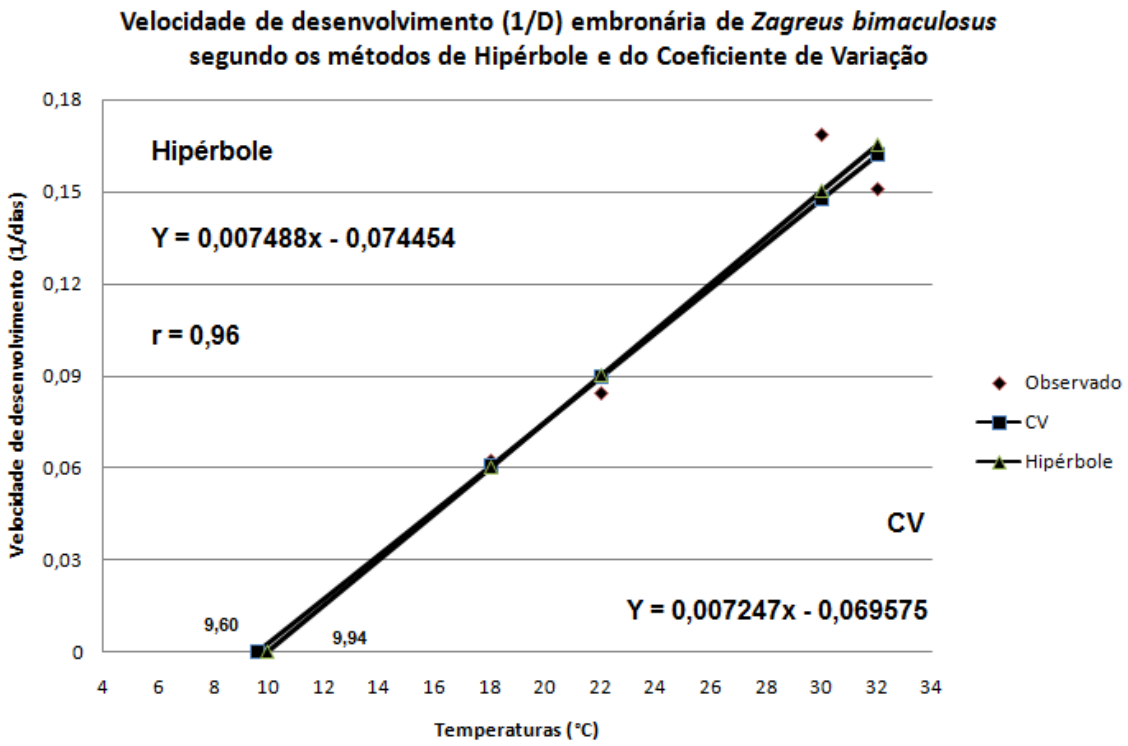


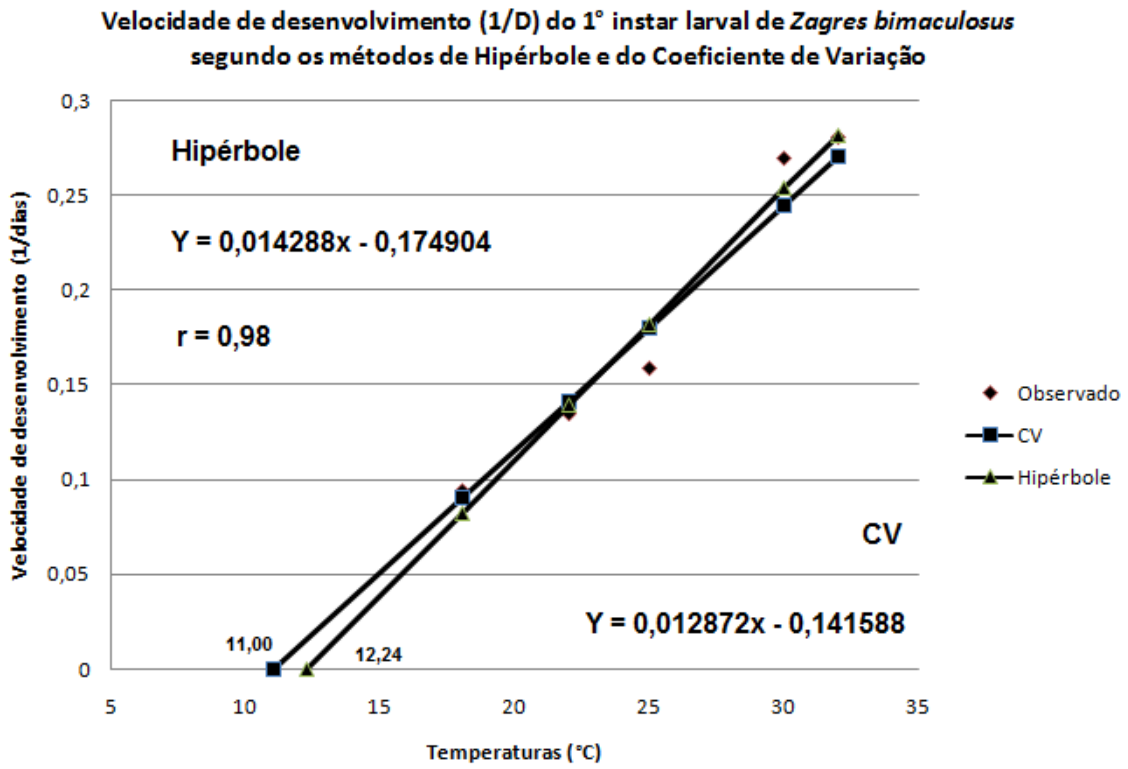




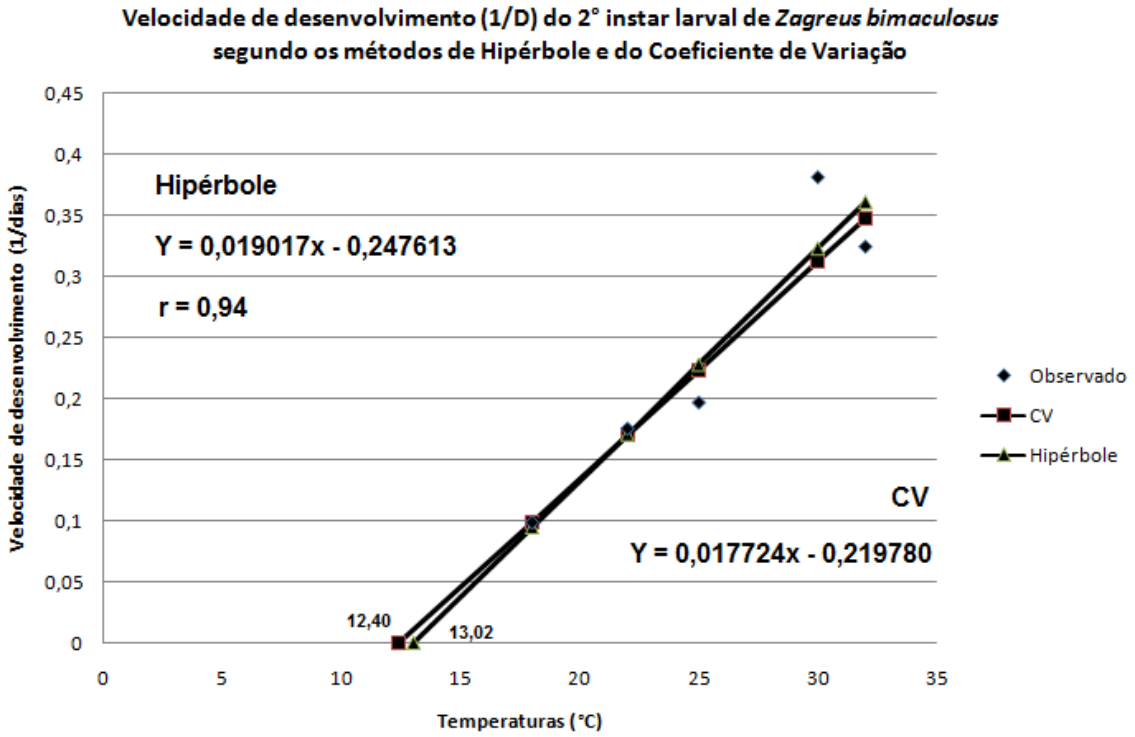


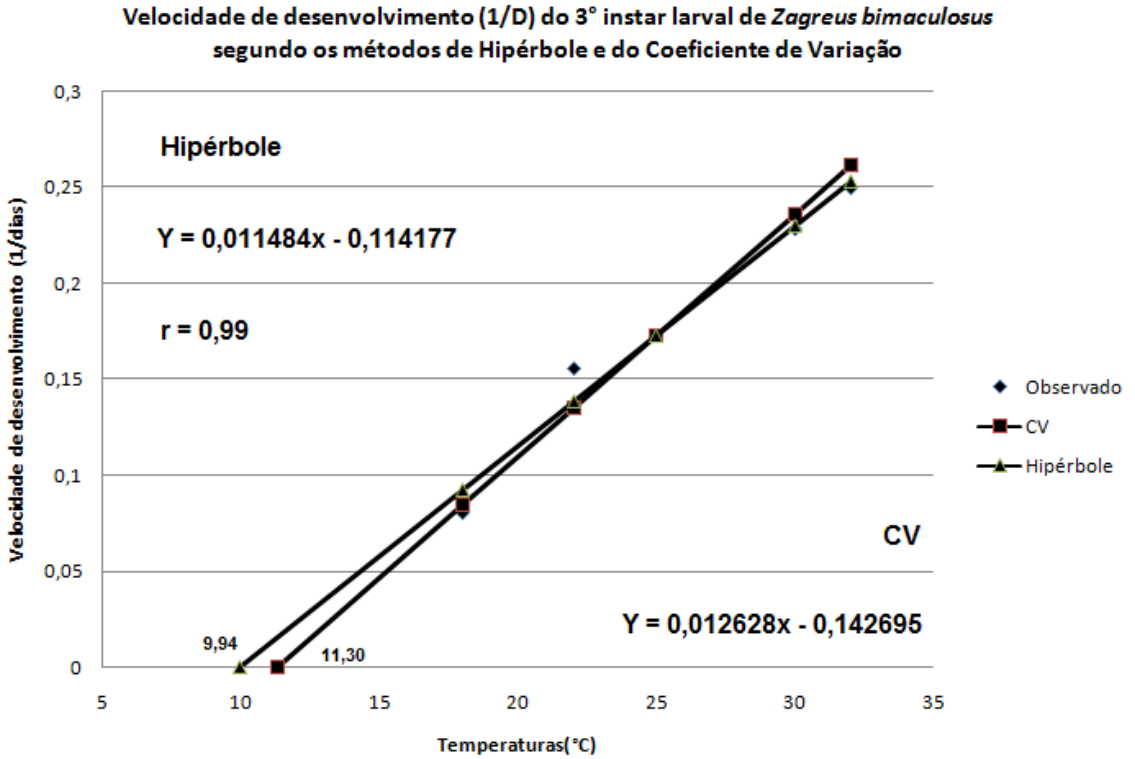
Anexo 13. Velocidade de desenvolvimento (1/D) para os períodos imaturos de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas, sobre *Dactylopius opuntiae*, segundo os métodos da Hipérbole e do Coeficiente de Variação.



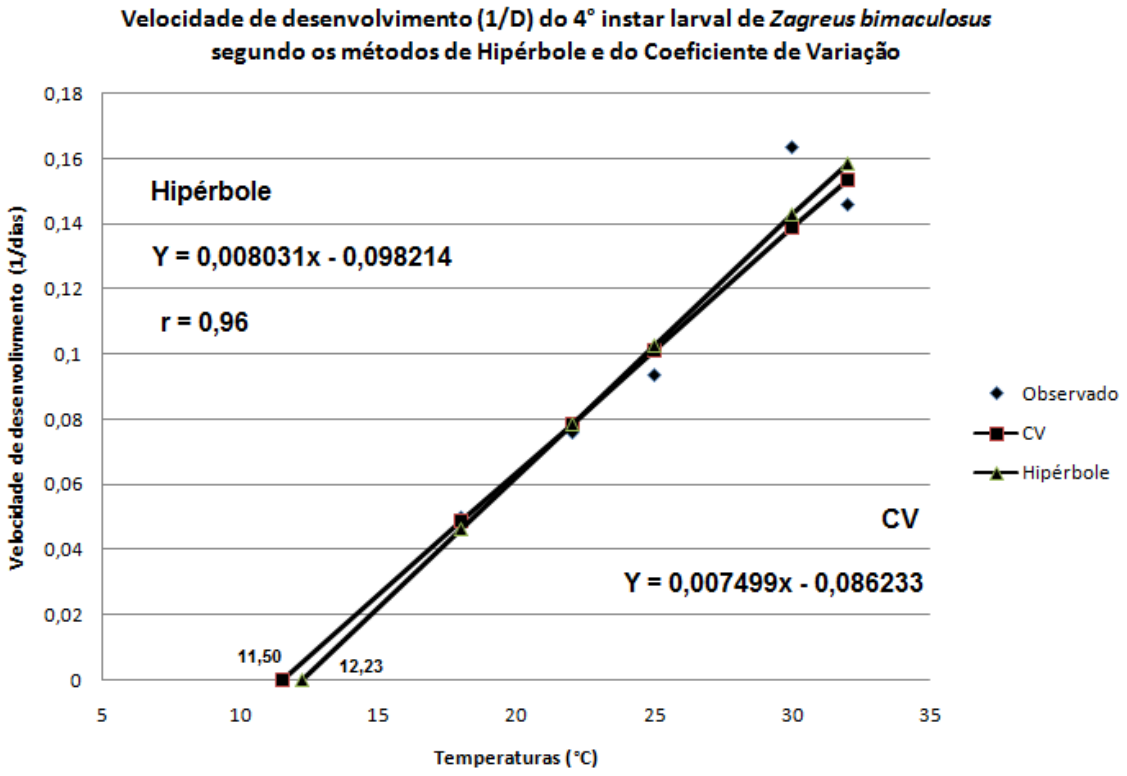


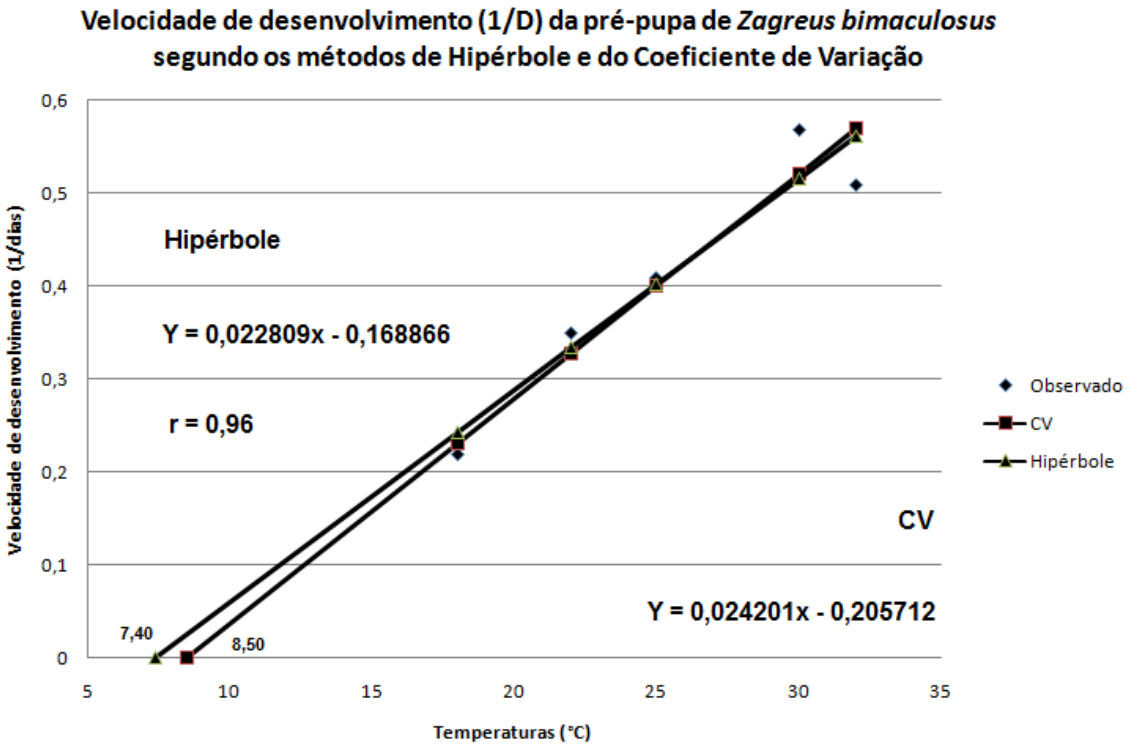
Anexo 13. Velocidade de desenvolvimento (1/D) para os períodos imaturos de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas, sobre *Dactylopius opuntiae,* segundo os métodos da Hipérbole e do Coeficiente de Variação (continuação).



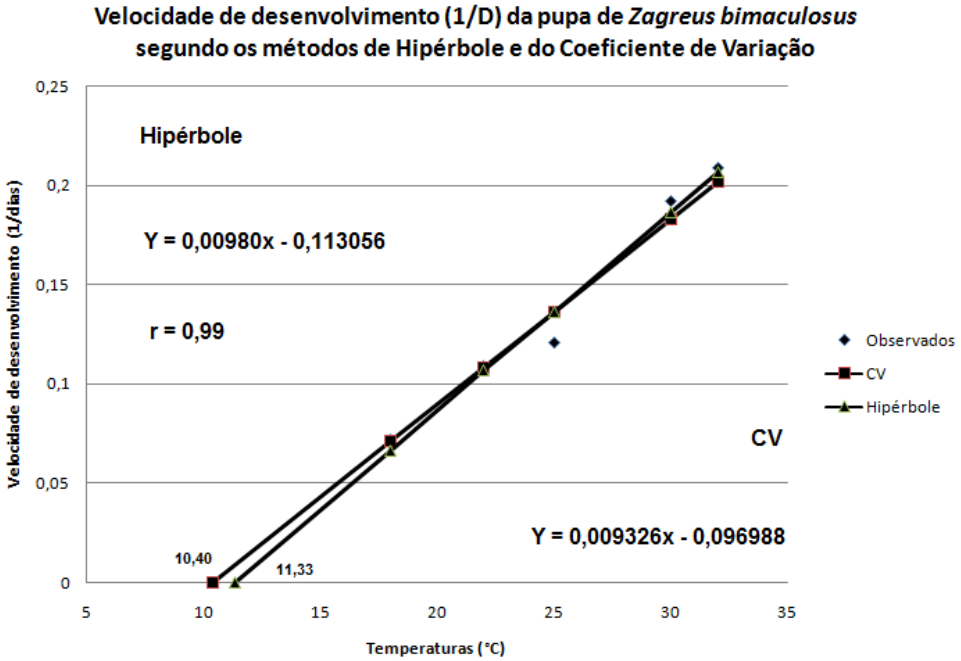


Anexo 13. Velocidade de desenvolvimento (1/D) para os períodos imaturos de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas, sobre *Dactylopius opuntiae*, segundo os métodos da Hipérbole e do Coeficiente de Variação (continuação).

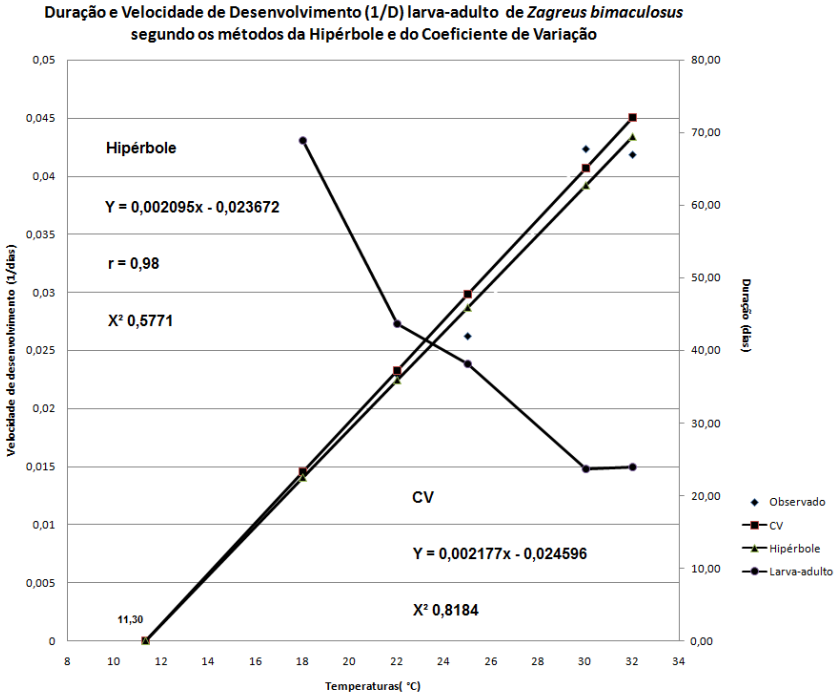




Anexo 13. Velocidade de desenvolvimento (1/D) para os períodos imaturos de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas, sobre *Dactylopius opuntiae*, segundo os métodos da Hipérbole e do Coeficiente de Variação (continuação).



Anexo 14. Duração e velocidade de desenvolvimento (1/D) para o período larva-adulto de *Zagreus bimaculosus* em diferentes temperaturas, sobre *Dactylopius opuntiae*, segundo os métodos da Hipérbole e do Coeficiente de Variação.



Anexo 15. Valores de Qui-Quadrado para as equações de regressão linear da velocidade de desenvolvimento (1/D) dos estádios imaturos e do período larva-adulto de *Zagreus bimaculosus*, segundo os métodos da Hipérbole e do Coeficiente de Variação, sobre *Dactylopius opuntiae*.

Temperatura °C	Períodos observados e esperados segundo o método da Hipérbole (dias)															
	Ovo		1° instar		2° instar		3° instar		4° instar		Pré-pupa		Pupa		Larva-adulto	
	Observado	Esperado	Observado	Esperado	Observado	Esperado	Observado	Esperado	Observado	Esperado	Observado	Esperado	Observado	Esperado	Observado	Esperado
18	16,13	16,58	10,58	12,15	10,16	10,56	12,46	10,81	20,17	21,58	4,57	4,14	13,86	15,79	68,95	71,24
22	11,87	11,08	7,40	7,17	5,70	5,86	6,41	7,22	13,15	12,74	2,86	3,00	9,21	9,75	43,65	44,61
25	---	---	6,28	5,49	5,08	4,39	5,78	5,78	10,68	9,75	2,45	2,49	8,28	7,58	38,14	34,84
30	5,93	6,66	3,70	3,94	2,62	3,10	4,38	4,34	6,12	7,01	1,76	1,94	5,21	5,53	23,64	25,52
32	6,62	6,05	3,56	3,54	3,08	2,77	4,00	3,95	6,84	6,30	1,97	1,78	4,79	4,99	23,91	23,06
X^2	0,2013ns		0,3409ns		0,2359ns		0,3452ns		0,3523ns		0,0893ns		0,3560ns		0,5771ns	

Temperatura °C	Períodos observados e esperados segundo o método do Coeficiente de Variação (dias)															
	Ovo		1° instar		2° instar		3° instar		4° instar		Pré-pupa		Pupa		Larva-adulto	
	Observado	Esperado	Observado	Esperado	Observado	Esperado	Observado	Esperado	Observado	Esperado	Observado	Esperado	Observado	Esperado	Observado	Esperado
18	16,13	16,43	10,58	11,10	10,16	10,08	12,46	11,82	20,17	20,51	4,57	4,35	13,86	14,11	68,95	68,54
22	11,87	11,13	7,40	7,06	5,70	5,88	6,41	7,40	13,15	12,70	2,86	3,06	9,21	9,24	43,65	42,92
25	---	---	6,28	5,55	5,08	4,48	5,78	5,78	10,68	9,88	2,45	2,50	8,28	7,34	38,14	33,52
30	5,93	6,76	3,70	4,09	2,62	3,21	4,38	4,23	6,12	7,21	1,76	1,92	5,21	5,47	23,64	24,56
32	6,62	6,16	3,56	3,70	3,08	2,88	4,00	3,83	6,84	6,50	1,97	1,76	4,79	4,96	23,91	22,19
X^2	0,1920ns		0,1788ns		0,2081ns		0,1803ns		0,2685ns		0,0646ns		0,1423ns		0,8184ns	

$X^2_{0,01(3)}$ 11,34
$X^2_{0,01(4)}$ 13,28
ns **não significativo**

Anexo 16. Exemplo de cálculo da temperatura basal (tb) e da constante térmica (K) pelo método do Coeficiente de Variação (CV), para o primeiro instar larval de *Zagreus bimaculosus* sobre *Dactylopius opuntiae* (planilha de EXCEL).

				Valores arbitrários de tb variando de -5 a 20°C a intervalos de 0,1															
tb	**11,00**	**Duração**	**1° instar**	**-5**	**-4,9**	**-4,8**	**-4,7**	**-4,6**	**.....**	**10,8**	**10,9**	**11,0**	**11,1**	**11,2**	**.....**	**19,7**	**19,8**	**19,9**	**20,0**
K	**77,69**	**10,58**	**18**	243,34	242,28	241,22	240,16	239,10	**.....**	76,17	75,11	74,06	73,00	71,94	**.....**	-17,98	-19,04	-20,10	-21,16
dp	**6,98**	**7,40**	**22**	199,80	199,06	198,32	197,58	196,84	**.....**	82,88	82,14	81,40	80,66	79,92	**.....**	17,02	16,28	15,54	14,80
CV	**8,98**	**6,28**	**25**	188,40	187,77	187,14	186,51	185,88	**.....**	89,17	88,54	87,92	87,29	86,66	**.....**	33,28	32,65	32,02	31,40
		3,70	**30**	129,50	129,13	128,76	128,39	128,02	**.....**	71,04	70,67	70,30	69,93	69,56	**.....**	38,11	37,74	37,37	37,00
		3,56	**32**	131,72	131,36	131,00	130,65	130,29	**.....**	75,47	75,11	74,76	74,40	74,04	**.....**	43,78	43,43	43,07	42,72
			Média	178,55	177,92	177,29	176,66	176,03	**.....**	78,94	78,31	**77,68**	77,05	76,42	**.....**	22,84	22,21	21,58	20,95
			dp	48,33	48,04	47,76	47,47	47,18	**.....**	7,11	7,03	**6,97**	6,92	6,89	**.....**	24,90	25,18	25,46	25,74
			CV	27,07	27,00	26,93	26,87	26,80	**.....**	9,00	8,99	**8,98**	8,99	9,01	**.....**	109,04	113,39	118,00	122,88

***** Para apresentação da tabela as casas decimais foram reduzidas.

Sendo:

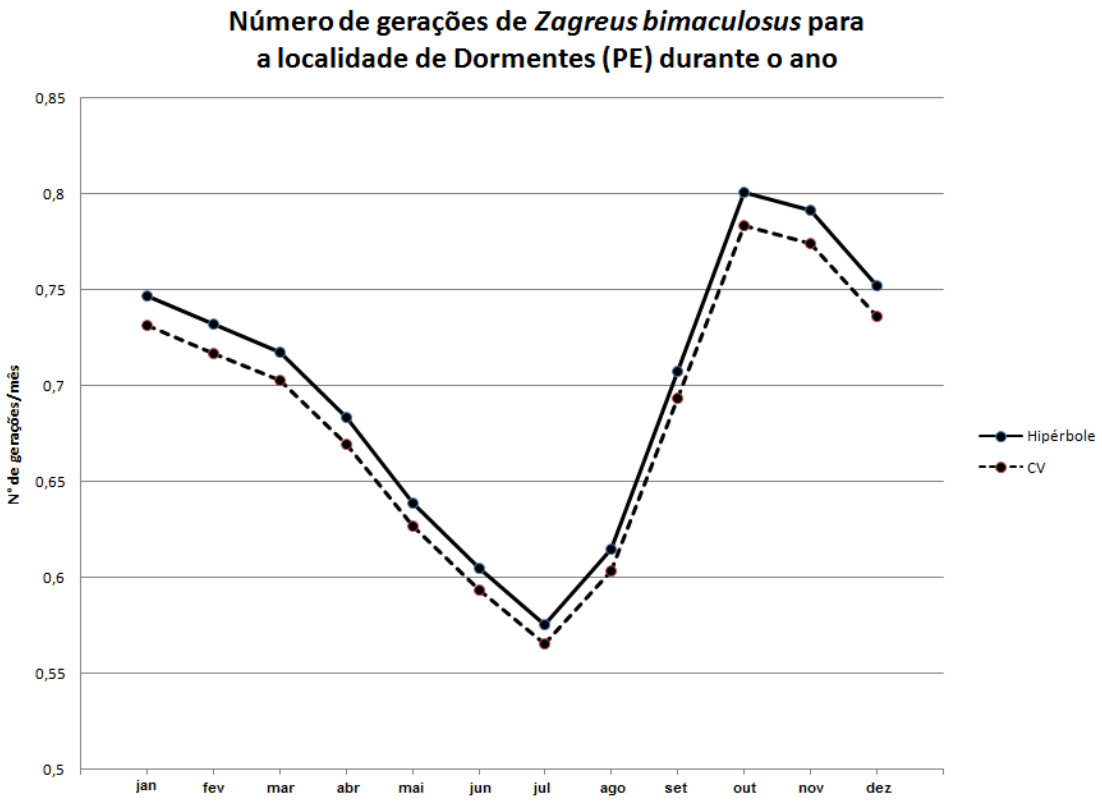
$$K = D*(T-tb)$$

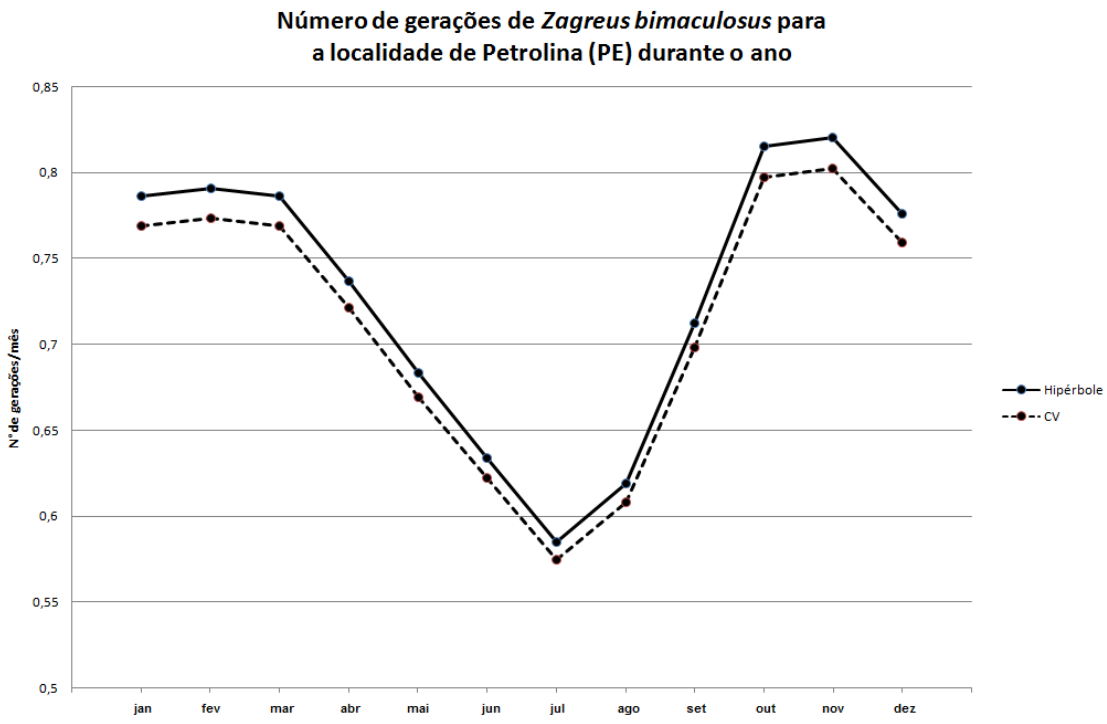
Para o cálculo dos coeficientes da equação de regressão da velocidade de desenvolvimento (1/D):

$$a = -(tb/K)$$

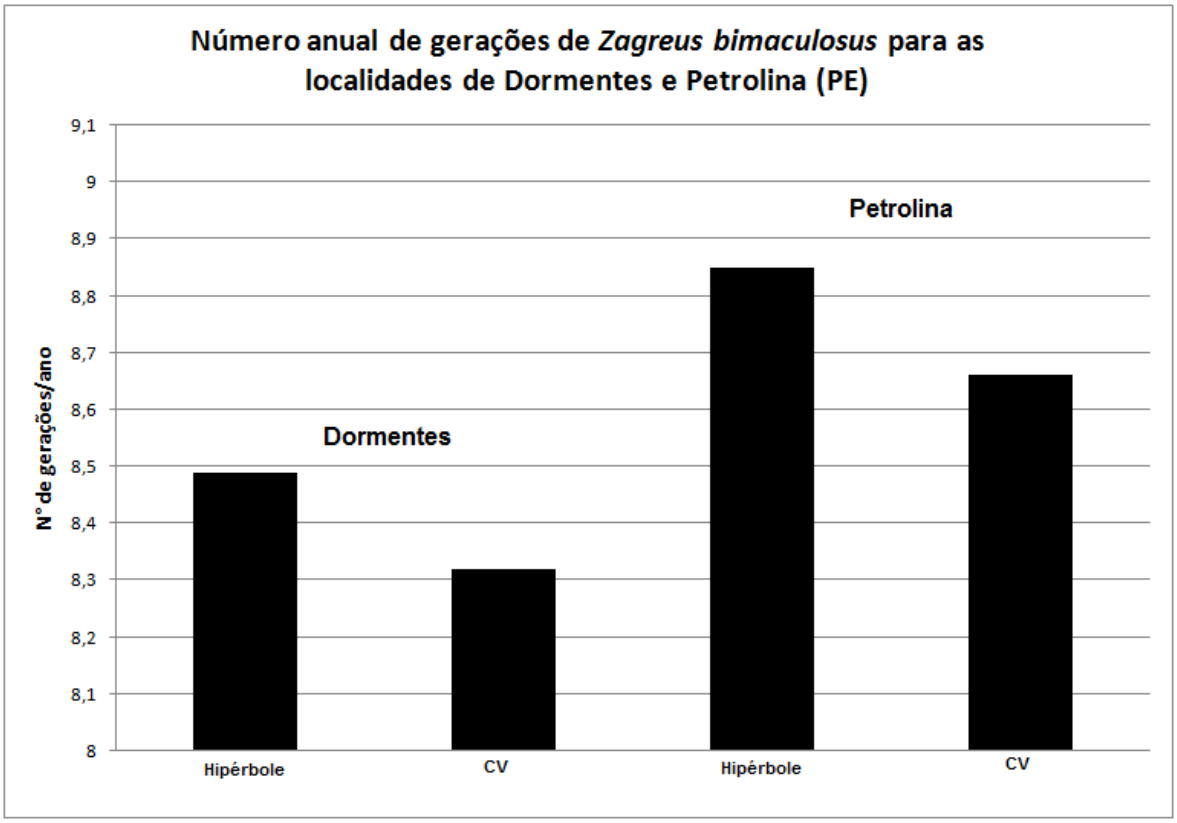
$$b = 1/K$$

Anexo 17. Número de gerações mensais e anual do predador *Zagreus bimaculosus* para as localidades de Dormentes e Petrolina (PE), segundo dados de temperatura basal e constante térmica, obtidos pelos métodos da Hipérbole e do Coeficiente de Variação.





Anexo 17. Número de gerações mensais e anual do predador *Zagreus bimaculosus* para as localidades de Dormentes e Petrolina (PE), segundo dados de temperatura basal e constante térmica, obtidos pelos métodos da Hipérbole e do Coeficiente de Variação (continuação).



Anexo 18. Resultados da ANOVA para a duração dos estádios imaturos e do período larva-adulto de *Zagreus bimaculosus* em distintas temperaturas, sobre *Dactylopius opuntiae.*

	GL tratamentos	GL resíduo	F calculado	Significância
1° instar	4	183	226,99	0,1%
2° instar	4	162	191,96	0,1%
3° instar	4	154	284,21	0,1%
4° instar	4	147	74,57	0,1%
Pré-pupa	4	151	38,38	0,1%
Pupa	4	144	473,62	0,1%
Larva-adulto	4	145	492,63	0,1%

10 ANÁLISE DO ESTÁGIO

O estágio envolveu o controle biológico de pragas agrícolas com agentes entomófagos predadores, como era de meu interesse. A relevância do problema promovido pela “cochonilha-do-carmim”, que ataca uma *cultura de miserável,* como podemos chamar a “palma forrageira”, foi um dos aspectos que me motivaram a escolher este local para realizar o estágio. Já se passou uma década desde a introdução da praga em território nordestino, sendo que esta já promoveu a destruição de 1/5 de toda a extensão cultivada com as duas cactáceas forrageiras. As medidas tomadas pelos governos para o controle desta praga foram e ainda são muito incipientes. As pesquisas para o controle biológico desta praga, promovidas pela Embrapa Semi-Árido são portanto muito bem vindas.

Mas em minha opinião as pesquisas se desenvolvem de modo demasiado vagaroso. Parece-me que as pesquisas poderiam ser desenvolvidas simultaneamente com mais agentes benéficos, a exemplo dos entomófagos predadores encontrados no México. Ao que tudo indica esta praga só será efetivamente combatida por um agente tão ou mais agressivo que a própria cochonilha, e que se adapte tão bem quanto esta às condições climáticas encontradas no semi-árido nordestino. É nesse sentido que somos levados a crer que a busca exploratória por inimigos naturais exóticos será um dos aspectos mais relevantes na implantação de um programa de controle biológico da “cochonilha-do-carmim” no nordeste brasileiro.

O uso de cultivares resistentes à praga parece inviável. Até o momento os cultivares obtidos são pouco produtivos levando muito tempo para se desenvolverem, superior mesmo aos quatro anos que os agricultores estão acostumados a efetuar o corte da palma. Os esforços para a substituição da área cultivada também vão demandar muito tempo, e a possibilidade de quebra de resistência pela grande população da praga, é algo relevante. Empregar agrotóxicos é algo que já foi descartado de antemão. Usar produtos alternativos, veiculados com água, na realidade do semi-árido, é algo proibitivo.

A viabilidade de realizar aplicações de entomopatógenos em UBV no período seco, quando a praga atinge os maiores picos populacionais, é uma hipótese ainda a ser testada. No período das chuvas, estas por si só, já

exerceriam algum controle, por ação mecânica. Nesta época, a incidência de epizootias naturais é maior, e há favorecimento da biologia de inimigos naturais.

A maioria dos agricultores desconhece medidas simples para evitar a disseminação desta cochonilha. Muitos deles, como pude observar nas minhas viagens entre Petrolina/Dormentes, não procedem à eliminação das lavouras de palma, quando estas apresentam-se altamente infestadas. Como o gado não se importa e nem é prejudicado pela presença do inseto sobre a palma, os agricultores mantêm as plantas infestadas nos palmais. Em pouco tempo toda a lavoura estará infestada, atingindo com facilidade os cultivos vizinhos. Da mesma forma, parece não haver muita preocupação com o transporte dos cladódios infestados entre as propriedades.

A solução para o problema está em se adotar múltiplos métodos, em uma proposta de MIP. Para a palma se propõe, proceder à eliminação de plantas ou mesmo cultivos inteiros ao surgimento dos primeiros sinais da praga. O controle legislativo é outro aspecto importante, impedindo o transporte e comercialização de material contaminado. Utilizar material de propagação sadio, e a palma miúda, que parece ser mais resistente à praga. Testar a hipótese da viabilidade de aplicações em UBV de entomopatógenos no período seco. E sobretudo, em uma medida mais ampla, que fadadamente estará sob responsabilidade de órgãos públicos, proceder à importação de inimigos naturais exóticos, visando estabelecer o controle biológico clássico da praga.