

BIOECOLOGIA E POTENCIAL DE CONTROLE BIOLÓGICO DE
Ecdytolopha aurantiana (LIMA, 1927) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE),
O BICHO-FURÃO-DOS-CITROS, ATRAVÉS DE *Trichogramma*
pretiosum RILEY, 1879.

MAURO SILVEIRA GARCIA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura
“Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em Ciências, Área de
Concentração: Entomologia.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Fevereiro – 1998

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Garcia, Mauro Silveira

Bioecologia e potencial de controle biológico de *Ecdyolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae), o bicho-furão-dos-citros, através de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 / Mauro Silveira Garcia. - - Piracicaba, 1998.

118 p. : il.

Tese (doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1998.

Bibliografia.

1. Bicho-furão-dos-citros 2. Bioecologia 3. Controle biológico 4. Dieta artificial 5. Efeito da temperatura 6. Inseto parasitóide 7. Praga agrícola I. Título

CDD 634.3

BIOECOLOGIA E POTENCIAL DE CONTROLE BIOLÓGICO DE *Ecdytoplopha aurantiana* (LIMA, 1927) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE), O BICHO-FURÃO-DOS-CITROS, ATRAVÉS DE *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879.

MAURO SILVEIRA GARCIA

Aprovada em: 28. 04. 1998

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra

ESALQ/USP

Prof. Dr. José Djair Vendramim

ESALQ/USP

Prof. Dr. Evaldo Ferreira Vilela

UFV

Prof. Dr. Júlio Marcos Melges Walder

CENA/USP

Dr. Luiz Alexandre Nogueira de Sá

CNPMA/EMBRAPA


Prof. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA
Orientador

Aos meus pais e irmãos,
Dedico

À Sônia, Isabel e Mariana, com todo o
meu amor,
Ofereço

Este trabalho é uma homenagem
ao Amigo
VITAL NOGUEZ (in memoriam)

AGRADECIMENTOS

- Ao Dr. José Roberto Postali Parra, Professor Associado do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), pelos conhecimentos transmitidos nestes três anos de orientação, atenção e apoio dispensados e a quem admiro como profissional e ser humano correto;
- À Universidade Federal de Pelotas, através da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, pela oportunidade de realização do Curso de Pós-Graduação;
- Ao Dr. José Djair Vendramim, pelo apoio durante o curso e amizade;
- Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Entomologia do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pelos ensinamentos transmitidos durante o Curso;
- Ao Professor e colega de trabalho Dr. Alci Enimar Loeck, pelo constante apoio e amizade;
- À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos;
- À Fundecitrus, nas pessoas dos Eng^o. Agr^o. Antônio Juliano Ayres e Antônio Coutinho pelo apoio financeiro e facilidades proporcionadas à realização do projeto;
- À Fischer S/A Agropecuária na pessoa do Eng^o. Agr^o. Helton Carlos de Leão e Cutrale na pessoa do Eng^o. Agr^o. Flávio Pinto da Silva pelo apoio financeiro e facilidades concedidas para realização deste trabalho;

- Aos Srs. Waldomiro Jorge Ivers (Limeira) e Mário Bosqueiro (Piracicaba) que colocaram suas propriedades à disposição para instalação dos experimentos;
- Ao IAC – Centro de Citricultura Sylvio Moreira na pessoa do Eng^o. Agr^o. Sérgio Alves de Carvalho pelo fornecimento de mudas cítricas para instalação de experimentos;
- À Equipe “Furão”: Antônio Rogério (Pakú), Peter, Aurélio, Márcia e Milena, pela inestimável colaboração durante toda fase experimental deste trabalho e convivência agradável;
- Às Bibliotecárias do Campus da USP em Piracicaba, Kátia M. P. de Andrade e Eliana M. G. Sabino, pela revisão das referências bibliográficas, atenção e amizade;
- Ao Biólogo Heraldo Negri de Oliveira, pelo auxílio na parte fotográfica e amizade;
- À Neide Graciano Zério, pelo apoio durante a execução deste trabalho e amizade;
- Ao Colega e Amigo Alexandre de Sene Pinto, pela inestimável colaboração na editoração final deste trabalho;
- Ao Amigo Reginaldo Barros, que considero irmão, pelo convívio, sugestões e apoio;
- Aos Colegas e Amigos Alfredo, Crébio e Jairo, pelo convívio fraterno durante estes três anos;
- Aos Colegas da Biologia, Aninha, Fernando, Geraldo, Laila, Marcone, Rosmarina e Silvia, pelo carinho e amizade;
- À Colega Patrícia Milano pela amizade e colaboração com seus desenhos perfeitos;

- Aos Professores Antônio Roberto Pereira e Luiz Roberto Angelocci do Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ/USP, pelo fornecimento dos dados meteorológicos e atenção dispensada;
- Ao Professor Francisco de A. A. Mourão do Departamento de Horticultura, pela permissão de uso do pomar para instalação de alguns experimentos;
- A Todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a execução deste trabalho.

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xiii
RESUMO	xix
SUMMARY	xxi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1 Biologia e hábitos	4
2.2 Sintomas do ataque e danos	5
2.3 Plantas hospedeiras	6
2.4 Controle	6
2.4.1 Biológico	7
2.4.2 Cultural	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 Criação de manutenção de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> (Lima, 1927)	10
3.2 Biologia de <i>E. aurantiana</i> em laboratório	15
3.2.1 Período embrionário	15
3.2.2 Desenvolvimento de uma dieta artificial - Biologia comparada	15
3.2.3 Biologia nas variedades Pera e Natal	18
3.2.4 Exigências térmicas de <i>E. aurantiana</i>	19
3.2.5 Efeito da umidade relativa (UR) sobre ovos, lagartas e adultos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i>	20
3.2.6 Horário de postura em laboratório	23
3.2.7 Oviposição e desenvolvimento larval de <i>E. aurantiana</i> em frutos em diferentes estágios de desenvolvimento	24

3.3	Bioecologia em semi-campo e campo	27
3.3.1	Biologia em telado (semi-campo)	27
3.3.2	Horário de postura em condições naturais	27
3.3.3	Distribuição da praga na planta	28
3.3.4	Dinâmica populacional com base na fase de ovo	29
3.4	Estudos visando a amostragem	31
3.5	Alternativas ao controle químico	32
3.5.1	Controle cultural - Estágio de desenvolvimento de <i>E. aurantiana</i> em frutos caídos	32
3.5.2	Controle biológico	33
3.5.2.1	Potencial de parasitismo	33
3.5.2.2	Relação entre fêmea de <i>T. pretiosum</i> por ovo de <i>E. aurantiana</i> para máximo parasitismo	34
3.5.2.3	Dispersão horizontal e vertical de <i>T. pretiosum</i> em pomares cítricos	35
3.5.2.4	Outros agentes de controle biológico (insetos)	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1	Biologia de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> (Lima, 1927) em laboratório	39
4.1.1	Período embrionário	39
4.1.2	Desenvolvimento de uma dieta artificial - Biologia comparada	41
4.1.3	Biologia nas variedades Pera e Natal	56
4.1.4	Exigências térmicas	62
4.1.5	Efeito da umidade relativa (UR) sobre ovos, lagartas e adultos de <i>E. aurantiana</i>	73
4.1.6	Horário de postura de <i>E. aurantiana</i> em laboratório	77
4.1.6	Oviposição e desenvolvimento larval de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> sobre frutos de laranja 'Pera' em diferentes estágios de desenvolvimento	80
4.2	Bioecologia em semi-campo e campo	83
4.2.1	Biologia em telado (semi-campo)	83

4.2.2	Horário de postura em condições naturais	85
4.2.3	Distribuição da praga na planta	85
4.2.4	Dinâmica populacional com base na fase de ovo	86
4.2.5	Estudos visando a amostragem	92
4.3	Alternativas ao controle químico	96
4.3.1	Controle cultural – Estágio de desenvolvimento de <i>E. aurantiana</i> em frutos caídos	96
4.3.2	Controle Biológico	98
4.3.2.1	Potencial de parasitismo de <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley, 1875	98
4.3.2.2	Relação entre fêmea de <i>T. pretiosum</i> por ovo de <i>E. aurantiana</i> para máximo parasitismo	100
4.3.2.3	Dispersão horizontal e vertical de <i>T. pretiosum</i> em pomares cítricos	101
4.3.2.4	Outros agentes de controle biológico (insetos)	104
5	CONCLUSÕES	107
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Dietas artificiais utilizadas para criação de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em laboratório	17
2 Duração (dias) dos estágios de ovo, larval, pré-pupal, pupal e ciclo total (ovo à emergência dos adultos) de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em dietas artificiais, formuladas com diferentes fontes protéicas. Temperatura, $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR, $60 \pm 10\%$; fotofase, 14 horas	43
3 Viabilidade dos estágios de ovo, larval, pré-pupal, pupal, ciclo total (ovo à emergência de adultos), razão sexual e peso de pupas (machos e fêmeas) de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em dietas artificiais, formuladas com diferentes fontes protéicas. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; Fotofase: 14 horas	44
4 Médias da largura de cápsulas cefálicas dos diferentes instares de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> criada em dietas artificiais com diferentes fontes protéicas e frutos de laranja da variedade Pera	49
5 Número de instares, razão de crescimento (K) e coeficiente de determinação (R^2) para <i>Ecdytolopha aurantiana</i> criada em dietas artificiais com fontes protéicas diferentes e frutos de laranja da variedade Pera	50
6 Deformação em pupas e adultos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> , longevidade de adultos, fecundidade e viabilidade de ovos em quatro dietas artificiais com diferentes fontes protéicas. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $65 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas	51

7	Duração média (T), taxa líquida de reprodução (Ro), razão infinitesimal de aumento (rm) e razão finita de aumento (λ) para <i>Ecdytolopha aurantiana</i> , criada em quatro dietas com fontes protéicas diferentes*. Temperatura: 27 \pm 2°C; UR: 70 \pm 10%; fotofase: 14 horas	55
8	Duração (dias) das fases de ovo, larval, pré-pupal, pupal e ciclo total (ovo - adulto) de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em duas variedades de laranja. Temperatura: 27 \pm 2°C; UR: 60 \pm 10%; Fotofase: 14 horas	59
9	Viabilidade dos estágios de ovo, larval, pré-pupal, pupal e do período ovo – de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em duas variedades de laranja. Temperatura: 27°C; UR: 60 \pm 10%; Fotofase, 14 horas	60
10	Duração do ciclo total (ovo - adulto) de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> criado em quatro dietas artificiais com fontes protéicas diferentes e duas variedades de laranja. Temperatura, 27 \pm 2°C; UR: 60 \pm 10% e fotofase:14 horas	60
11	Duração (dias) dos estágios de ovo, larval, pupal e ciclo total (ovo - adulto) de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em dieta artificial e em diferentes temperaturas. UR: 60 \pm 10%; fotofase: 14 horas	65
12	Viabilidade dos estágios de ovo, larval, pupal e ciclo total (ovo-adulto) de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em diferentes temperaturas. UR: 60 \pm 10%; Fotofase: 14 horas	66
13	Temperatura base (Tb), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R ²) dos diferentes períodos de desenvolvimento de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> , em condições de laboratório	67

14	Número de gerações de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em cinco regiões citrícolas do Estado de São Paulo	69
15	Normais térmicas em cinco regiões citrícolas do Estado de São Paulo	71
16	Viabilidade de ovos, percentual de lagartas de <i>E. aurantiana</i> , que após a eclosão, penetraram nos frutos, em diferentes umidades relativas. Temperatura: $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$; fotofase: 14 horas	74
17	Fecundidade, viabilidade de ovos, longevidade de machos e fêmeas de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em diferentes umidades relativas. Temperatura: $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$; Fotofase: 14 horas	76
18	Percentagem de ovos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> colocados entre 19 e 7 horas, em laboratório. Temperatura: $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $65 \pm 10\%$; Fotofase: 10 horas	78
19	Percentagem de ovos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> colocados em diferentes horários, em laboratório com escotofase iniciando-se às 18 e 20 horas. Temperatura: $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $65 \pm 10\%$; Fotofase: 14 horas	79
20	Número médio de ovos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em frutos de laranja 'Pera' de diferentes estágios de desenvolvimento, expostos à baixas e altas populações do inseto	81
21	Dados bioecológicos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em condições de semi-campo (telado)	84

22	Percentagem de ovos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> , colocados em condições naturais com crepúsculo iniciando-se às 18:20 horas	87
23	Percentual de adultos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> atraídos por cinco tipos de lâmpadas com diferentes comprimentos de onda	97

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Localização das áreas experimentais (Limeira, Araraquara, Barretos e Piracicaba) e de duas outras áreas (Bebedouro e São José do Rio Preto) utilizadas para análise climatológica relacionada à <i>Ecdytolopha aurantiana</i> . ..	09
2 Frasco plástico utilizado para alimentação de adultos (A) e recipiente plástico contendo água destilada (B) com papel de filtro (C) para manutenção da umidade na gaiola.	11
3 Gaiola de madeira utilizada para criação de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> . As setas indicam os locais revestidos com plástico para a oviposição.	12
4 Obtenção de pupas de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em tubos de vidro (A) e sacos plásticos (B). 1 – pupa em algodão; - pré-pupa em algodão e; 3 – invólucros pupais.	13
5 Esquema da condução da criação de manutenção de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em laboratório.	14
6 Gaiola de PVC utilizada para estudo da longevidade e fecundidade de <i>Ecdytolopha aurantiana</i>	18
7 Dessecador utilizado para estudar o efeito da umidade relativa (UR) sobre ovos e lagartas de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> . A – higrômetro; B – fruto de laranja.	21
8 Dessecador utilizado para estudar o efeito da umidade relativa (UR) sobre adultos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> . A – higrômetro; B – gaiola para adultos. .	22

9	Gaiola de criação de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> com polietileno (local de postura) quadriculado para facilitar a contagem de ovos.	24
10	Frutos em diferentes estágios de desenvolvimento (escala de 1 a 5) e diferentes diâmetros (30 a 70 mm) para avaliação de oviposição e desenvolvimento de <i>Ecdytolopha aurantiana</i>	25
11	Gaiola utilizada no estudo da oviposição de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em frutos em diferentes estágios de desenvolvimento.	26
12	Gaiola utilizada em estudos de biologia de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em semi-campo.	28
13	Esquema de amostragem de frutos (caminhamento em ziguezague) para estudo da dinâmica de ovos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i>	30
14	Arena utilizada para estudos de atração de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> com lâmpadas de diferentes comprimentos de onda.	32
15	Esquema de liberação de <i>Trichogramma pretiosum</i> em pomar cítrico para estudo de dispersão horizontal.	36
16	Avaliação da dispersão vertical de <i>Trichogramma pretiosum</i> em pomar cítrico. A - cilindro de PVC de 6m de altura; B – ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> colados em cartolina azul (a seta indica a localização dos ovos) e; C – copo plástico contendo cartolina com parasitóides para liberação, preso à planta.	38
17	Desenvolvimento embrionário de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> , com 2; 20; 39; 48; 66; 72; 89 e 96 horas após a postura, conforme seqüência numérica. As setas em 5 e 6 indicam os olhos e em 7 e 8 a cápsula cefálica da lagarta em formação.	40

- 18 Lagarta de macho de *Ecdytoplopha aurantiana*, com detalhe da mancha testicular. 42
- 19 Largura da cápsula cefálica de *Ecdytoplopha aurantiana* criado em dietas artificiais com fontes protéicas diferentes. D₁ – feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, proteína de soja e caseína; D₂ – farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja; D₃ – proteína de soja e germe de trigo; D₄ – feijão, levedura de cerveja e germe de trigo. As setas indicam os instares. 46
- 20 Representação esquemática dos caracteres morfológicos para separação dos sexos em pupas de *Ecdytoplopha aurantiana*. A – macho e; B – fêmea. 47
- 21 Curvas de sobrevivência de fêmeas de *Ecdytoplopha aurantiana* criadas em dietas com fontes protéicas diferentes, observadas e estimadas segundo a distribuição de Weibull. Temperatura: 27 ± 2°C; umidade relativa: 65 ± 10%; fotofase 14 horas. D1- feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, proteína de soja e caseína; D2- farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja; D3- Proteína de soja e germe de trigo; D4- feijão, levedura de cerveja e germe de trigo. 52
- 22 Curvas de sobrevivência de machos de *Ecdytoplopha aurantiana* criadas em dietas com fontes protéicas diferentes, observadas e estimadas segundo a distribuição de Weibull. Temperatura: 27 ± 2°C; umidade relativa: 65 ± 10%; fotofase 14 horas. D1- feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, proteína de soja e caseína; D2- farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja; D3- Proteína de soja e germe de trigo; D4- feijão, levedura de cerveja e germe de trigo. 53

23	Caracteres morfológicos de adultos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> utilizados para separação dos sexos. Tufos de escamas presentes no final do abdome (A) e escamas nas pernas de machos (B). Características do final do abdome (C) e pernas (D) de fêmeas.	54
24	Razão de sobrevivência (lx) e fertilidade específica (mx) de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> criada em dietas artificiais com diferentes fontes protéicas, baseando-se na tabela de vida de fertilidade. D1- feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, proteína de soja e caseína; D2- farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja; D3- Proteína de soja e germe de trigo; D4- feijão, levedura de cerveja e germe de trigo.	57
25	Largura da cápsula cefálica de lagartas de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> criadas em hospedeiro natural (laranja 'Pera') em condições de laboratório. As setas indicam os instares. Temperatura, $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR, $60 \pm 10\%$; fotofase, 14 horas.	61
26	Ciclo de vida de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> . A – ovo; B – lagarta; C – pupa e; D – adulto. A seta indica dano típico da lagarta.	62
27	Curva de velocidade das fases de desenvolvimento e do período ovo-adulto de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> , criado em dieta artificial em diferentes temperaturas. UR: $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.	68
28	Temperatura (A) e umidade relativa (B) em cinco regiões citrícolas do Estado de São Paulo.	70
29	Termo-higrogramas das regiões citrícolas de São Paulo, comparadas duas a duas, tomando-se 70% como limite de umidade relativa adequada para <i>Ecdytolopha aurantiana</i>	72

30	Sobrevivência total (machos + fêmeas), sobrevivência de fêmeas e fecundidade diária (ovos/dia) de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> , em condições de diferentes umidades (A, 30%; B, 50%; C, 70%; D, 90%). Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; Fotofase: 14 horas.	75
31	Percentual de ovos de <i>E. aurantiana</i> colocados entre 19 e 7 horas, em laboratório. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $65 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.	80
32	Porcentagem de ovos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> colocados em diferentes horários, em laboratório e condições naturais.	82
33	Percentual de frutos de laranjas, atacados por <i>Ecdytolopha aurantiana</i> , e sua localização em relação a altura (A) e face (B) da planta. Os pontos cardeais, entre parênteses, referem-se à exposição dos pomares analisados.	88
34	Flutuação populacional de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em cinco variedades de laranja no município de Limeira.	90
35	Flutuação populacional de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em tres variedades de laranja, no município de Gavião Peixoto – SP.	91
36	Flutuação populacional de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> em Limeira – SP, variedade ‘Pera’. Os números em romano indicam a ocorrência das gerações.	93
37	Percentual de frutos de diferentes variedades de laranja, amostradas no campo, com 1, 2, 3 e 4 ovos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i>	94
38	Percentual de frutos de cinco variedades de laranja, nos quais foi encontrado orifício de penetração da lagarta de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> , correlacionados aos córions aderidos à superfície.	95

39	Ovos de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> coloridos com fucsina ácida (A) e não coloridos (B), um deles indicado pela seta. C – detalhe de ovos não coloridos.	95
40	Frutos no solo (%) com lagartas no 2 ^o , 3 ^o , 4 ^o e 5 ^o instares de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> , com ausência destas fases e com larvas de moscas-das-frutas. Fazenda Barreiro Grande – Colômbia, SP.	97
41	Frutos no solo (%) com lagartas no 2 ^o , 3 ^o , 4 ^o e 5 ^o instares, pré-pupa e pupa de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> , larvas de moscas- das-frutas, ausência de lagartas ou larvas destas espécies, frutos sem ataque e frutos com lagartas ou larvas mortas. Variedade Hamlin, Fazenda Muriti – Colômbia, SP.	98
42	Ovo de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> não parasitado (A); ovo de <i>E. aurantiana</i> parasitado por <i>Trichogramma pretiosum</i> (B); adultos de <i>T. pretiosum</i> emergindo do ovo de <i>E. aurantiana</i> . A seta indica a localização do ovo.	99
43	Relação entre números variáveis de parasitóides (<i>Trichogramma pretiosum</i> – linhagem L ₁), liberados por ovo de <i>Ecdytolopha aurantiana</i> e percentual de parasitismo, em gaiolas. Piracicaba, SP – novembro/1997.	100
44	Relação entre o raio de dispersão da linhagem L ₁ de <i>Trichogramma pretiosum</i> e o número de ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> parasitados.	103
45	Relação entre altura de dispersão vertical de <i>Trichogramma pretiosum</i> (linhagem L ₁), e percentual de parasitismo de ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> em pomar de citros. Piracicaba, SP – outubro - novembro-dezembro/1996.	105
46	Adulto do parasitóide <i>Hymenochaonia</i> sp., inimigo natural de lagartas de <i>Ecdytolopha aurantiana</i>	106

BIOECOLOGIA E POTENCIAL DE CONTROLE BIOLÓGICO DE
Ecdytolopha aurantiana (LIMA, 1927) (LEPIDOPTERA:
TORTRICIDAE), O BICHO-FURÃO-DOS-CITROS, ATRAVÉS DE
Trichogramma pretiosum RILEY, 1879.

Autor: MAURO SILVEIRA GARCIA

Orientador: Prof. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma dieta artificial que permitisse criar *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) durante todo o ano, propiciando o estudo de sua bioecologia, visando principalmente, a definição de uma técnica adequada de amostragem e a verificação do potencial de controle através do parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879. O trabalho foi conduzido no laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Piracicaba, da Universidade de São Paulo (USP), sendo os estudos de campo realizados em fazendas citrícolas nos municípios de Limeira, Gavião Peixoto (região de Araraquara), Colômbia (região de Barretos) e Piracicaba, todos no Estado de São Paulo. Foi possível criar *E. aurantiana* em dietas artificiais com características biológicas semelhantes àquelas do inseto criado em dieta natural. Embora o inseto tenha se desenvolvido em dietas artificiais com fontes protéicas variáveis (D_1 = feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, proteína de soja e caseína; D_2 = farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja; D_3 = proteína de soja e germe de trigo; D_4 = feijão, levedura de cerveja e germe de trigo), aquela à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja, foi a mais adequada para criação em laboratório, por propiciar menor duração de desenvolvimento, a maior viabilidade, e alto valor da razão finita de aumento (λ), além da facilidade de preparo e baixo custo. A redução do número de ínstaes, em relação ao alimento natural foi uma indicação da

adequação nutricional da dieta artificial. A metodologia desenvolvida para manutenção de adultos de *E. aurantiana* mostrou-se adequada para criação contínua do inseto em laboratório. A separação dos sexos, nas fases de lagarta, pupa e adulto é confiável e segura. O número de instares em todas as dietas artificiais foi constante e igual a quatro. Em frutos, *E. aurantiana* desenvolve-se melhor na variedade Natal, apresentando cinco instares quando criado na variedade 'Pera'. A faixa térmica mais adequada para criação do bicho-furão foi a de 28 a 30°C. Baseando-se nas exigências térmicas do inseto, pode ocorrer uma variação de 7 a 8,2 gerações anuais nas principais regiões citrícolas do Estado de São Paulo. Umidades relativas elevadas favorecem a postura e longevidade de *E. aurantiana* que tem hábito de postura crepuscular bem definido, seja em laboratório ou no campo. Baixas populações do inseto não discriminam o estágio de desenvolvimento do fruto para postura. Ocorreu alta mortalidade das fases imaturas do bicho-furão em condições de semicampo. Em condições de semicampo, 67% das pupas foram encontradas no solo e o restante, no fruto. A grande percentagem de frutos atacados encontra-se entre 1 e 2 m de altura na planta. A observação e contagem do córion foi adequada para estudos de dinâmica populacional de *E. aurantiana*. A amostragem baseando-se na contagem de ovos é inviável na prática. A amostragem do bicho-furão para estratégias de controle deverá ser feita baseando-se no adulto. O modelo de exigências térmicas estimado em laboratório se aplica às condições de campo. Adultos de *E. aurantiana* foram atraídos pela lâmpada BL e BLB. A coleta de frutos atacados no solo é insuficiente para evitar a evolução populacional do bicho-furão. É necessária a liberação de um grande número do parasitóide *T. pretiosum* para se conseguir controle de *E. aurantiana*. A dispersão vertical do parasitóide em áreas de *Citrus* chegou a quatro metros. A dispersão horizontal de *T. pretiosum* foi de 11,02 m com uma área de dispersão de 140,45 m², indicando serem necessários 71 pontos de liberação do parasitóide por ha. O braconídeo *Hymenochaonia* sp., parasitóide larval do bicho-furão, pode ser importante na manutenção do nível de equilíbrio desta praga.

BIOECOLOGY AND BIOLOGICAL CONTROL POTENTIAL OF
Ecdytopha aurantiana (LIMA, 1927) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE)
THROUGH *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879.

Author: MAURO SILVEIRAGARCIA

Adviser: JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

SUMMARY

The goal of this work was to develop an artificial diet suitable for rearing *Ecdytopha aurantiana* (Lima, 1927) all year long thus providing for the study of its bioecology, viewing specially the definition of an adequate sampling technique and the verification of the control potential by means of the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879. The work was conducted at the Insect Biology Laboratory, Department of Entomology of the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), University of São Paulo (USP), in Piracicaba and field trials performed in *Citrus* groves in Limeira, Gavião Peixoto (Araraquara region), Colômbia (Barretos region), and Piracicaba, all in the state of São Paulo. *E. aurantiana* was reared under artificial diets with biological characteristics similar to those of an insect reared under natural diet. Although the insect developed under artificial diets with protein sources (D₁= bean, yeast, wheat germ, soybean protein and casein; D₂= corn flour, wheat germ, and yeast; D₃= soybean protein and wheat germ; D₄= bean, yeast and wheat germ), the one based on corn flour, wheat germ and yeast was the most adequate for laboratory rearing in that it provides a lesser development time, highest viability, and a high value of finite ratio of increase (λ), besides being of easy preparation and low cost. The decrease of the number of instars in relationship with the natural food

indicated the nutritional adequacy of the artificial diet. The methodology developed for the maintenance of *E. aurantiana* adults was adequate for continuous laboratory rearing. The procedures for sex separation during the larva, pupa, and adult phases are reliable and safe. The number of instars (four) in all artificial diets was constant. Concerning fruits, *E. aurantiana* is better developed on the Natal variety although it shows five instars when reared on the Pera variety. The most adequate thermal range for *E. aurantiana* rearing was 28 – 30°C. Based on the thermal requirements of the insect a variation of 7 to 8.2 annual generations can occur in the main regions in the state of São Paulo. High relative humidity favored egg laying and longevity of *E. aurantiana*, which has a well defined crepuscular egg laying both in laboratory and field. Low insect populations do not discriminate the fruit development stage for egg laying. High mortality in immature phases of *E. aurantiana* occurred under semi-field conditions. Under such conditions, 67% pupae were found in the soil and the remaining ones in the fruit. The highest rate of attacked fruits were between 1 and 2 m plant height. Chorion observation and count were suitable for the populational dynamics of *E. aurantiana*. The sample based on egg count is practically inviable. *E. aurantiana* sampling for control strategies must be based on adults. The estimated thermal requirement model developed under laboratory conditions can be applied to the field. *E. aurantiana* adults were attracted by BL and BLB lamps. The collecting of ground attacked fruit is not enough to prevent the populational evolution of *E. aurantiana*. The release of a great number of parasitoid *T. pretiosum* is required to control *E. aurantiana*. The vertical dispersal of the parasitoid in citrus areas reached as four meters. The horizontal dispersal of *T. pretiosum* was 11.00 m with a dispersal range of 145.45 m² thus demanding 71 points for parasitoid release per ha. The braconid *Hymenochaonia* sp., a larval parasitoid of *E. aurantiana*, may be important to keep the level of equilibrium of this pest.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, houve no Brasil, um grande aumento na produção de frutos cítricos, passando de 305 milhões de caixas em 1988 para 396 milhões em 1995 (Anuário Estatístico do Brasil, 1996) e para 408 milhões em 1996, sendo que o Estado de São Paulo, produz 343 milhões de caixas, o equivalente a 86,6% da produção total brasileira (Agrianual, 1997).

Entre os muitos fatores que limitam a produção citrícola no país, e especialmente em São Paulo, vem se sobressaindo nos últimos anos, o bicho-furão-dos-citros, *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927), ao lado da CVC e da podridão floral.

No final da década de 70 e início da década de 80, os prejuízos à citricultura, devido ao ataque do bicho-furão já eram citados por Prates et al. (1981).

Entretanto, do final da década de 80 até hoje, a praga aumentou muito em importância, uma vez que, com frequência, tem atingido o nível de dano econômico nas principais regiões citrícolas do Estado de São Paulo. Nestes casos, causam perdas superiores à 50% da produção.

No Estado de São Paulo, o ataque desta praga tem início a partir de novembro e intensifica-se nos meses de janeiro, fevereiro e março. As infestações mais elevadas são observadas nas variedades Pera, Natal e Valência (Prates, 1992), embora o ataque ocorra também em outras variedades.

Levantamentos da ocorrência do bicho-furão foram feitos em 1994/95 nas principais regiões citrícolas do Estado de São Paulo. Em todas elas, a presença do inseto foi observada em diferentes graus de infestação, provocando perdas médias de 0,5 a 1,5

caixas de laranja por planta, podendo ser maiores em alguns casos (Citricultura, 1996). As variedades preferidas, por ordem crescente de ataque, foram Pera, Natal, Valência e Hamlin (Prates & Pinto, 1995). Por se tratarem de frutos para comércio externo, a ocorrência da praga pode ser um obstáculo à exportação para alguns países.

O produtor tem se utilizado de produtos químicos para o controle do bicho-furão, destacando-se triclofom e carbaril, ou o controle biológico através de formulações à base de *Bacillus thuringiensis* (Prates et al., 1981; Nakano & Soares, 1995;), embora, atualmente, os produtos mais utilizados sejam aqueles à base de deltametrina. Porém, além desta prática, a catação dos frutos caídos e no próprio “pé”, também deve ser adotada (Prates & Pinto, 1988b), pois representa 70% da eficiência do controle (Pinto, 1994; 1996).

Apesar dos prejuízos que *E. aurantiana* pode provocar à citricultura, pouco se conhece sobre esta praga, por ter sido, por muito tempo, considerada uma praga secundária (Redfern Jr. & Di Giacomo, 1991).

Desta forma, o objetivo deste trabalho, foi desenvolver uma dieta artificial que permitisse criar *E. aurantiana* durante todo o ano, propiciando o estudo de sua bioecologia, visando principalmente, a definição de uma técnica adequada de amostragem e a verificação do potencial de controle através do parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Bondar, em 1915, encontrou pela primeira vez este inseto infestando laranjas no Estado de São Paulo e identificou-o como *Tortrix citriana* Fernald (Lima, 1927; 1945).

Em 1927, o inseto descrito por Costa Lima como *Gymnandrosoma aurantianum* foi incluído na família Olethreutidae. Em 1945, Costa Lima classificou-o na família Grapholitidae, o que perdurou até pouco tempo.

Mais recentemente, Powell et al. (1995) transferiram *G. aurantianum* para *Ecdyolopha aurantiana* (Lima, 1927), pertencente à família Tortricidae.

Os nomes comuns encontrados na literatura, para este inseto, são bicho-furão, bicho-furão-dos-citros, mariposa dos laranjais, mariposa das laranjas (Fonseca, 1934; Prates et al. 1981; Prates & Pinto, 1988a, 1988b, 1991a, 1991b, 1992, 1995; Pinto, 1994; Nakano & Soares, 1995).

De acordo com Zucchi et al. (1993), esta espécie ocorre em toda a América do Sul. No Brasil, Prates & Pinto (1988b; 1991a) relataram a ocorrência do inseto no Amazonas, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Goiás, Pará, Mato Grosso, Santa Catarina e São Paulo; Alves & Martins (1991) mencionaram a ocorrência no Espírito Santo. No Estado de São Paulo, Prates & Pinto (1995) referiram a praga em 54 municípios das principais regiões citrícolas paulistas.

2.1 Biologia e hábitos

Embora existam poucos trabalhos sobre a biologia desta praga, uma descrição das diferentes fases é feita a seguir, baseando-se na literatura disponível.

A postura é efetuada na superfície dos frutos (Prates & Pinto, 1988a,b). O período de incubação é de 3 a 5 dias (Pinto, 1994; 1995).

Segundo Nakano & Soares (1995), os ovos podem ser colocados nos frutos e também nas folhas, isolados uns dos outros, sendo achatados e transparentes. Com o desenvolvimento embrionário, tornam-se opacos, e, entre 3 e 5 dias eclodem as lagartas, que logo procuram o fruto para penetração.

A lagarta recém eclodida é de coloração marrom-clara, com cerca de 5 mm, atingindo de 15 a 18 mm quando completamente desenvolvida (Prates & Pinto, 1988b; 1991b).

Segundo Fonseca (1934), a lagarta atinge cerca de 18 mm, tendo coloração, no geral, pardo-clara. O autor fez uma descrição morfológica desta fase, incluindo detalhamento de manchas e pilosidade existentes.

De acordo com Nakano & Soares (1995), a lagarta sofre 5 ecdises antes de se transformar em pupa, o que ocorre em 25 dias, ou entre 20 e 25 dias (Prates & Pinto, 1991a; 1991b; Pinto, 1994; 1995).

Após o término do período larval, a lagarta abandona o fruto e procura um abrigo (folhas e detritos secos) penetrando no solo, onde se transforma em pupa. A pupa é de coloração marrom e atinge cerca de 10 mm de comprimento. A duração do período pupal é de 15 a 20 dias, dependendo da temperatura (Prates & Pinto, 1991a; 1991b; Pinto, 1994; Nakano & Soares, 1995).

Os adultos apresentam 17 mm de envergadura, coloração predominantemente acinzentada, tendo as asas posteriores mais claras que as anteriores (Fonseca, 1934).

Lima (1927) refere-se à coloração das asas como sendo ocrácea escura, apresentando, em certos pontos, agrupamentos de escamas negras que formam manchas não bem definidas.

Segundo Prates & Pinto (1988a; 1991b), as asas da fêmea são mais escuras que as do macho, tendo uma mancha característica de coloração marrom clara em volta da margem externa. As asas têm escamas de coloração variada, formando uma combinação que permite ao adulto, quando em repouso, mimetizar um pedaço de casca seca e proteger-se de inimigos naturais.

O hábito dos adultos é crepuscular e cada fêmea coloca de 30 a 70 ovos em 15 dias. Durante o dia, escondem-se no interior das plantas e à noite entram em atividade, acasalando e ovipositando nos frutos verdes ou maduros (Redfern & Di Giacomo, 1991).

O ciclo evolutivo de *E. aurantiana* se completa entre 40 e 53 dias, sendo que, em geral, desenvolve-se um indivíduo por fruto (Prates & Pinto, 1991a; 1991b; Prates, 1992; Pinto, 1994).

Segundo Nakano & Soares (1995), o ciclo evolutivo total é de 30 a 50 dias, variável em função das condições climáticas.

2.2 Sintomas do ataque e danos

As variedades mais infestadas são Pera, Natal, Valência e Hamlin. Os sintomas são muito semelhantes àqueles provocados por mosca-das-frutas (Prates & Pinto, 1991a; 1991b; 1992; 1995). A praga pode atacar tanto frutos verdes como maduros. Nos frutos verdes, forma-se um halo amarelado ao redor do orifício de penetração da lagarta, halo este, que com o tempo, torna-se pardo-escuro. Pelo orifício de penetração, ocorre eliminação de fezes, o que torna possível diferenciar dos sintomas de moscas-das-frutas, que não deixam tais resíduos. Tanto frutos verdes como maduros caem da planta, apodrecendo no solo (Nakano & Soares, 1995). Em geral, o inseto

ocorre, em São Paulo, a partir de novembro, com picos em fevereiro e março (Prates, 1992), podendo, no entanto, ocorrer durante todo o ano (Nakano & Soares, 1995).

2.3 Plantas hospedeiras

Segundo Silva et al. (1968), o bicho-furão-dos-citros é encontrado em citros, goiabeira, lichia, mangueira, e segundo Zucchi et al. (1993), também em macadâmia, podendo, ainda, atacar fruta-do-conde (Nakano & Soares, 1995).

Em Trinidad-Tobago e Dominica, *E. aurantiana* é relatado atacando citros, lichia, banana e cacau e na Costa Rica, frutos de macadâmia (White, 1993).

De acordo com Fennah (1942), em Dominica ocorre em laranja, e, uma grande população, infesta os frutos de *Simaruba amara* (Simarubaceae), que é uma planta usada na região para fazer carvão.

2.4 Controle

O controle de *E. aurantiana* é feito, basicamente, através de produtos químicos e biológicos, estes últimos formulados com *Bacillus thuringiensis* (Bt). Os produtos mais utilizados são mencionados em Prates et al. (1981); Prates & Pinto (1988a, 1992); Prates & Pinto (1991a); Pinto (1995); Guerreiro et al. (1997); Massambani et al. (1997); Pazini & Busoli (1997); Pinto et al. (1997).

Entretanto, produtos químicos matam somente as lagartas que estão fora do fruto. As aplicações indiscriminadas podem ser desastrosas, acarretando desequilíbrios biológicos e surgimento de outras pragas (Citricultura, 1996).

2.4.1 Biológico

Atualmente, o controle biológico do bicho-furão-dos-citros vem sendo feito apenas com formulações à base de Bt. Vários trabalhos, citando o parasitóide de ovos do gênero *Trichogramma*, são encontrados para controle biológico de pragas de algumas frutíferas, entre elas os citros.

Trichogramma é o parasitóide de ovos mais estudado mundialmente, existindo hoje, cerca de 18 espécies criadas massalmente em 16 países, que utilizam liberações inundativas em 18 milhões de ha. Ocorrem mais de 100 espécies de *Trichogramma* que parasitam ovos, especialmente de Lepidoptera, tendo uma ampla distribuição geográfica e atacando uma gama muito grande de hospedeiros, em várias culturas (Parra, 1996a).

Alguns trabalhos visando ao controle de pragas com *Trichogramma* em pomares têm sido feitos. Assim, Allen & Warren (1932) estudaram o efeito de liberações massais de *Trichogramma minutum*, em pomares de pêssego, para o controle da mariposa oriental, com resultados pouco promissores.

Yu et al. (1984) verificaram a dispersão de *Trichogramma* spp., em pomares de maçã, após liberações massais, visando ao controle de *Cydia pomonella* (L.). A velocidade de parasitismo de *T. minutum* foi alta em árvores situadas na direção do vento, em relação ao ponto de liberação. A dispersão vertical e horizontal de *T. pretiosum*, dentro de uma planta, foi igual em todos os sentidos, não sendo afetada pela direção do vento. Entretanto, para *T. minutum*, a dispersão vertical no interior da planta, considerando plantas adjacentes ao ponto de liberação, sofreu influência da direção do vento, concentrando o parasitismo na porção inferior da copa das plantas. Da mesma forma, chuvas e baixas temperaturas reduziram a velocidade de parasitismo de *C. pomonella* por *T. minutum*.

Newton & Odendaal (1990) liberaram 80.000 *Trichogrammatoidea cryptophlebiae* semanalmente durante 29 e 33 semanas, em duas estações sucessivas, visando controlar um tortricídeo (*Cryptophlebia leucotreta*) em *Citrus*. A população

larval foi reduzida nas áreas com liberação em 54 e 60%, respectivamente em cada estação. O percentual de dano na colheita, também foi reduzido em 49,4 e 61,1%, respectivamente. Os resultados foram similares àqueles obtidos com um produto que inibe a síntese de quitina da praga, sendo o custo de produção do parasitóide 30% inferior ao custo do controle com o inseticida fisiológico.

2.4.2 Cultural

Além do controle químico, a catação dos frutos caídos e também dos frutos atacados e que estejam nos “pés” de laranja, deve ser feita (Prates & Pinto, 1988b), pois representa 70% da eficiência do controle (Pinto, 1994; 1996), sendo a medida mais eficiente para interromper o ciclo do inseto (Citricultura, 1996).

Prates & Pinto (1988a) recomendam, como medida cultural de controle, a catação e enterrio dos frutos caídos em uma vala de 60 cm de profundidade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Piracicaba, da Universidade de São Paulo (USP), sendo os estudos de campo realizados em fazendas citrícolas nos municípios de Limeira, Gavião Peixoto (região de Araraquara), Colômbia (região de Barretos) e Piracicaba, todos no Estado de São Paulo (Figura 1).



Figura 1. Localização das áreas experimentais (Limeira, Araraquara, Barretos e Piracicaba) e de 2 outras áreas (Bebedouro e São José do Rio Preto) utilizadas para análise climatológica relacionada à *Ecdytolopha aurantiana*.

3.1 Criação de manutenção de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927)

Inicialmente, foram colhidos frutos atacados pelo bicho-furão, retirando-se as lagartas em laboratório, transferindo-as para tubos de vidro de 2,5 X 8,5 cm, contendo dieta artificial, para complementação do período larval e posterior desenvolvimento do período pupal.

Tão logo ocorria a emergência dos adultos, estes eram transferidos para gaiolas de madeira de 25 X 25 X 25 cm, revestidas de tela de náilon, onde eram alimentados com solução de mel à 10%, fornecida por capilaridade, em rolos dentais mantidos em frascos plásticos (Figura 2A), num total de cinco frascos de alimentação por gaiola. A umidade no interior da gaiola foi fornecida, através de um recipiente plástico de 8,5 X 4,0 X 3,5 cm contendo água destilada (Figura 2B). Na tampa deste recipiente foi feita uma abertura de 5 cm de comprimento, onde introduziu-se um pedaço de papel de filtro dobrado (Figura 2C), de forma que 30 cm² do mesmo ficasse em contato com o ambiente, sendo a umidade obtida por capilaridade. Tanto as reposições do alimento, como da água no recipiente, eram feitas a cada dois dias. No interior de cada gaiola eram mantidos entre 200 e 300 adultos. Os adultos emergidos diariamente eram distribuídos nas gaiolas. A ventilação da sala foi mantida através de um ventilador FAET® com hélice de 30 cm, funcionando diuturnamente, na velocidade mínima. A umidade relativa da sala foi mantida a $65 \pm 10\%$ através da distribuição de bandejas com água pela mesma, sendo a temperatura de $27 \pm 2^\circ\text{C}$ e a fotofase de 14 horas.

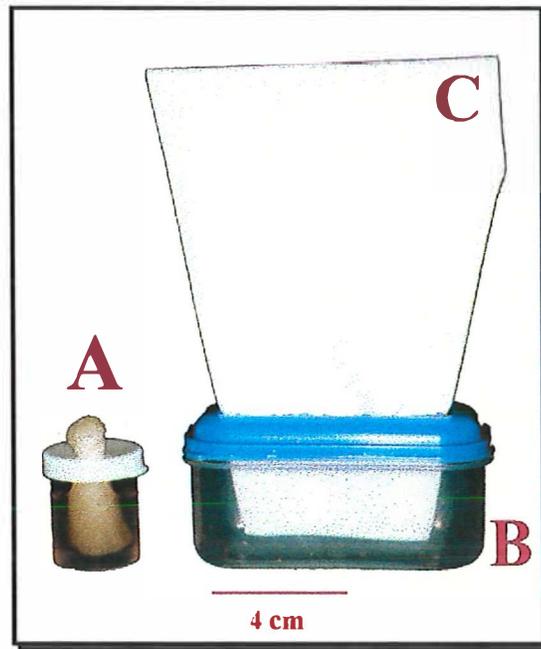


Figura 2. Frasco plástico utilizado para alimentação de adultos (A) e recipiente plástico contendo água destilada (B) com papel de filtro (C) para manutenção da umidade na gaiola.

Numa das faces da gaiola foi fixado, com fita adesiva, polietileno transparente, porém resistente, que servia também como substrato de oviposição. O mesmo tipo de polietileno e com a mesma finalidade, foi utilizado também para revestir os frascos de alimentação e recipientes com água, assim como as porções inferior e laterais internas das gaiolas, que tiveram revestimento em 5 cm da sua largura (Figura 3). Estes plásticos, contendo os ovos, eram substituídos diariamente, mergulhados em sulfato de cobre a 1% por 10 minutos para desinfecção externa dos ovos e transferidos para um saco de polietileno (20 X 30cm), para o desenvolvimento embrionário. Neste local, a umidade foi fornecida através de um círculo de papel de filtro, com 9 cm de diâmetro, umedecido com água destilada e colocado, solto, no seu interior.

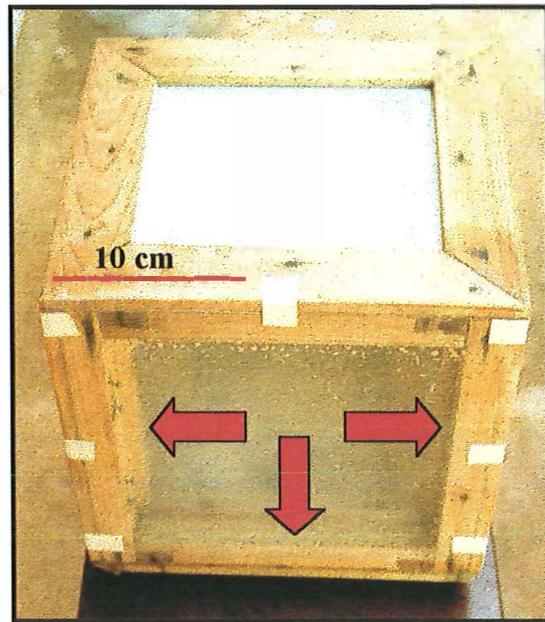


Figura 3. Gaiola de madeira utilizada para criação de *Ecdytolopha aurantiana*. As setas indicam os locais revestidos com plásticos para a oviposição.

Após a eclosão, as lagartas eram transferidas para tubos de vidro (2,5 X 8,5 cm), contendo dieta artificial, mantendo-as em suportes de madeira (Parra, 1996 b), em sala com temperatura de $27 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Em cada tubo de vidro, eram colocadas 5 lagartas de *E. aurantiana*.

Após a pupação, utilizaram-se dois métodos para manipulação das pupas:

- 1^a) Os tubos contendo as pupas não eram manuseados, ocorrendo a emergência neste local, sendo os adultos transferidos daí, diretamente para as gaiolas de criação (Figura 4A);
- 2^a) As pupas eram retiradas dos tubos de vidro e transferidas para placas de Petri, abertas, e estas colocadas em sacos de polietileno, ocorrendo a emergência neste local (Figura 4B). Daí os adultos eram transferidos para as gaiolas de criação. Um fluxograma da criação de manutenção é apresentado na Figura 5.

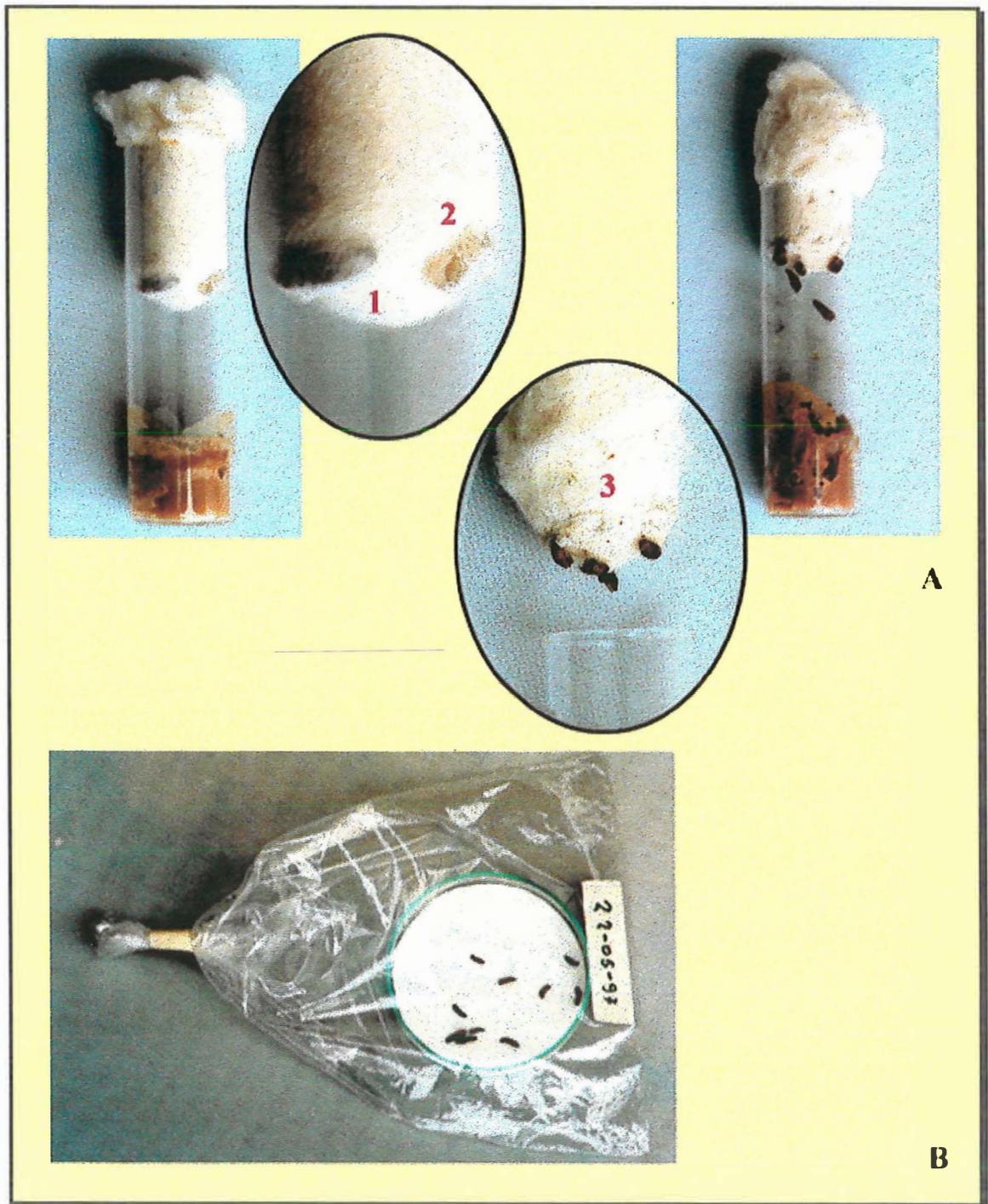


Figura 4. Obtenção de pupas de *Ecdytolopha aurantiana* em tubos de vidro (A) e sacos plásticos (B). 1 – pupa em algodão; 2 – pré-pupa em algodão; 3 – invólucros pupais.

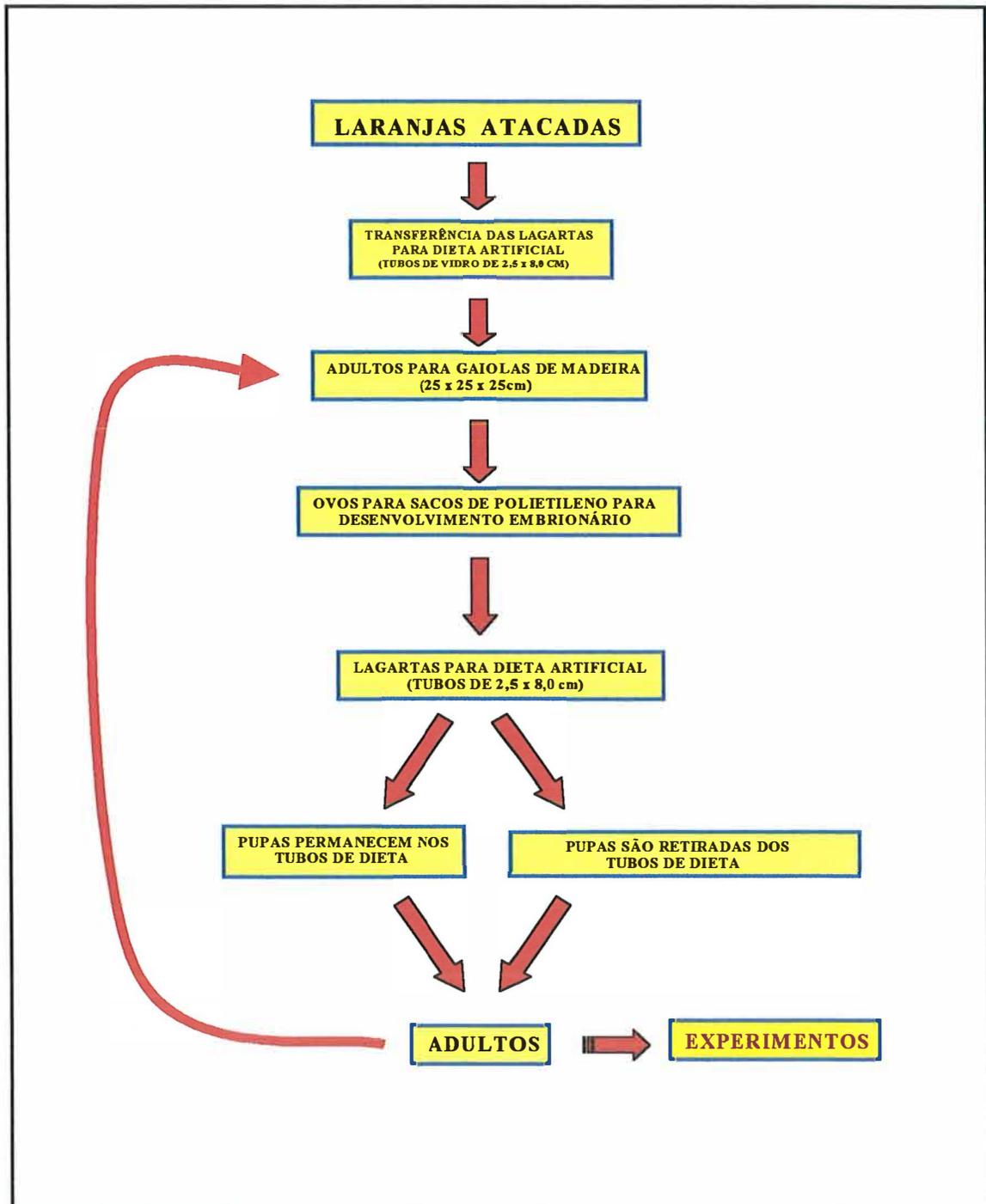


Figura 5. Esquema da condução da criação de manutenção de *Ecdytolopa aurantiana* em laboratório.

3.2 Biologia de *E. aurantiana* em laboratório

3.2.1 Período embrionário

Para a determinação do período embrionário e viabilidade de ovos de *E. aurantiana* foram utilizados ovos provenientes da criação de manutenção. Os ovos foram desinfetados, como descrito em 3.1, transferidos para quatro placas de Petri em grupos de 30 ovos por placa, totalizando 120 ovos. No fundo das placas, foi colocado papel de filtro levemente umedecido com água destilada e estas vedadas com filme plástico de PVC (Magipack®), fixado com fita adesiva. As placas contendo os ovos foram transferidas para câmaras climatizadas (BOD) com temperatura constante de 25°C, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. A evolução do desenvolvimento embrionário foi acompanhada até a eclosão.

3.2.2 Desenvolvimento de uma dieta artificial - Biologia comparada

Objetivando desenvolver uma dieta artificial para *E. aurantiana* para que as pesquisas não fossem interrompidas durante o ano, foram comparadas quatro dietas artificiais (D), formuladas com diferentes fontes protéicas (D₁= feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, proteína de soja e caseína; D₂= farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja; D₃= proteína de soja e germe de trigo; D₄= feijão, levedura de cerveja e germe de trigo) (Tabela 1).

As lagartas utilizadas para tal comparação foram provenientes de posturas da criação de manutenção do laboratório (3.1).

Lagartas recém eclodidas foram individualizadas em tubos de vidro de 2,5 X 8,5 cm, contendo dieta artificial, mantidos em caixas de madeira como em 3.1 mantidas a $27 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14h. Foram observados: duração e viabilidade dos estágios larval, pré-pupal e pupal, número de ínstars, razão sexual, peso de pupas

com 24 horas, fecundidade e longevidade de adultos. A estimativa da longevidade média e a curva de sobrevivência de adultos baseou-se no modelo de distribuição de Weibull (Sgrillo, 1982). Para cada dieta artificial, foram individualizadas, nos tubos, 150 lagartas. A metodologia de preparo da dieta e transferência para os tubos baseou-se em Parra (1996 b). A separação dos sexos foi feita baseando-se em características morfológicas da lagarta, pupa e adulto (Figuras 18, 20, 23).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os resultados obtidos submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para determinação do número de ínstars, das 150 lagartas utilizadas para comparação das dietas, 50, de cada dieta, foram separadas para medição diária das respectivas cápsulas cefálicas. Tal medição, feita através do tubo de vidro, foi realizada até a transformação em pré-pupa, utilizando-se o equipamento Wild MMS 235 acoplado a um microscópio estereoscópico.

Para o estudo da fecundidade e longevidade de *E. aurantiana* foram individualizados, para cada dieta, 30 casais de *E. aurantiana* em gaiolas de PVC com 12 cm de altura e 10 cm de diâmetro (Figura 6). As gaiolas foram dispostas em bandejas, sobre discos de papel de filtro, umedecidos diariamente com água destilada. A extremidade superior da gaiola foi fechada com um pedaço de tecido de malha fina (filó), preso com elástico. A alimentação foi feita como em 3.1, utilizando-se um recipiente por gaiola. Tanto os frascos de alimentação como as gaiolas, foram revestidos de polietileno, onde as fêmeas realizavam a postura. Diariamente, era observada a mortalidade dos adultos e o polietileno (contendo os ovos) retirado, procedendo-se como em 3.1. A partir destes dados foram calculadas as tabelas de vida de fertilidade para *E. aurantiana*, criada em cada dieta, baseando-se em Silveira Neto et al. (1976).

Tabela 1. Dietas artificiais utilizadas para comparação do desenvolvimento de *Ecdytolopha aurantiana* em laboratório.

CONSTITUINTES	DIETAS			
	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
Feijão branco	75,00 g	-	-	-
Feijão 'Carioca'	-	-	-	247,50 g
Germe de trigo	60,00 g	42,00 g	35,00 g	118,80 g
Sojinha®	30,00 g	-	-	-
Caseína	30,00 g	-	-	-
Cloreto de colina	-	-	1,80 g	-
Levedura de cerveja	30,00 g	45,00 g	-	75,75 g
Farelo de milho	-	168,00 g	-	-
Farelo de soja	-	-	120,00 g	-
Açúcar	-	-	120,00 g	-
Ácido ascórbico	3,60 g	6,00 g	4,20 g	7,65 g
Ácido sórbico	1,80 g	-	-	2,47 g
Ácido benzóico	-	1,50 g	-	-
Sais de Wesson	-	-	17,00 g	-
Nipagin	1,50 g	3,20 g	7,00 g	4,72 g
Tetraciclina	113,00 mg	-	0,30 g	-
Formaldeído	3,60 ml	-	1,70 g	18,75 ml
Solução vitamínica	9,00 ml	-	25,00 ml	-
Vita Gold®	-	-	9,00 ml	-
Ágar	23,00 g	30,00 g	25,00 ml	30,75 ml
Água	1200,00 ml	1400,00 ml	2000,00 ml	1792,50 ml

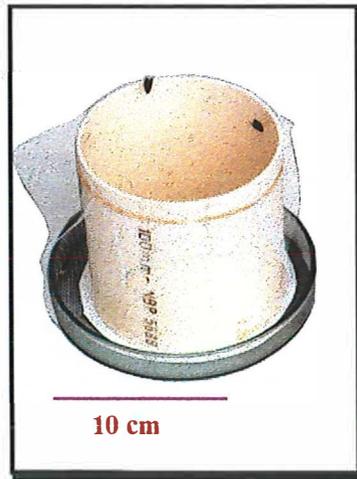


Figura 6. Gaiola de PVC utilizada para estudo da longevidade e fecundidade de *Ecdytolopha aurantiana*.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os resultados obtidos submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.3 Biologia nas variedades Pera e Natal

A biologia no hospedeiro natural foi desenvolvida nas variedades Natal e Pera. Utilizaram-se laranjas em estágio de maturação avançado, “inoculando-se” uma (1) lagarta recém eclodida por fruto. As laranjas, após a “inoculação”, foram colocadas em bandejas plásticas, contendo uma fina camada de areia na parte inferior para eventual pupação e mantidas em câmara climatizada com temperatura de 27°C, UR 60 ± 10% e fotofase de 14 horas. Diariamente, 24 horas após a inoculação, 15 lagartas eram retiradas das laranjas (variedade Pera) e suas cápsulas cefálicas medidas, como descrito para

dietas artificiais. A determinação do número de ínstaes baseou-se no método da curva de distribuição de frequências (Taylor, 1931; Parra & Haddad, 1989), tanto em dieta natural como em artificial. Foram determinados a duração dos períodos larval, pré-pupal, pupal, ciclo total (ovo - adulto), viabilidade de cada fase, local onde se deu a pupação e número de ínstaes.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os resultados obtidos submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.4 Exigências térmicas

O desenvolvimento embrionário de *E. aurantiana* foi estudado em sete temperaturas (18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32°C) em câmaras climatizadas do tipo BOD. Para cada temperatura, foram observados 120 ovos, em quatro repetições com 30 ovos, mantidos em placas de Petri com 9 cm de diâmetro, contendo no fundo, papel de filtro levemente umedecido com água destilada. Para proporcionar uma melhor vedação, evitando que as lagartas saíssem da placa após a eclosão, utilizaram-se sempre dois fundos ou tampas das placas, formando um conjunto (repetição) com ovos. Estes conjuntos, foram vedadas com filme plástico de PVC (Magipack®) e fixados com fita adesiva. O limiar térmico inferior (t_b) e a constante térmica (K), foram calculados utilizando-se o método da hipérbole (Haddad & Parra, 1984).

Foi utilizado o delineamento estatístico inteiramente casualizado e os resultados submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para determinação da t_b e K das fases de desenvolvimento de *E. aurantiana* foram individualizadas 100 lagartas recém eclodidas, em tubos de vidro de 2,5 X 8,5 cm, contendo a dieta artificial selecionada em 3.2, para cada temperatura (18,

20, 22, 25, 28, 30 e 32°C). Os tubos foram colocados, invertidos (fundo para cima), em grades de arame com capacidade para 40 tubos, e estes em câmaras climatizadas do tipo BOD. As avaliações eram diárias, anotando-se a evolução para cada estágio de desenvolvimento. A t_b e K foram calculadas de forma idêntica àquela referida para o período embrionário, sendo as análises estatísticas também semelhantes.

Foi estimado, baseando-se nas exigências térmicas, o número de gerações anuais de *E. aurantiana* em cinco regiões citrícolas do Estado de São Paulo (Figura 1): Limeira, Araraquara, Bebedouro, Barretos e São José do Rio Preto, utilizando-se as normais térmicas destas regiões. Estes dados, também foram utilizados, ao lado das condições de UR, para elaboração de climogramas (termohigrogramas), baseando-se em Silveira Neto et al. (1976), para as 5 regiões, as quais foram confrontadas com as condições ótimas de temperatura e umidade relativa de *E. aurantiana*. Os dados climáticos das 5 regiões foram obtidas através do Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ/USP.

3.2.5 Efeito da umidade relativa (UR) sobre ovos, lagartas e adultos de *E. aurantiana*

Os frutos de laranja antes de serem oferecidos para postura, foram parafinados em 80% de sua área para reduzir a perda de água. Para isso cobriu-se a área do fruto que não receberia parafina, com fita adesiva, mergulhando-se os frutos, por alguns instantes, na parafina derretida em um Becker. Os frutos, assim preparados, foram colocados nas gaiolas com os adultos por um período de 12 horas, no horário de maior postura de *E. aurantiana* (3.2.6) sendo a seguir transferidos para dessecadores (Figura 7).

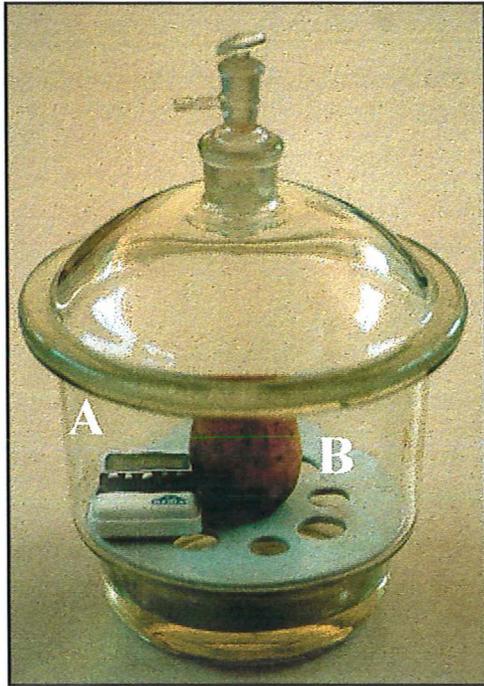


Figura 7. Dessecador utilizado para estudar o efeito da umidade relativa (UR) sobre ovos e lagartas de *Ecdytolopha aurantiana*. A – higrômetro; B – fruto de laranja.

Laranjas maduras da variedade Pera, contendo posturas do bicho-furão obtidas em laboratório, (em torno de 30 ovos/laranja) foram colocadas em dessecadores com diferentes UR (30, 50, 70 e 90%), mantidas através de soluções de H_2SO_4 de diferentes normalidades. Foram observados o período de incubação e a viabilidade da fase de ovo nas quatro UR. Os frutos foram mantidos nos dessecadores após a eclosão das lagartas, quando se observou o percentual de penetração das mesmas em cada tratamento, que constou de cinco repetições, totalizando 150 ovos.

Para se observar a longevidade e fecundidade de adultos, dez casais do bicho-furão foram individualizados em gaiolas de madeira (12,5 X 12,5 X 12,5 cm) revestidas de tela de náilon e colocadas em dessecadores (Figura 8), nas mesmas UR

utilizadas para o estudo do período embrionário. Foram observadas a fecundidade, viabilidade da segunda postura e longevidade dos adultos, através de observações diárias, usando a mesma metodologia de 3.1. O substrato para postura foi o mesmo mencionado em 3.1. Os adultos foram alimentados com solução de mel à 10% oferecida em rolos dentais de algodão umedecidos na solução de mel, colocados em recipientes no interior da gaiola, com renovação diária. Cada tratamento foi repetido cinco vezes. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, sendo os resultados submetidos à análise de variância, e as médias comparadas, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

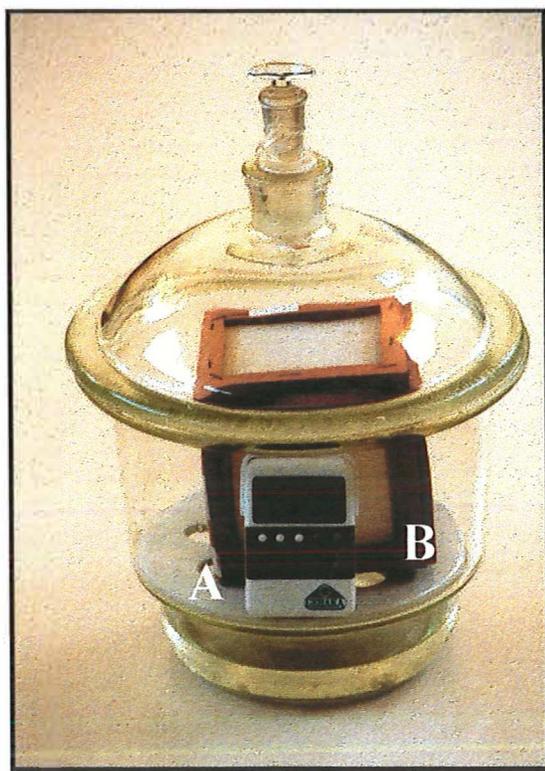


Figura 8. Dessecador utilizado para estudar o efeito da umidade relativa (UR) sobre adultos de *Ecdytolopha aurantiana*. A – higrômetro; B – gaiola para adultos.

3.2.6 Horário de postura em laboratório

O objetivo desta etapa foi determinar a faixa de horário de postura de *E. aurantiana*. Este parâmetro poderá ser utilizado no planejamento estratégico de controle da praga.

Foram instalados dois ensaios:

1º ensaio - Contagens de ovos em quatro horários: 19; 23; 3 e 7 horas.

Estes horários foram determinados em função de já se ter conhecimento, através de observações preliminares, que em laboratório, a colocação de ovos se iniciava por volta das 19 horas.

Utilizaram-se gaiolas, como as usadas na criação de manutenção (3.1), contendo aproximadamente 80 casais em cada uma delas, contando-se os ovos nos horários estabelecidos. Para facilitar as contagens dos ovos, o substrato de postura (polietileno transparente), foi quadriculado (2 X 2 cm) com caneta de retroprojektor (Figura 9). As contagens foram cumulativas para evitar o manuseio das gaiolas e o possível estresse dos insetos. Nas contagens da noite, após a luz da sala ter sido desligada, os ovos eram visualizados com iluminação dirigida, através de uma lanterna. As contagens foram feitas por cinco dias consecutivos, de 01/11 a 05/11/1996.

2º ensaio - Uma vez definida a faixa de horário de maior concentração de ovos no 1º ensaio, utilizando-se a mesma metodologia, foram realizadas contagens a cada meia hora, iniciando-se a partir do início das posturas (17 horas) até o término da faixa de horário observada (23 horas), realizando ainda, como segurança, uma última contagem às 7 horas. Foram feitas quatro contagens em dias consecutivos, de 28/04 a 01/05/97. Na sala onde os ensaios foram desenvolvidos a luz era controlada por um relógio de tempo (“timer”) desligado às 20 horas e ligado às 6 horas.

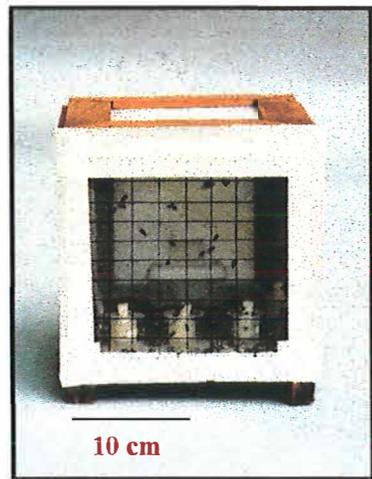


Figura 9. Gaiola de criação de *Ecdytolopha aurantiana* com polietileno (local de postura) quadriculado para facilitar a contagem de ovos.

Uma segunda observação foi feita, desligando-se a luz às 18 horas e iniciando-se as contagens de ovos às 16:30 horas. As contagens somente foram iniciadas, após três dias de adaptação dos insetos à nova escotofase.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado e os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.7 Oviposição e desenvolvimento larval de *E. aurantiana* em frutos em diferentes estágios de desenvolvimento

As observações foram feitas em frutos da variedade Pera utilizando-se cinco estágios de desenvolvimento (em ordem crescente de maturação de 1 a 5) (Figura 10). Foram instalados dois ensaios, um com alta população (20 casais) e outro com baixa população (5 casais) de *E. aurantiana* por gaiola.

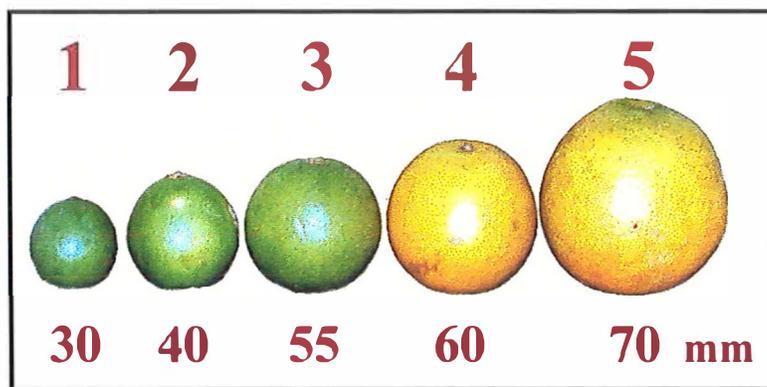


Figura 10. Frutos em diferentes estágios de desenvolvimento (escala de 1 a 5) e diferentes diâmetros (30 a 70mm) para avaliação de oviposição e desenvolvimento de *Ecdytolopha aurantiana*.

1º ensaio - Vinte casais de *E. aurantiana*, recém emergidos, foram transferidos para gaiolas circulares (30 X 40 cm) com armação de ferro e fechadas com tela de náilon (Figura 11) contendo uma abertura lateral, com “manga” de tecido de algodão, facilitando a manipulação dos insetos. No fundo da gaiola, foi colocado um círculo de isopor, onde as laranjas em diferentes estágios de maturação foram dispostas (Figura 11). Os adultos receberam alimentação com solução de mel a 10% como em 3.1, utilizando-se um frasco por gaiola. As laranjas eram substituídas diariamente, procedendo-se à contagem dos ovos. Foram analisadas seis gaiolas simultaneamente durante cinco dias.

2º ensaio - Toda a metodologia utilizada foi semelhante à do 1º ensaio, alterando-se apenas o número de casais, que foi reduzido para cinco (baixa pressão de população) por gaiola.

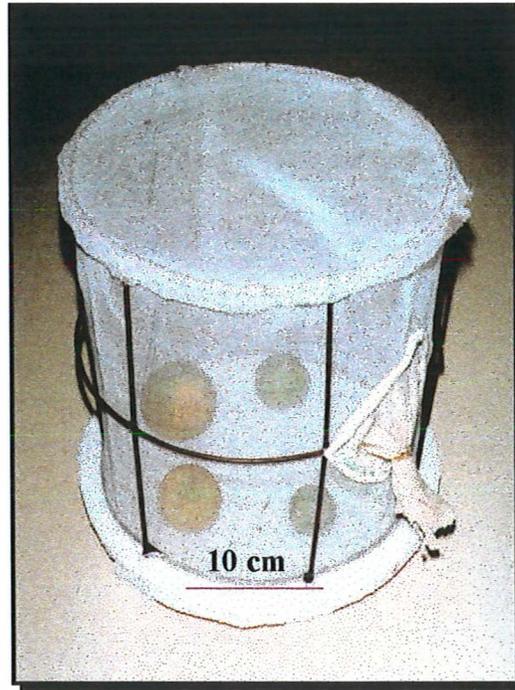


Figura 11. Gaiola utilizada no estudo da oviposição de *Ecdytolopha aurantiana* em frutos em diferentes estágios de desenvolvimento.

Os frutos com ovos, nos dois ensaios, colocados nos estágios de desenvolvimento 1, 2 e 3, foram transferidos para sacos de polietileno, onde ocorreu o desenvolvimento embrionário observando-se também se havia penetração no fruto e desenvolvimento larval. Os frutos dos estágios de desenvolvimento 4 e 5 não foram observados quanto à penetração e desenvolvimento larval, pelo fato de já se ter conhecimento prévio de que isto ocorria nestes estágios de maturação. Após a eclosão, laranjas em que as lagartas penetraram e iniciaram o desenvolvimento, foram colocadas em câmaras climatizadas do tipo BOD, com temperatura constante de 28°C, para observação da evolução do estágio larval. No início do apodrecimento dos frutos, (10 e 12 dias), estes eram abertos para observação do ínstar larval. O delineamento

experimental, análise estatística e comparação das médias obedeceram ao esquema descrito em 3.2.6.

3.3 Bioecologia em semi-campo e campo

3.3.1 Biologia em telado (semi-campo)

Este estudo foi conduzido no Departamento de Entomologia da ESALQ/USP. Foram utilizadas três mudas de laranja da variedade Pera, transplantadas para baldes e colocadas em gaiola de madeira, com tela de náilon, de 3.0 x 1.6 x 2.0 m (Figura 12) instalada no interior de uma casa-de-vegetação. Os frutos, em número de 56, já desenvolvidos e em início de maturação, foram “inoculados” com lagartas recém eclodidas, acompanhando-se o seu desenvolvimento até a emergência dos adultos. A área da base da gaiola foi coberta por uma lona plástica e esta, por uma fina camada de terra que, após a emergência dos adultos, foi peneirada para se observar a presença de eventuais invólucros pupais. Com esta mesma finalidade (detecção do local de pupação), observaram-se também as laranjas que estavam sobre o solo e com sintomas de ataque, assim como as folhas caídas. Não houve controle de temperatura e UR, sendo a pesquisa realizada no período de junho a agosto de 1997.

3.3.2 Horário de postura em condições naturais

As gaiolas, contendo os adultos, como em 3.2.6, foram colocadas em condições naturais por dois dias para adaptação dos insetos às condições de luz e temperatura e, a partir do terceiro dia, realizaram-se as contagens, como descrito em 3.2.6. As contagens tiveram início às 16 horas e se estenderam até o término da faixa preferencial de postura determinada em 3.2.6.

O delineamento experimental, análise estatística e comparação das médias obedeceram ao esquema descrito em 3.2.6.

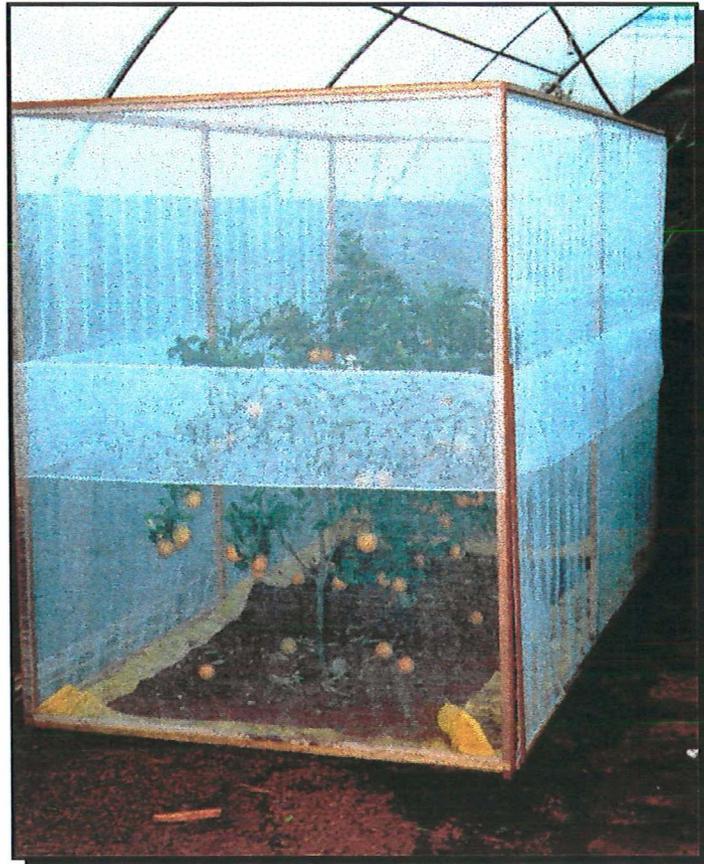


Figura 12. Gaiola utilizada em estudos de biologia de *Ecdytolopha aurantiana* em semi-campo.

3.3.3 Distribuição da praga na planta

Foram determinadas a face e altura da planta “preferidas” para ataque do bicho-furão. Este trabalho foi desenvolvido nos municípios de Limeira, Gavião Peixoto e Colômbia, em SP (Figura 1). A amostragem foi realizada em áreas com ataque da praga,

sendo as plantas examinadas, os frutos atacados colhidos e registrado o quadrante de coleta (N, S, L, O). Quando esta localização não estava bem definida, considerou-se o ataque como sendo no centro da planta. Em Limeira, na fazenda Laranja Azeda, foram coletados 360 frutos, em uma área com exposição norte/sul das plantas. Em Gavião Peixoto, na fazenda Nova Trento, foram colhidos 600 frutos, sendo a exposição das plantas leste/oeste e em Colômbia foram avaliadas duas áreas, na fazenda Barreiro Grande, colhendo-se em cada uma delas 840 frutos, sendo a exposição das plantas leste/oeste em uma área e norte/sul na outra.

Quanto à altura de ataque da praga, o trabalho foi conduzido em pomar atacado pela praga no município de Colômbia, nas fazendas Campo Grande e Muriti e em Gavião Peixoto na fazenda Maringá. As plantas eram examinadas e todos os frutos atacados colhidos, registrando-se as alturas nas quais estes se encontravam. Para tal determinação, as plantas foram divididas em diferentes alturas, distanciadas de 0,5 metro, utilizando-se uma régua com 5 metros de comprimento colocada ao lado das mesmas. Foram avaliados 1578 frutos.

3.3.4 Dinâmica populacional com base na fase de ovo

Esta fase do trabalho foi conduzida nos municípios de Limeira e Gavião Peixoto, SP em condições de campo (Figura 1). Em Limeira, foram avaliadas as variedades Pera, Pera Lima, Valência e Ponkan, e em Gavião Peixoto, as variedades Pera, Valência, Natal e Hamlin. O estudo da dinâmica populacional foi feito em uma área de 1 ha, caminhado-se em ziguezague (Figura 13). Quinzenalmente, foram amostradas 13 plantas sendo 4 em cada lateral, totalizando 8 e 5 plantas na diagonal. Em cada planta, foram colhidos 4 frutos sem ataque aparente, um por quadrante. Os frutos foram examinados no laboratório sob microscópio estereoscópico para verificação de ovos ou córions (quando já havia ocorrido a eclosão). Foram anotados o número de ovos ou córions por fruto ou orifício de penetração (quando encontrado). Em Limeira, o período

de amostragem foi de 27/12/95 à 25/06/97 e em Gavião Peixoto de 30/07/96 à 21/06/97. Para Limeira, o modelo de exigências térmicas determinado em laboratório, para previsão do número de gerações (3.2.4), foi confrontado com os picos populacionais de *E. aurantiana* obtidos em campo.

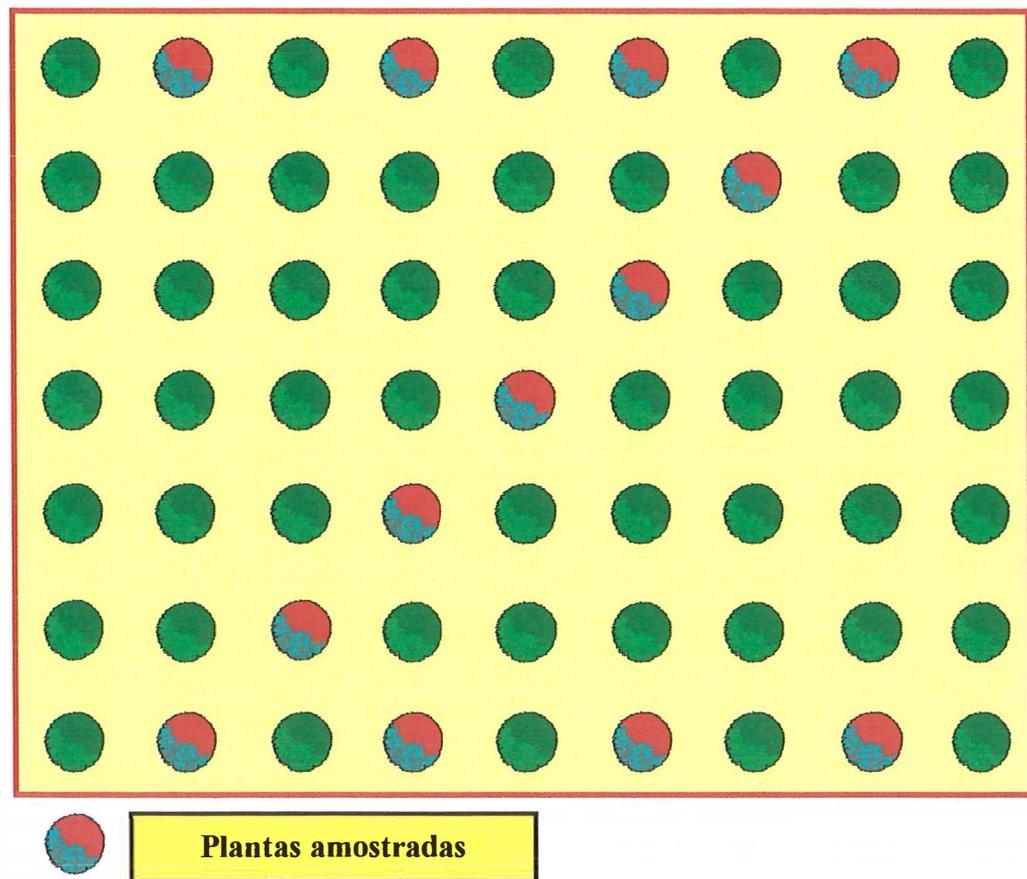


Figura 13. Esquema de amostragem de frutos (caminhamento em ziguezague) para estudo da dinâmica de ovos de *Ecdytolopha aurantiana*.

3.4 Estudos visando a amostragem

Baseando-se nos valores da t_b e K calculados em 3.2.4 e na dinâmica populacional da praga (3.3.4), foi possível, baseando-se em Parra (1985), estimar o número provável de gerações de *E. aurantiana* nas principais regiões produtoras de citros no Estado de São Paulo (Limeira, Araraquara, Bebedouro, Barretos e São José do Rio Preto) (Figura 1), assim como prever as épocas de ocorrência da mesma, o que poderá facilitar a adoção de medidas de controle.

Visando à amostragem da praga, através de adultos, foi instalado um ensaio utilizando-se luzes com seis comprimentos de ondas (BL - black light; PL - plant light; Y - yellow; BLB - black light blue; G - green e B - blue). Para isto, foi utilizada uma “arena” com seis saídas, colocando-se, em cada uma delas, um tipo de lâmpada (Figura 14) (Botelho et al., 1973). Foram liberados, na parte central da arena, 100 adultos de *E. aurantiana*, não separados por sexo, e realizada a contagem dos insetos recapturados por lâmpada, após uma hora. Utilizaram-se 600 insetos, divididos em 6 grupos, totalizando 6 liberações. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

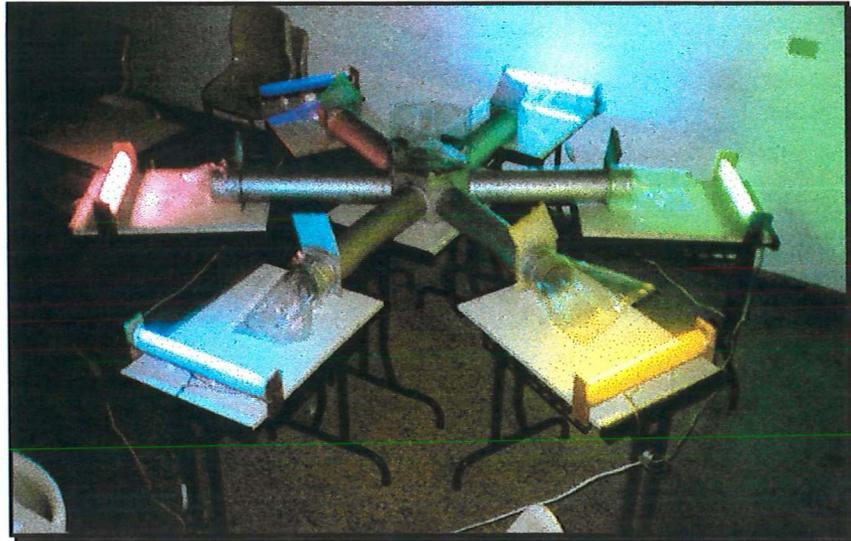


Figura 14. Arena utilizada para estudos de atração de *Ecdytolopha aurantiana* com lâmpadas de diferentes comprimentos de onda.

3.5 Alternativas ao controle químico

3.5.1 Controle cultural - Estágio de desenvolvimento de *E. aurantiana* em frutos caídos

Visando determinar o estágio de desenvolvimento de *E. aurantiana* encontrado em frutos caídos no solo, foram amostradas laranjas na região de Barretos, nas fazendas Barreiro Grande e Muriti, de propriedade da Citrosuco Agrícola. Em uma área de 25 ha, na fazenda Barreiro Grande, foram amostrados 400 frutos do solo, supostamente caídos em decorrência do ataque do bicho-furão. Para a amostragem representar a área, foram casualizadas 100 plantas e, de cada uma, considerando-se a projeção da copa, foram recolhidos 4 frutos. Estes frutos foram examinados para verificação da presença ou ausência de formas imaturas de insetos. Foram registrados frutos com lagartas nos diversos ínstares (5, no caso), frutos atacados por moscas-das-

frutas, frutos com sintoma, mas sem a presença da lagarta de *E. aurantiana* e ausência de sintoma. Nesta área a infestação da praga era alta e os frutos se encontravam em estágio de pré-colheita.

Na fazenda Muriti, numa área também de 25 ha da variedade Hamlin e utilizando-se a mesma metodologia, iniciaram-se os levantamentos com os frutos ainda em desenvolvimento, em torno de 60 dias antecedendo a colheita, objetivando verificar a evolução do ataque. Nesta área as amostragens foram quinzenais, estendendo-se até a colheita. No início das amostragens a infestação já era alta e não foram adotadas medidas de controle da praga. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a real importância de coletas de frutos no solo como medida de controle cultural de *E. aurantiana*.

3.5.2 Controle biológico

Avaliou-se a viabilidade da utilização do parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley, 1875 (Hymenoptera, Trichogrammatidae).

3.5.2.1 Potencial de parasitismo

As pesquisas foram conduzidas no laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP e em pomares nos municípios de Piracicaba e Limeira, SP. O parasitóide foi proveniente da coleção de linhagens de *Trichogramma* do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP. A técnica para criação do parasitóide foi aquela descrita por Parra et al. (1989) e Parra (1997).

Foram oferecidas, em laboratório, laranjas da variedade Pera, em estágio de maturação avançado (colheita), para obtenção de postura de *E. aurantiana* nas gaiolas referidas em 3.1. As laranjas oferecidas, em número de oito, foram divididas em dois lotes de quatro, de forma que os ovos tivessem zero (recém colocados) e 24 horas de

idade no momento da liberação do parasitóide (linhagem L_1). As laranjas, com posturas do dia, continham 17, 20, 23 e 12 ovos e aquelas com posturas de 24 horas, 4, 14, 13 e 23 ovos. As laranjas foram penduradas ao acaso em uma laranjeira com 2,5 m de altura e foram mantidas entre 1,7 e 2,0 m. Nos ramos, onde as laranjas foram penduradas, pincelou-se cola (“stick”) para evitar a ação de predadores. A liberação dos parasitóides, na proporção de 20 parasitóides : ovo do bicho-furão, foi feita caminhando-se ao redor da planta e com o frasco, que continha os insetos recém emergidos, aberto. O tempo de exposição dos ovos foi de 24 horas. Decorrido este período, os ovos foram recolhidos e incubados a 25°C até o aparecimento das pupas do parasitóide (escurecimento característico).

3.5.2.2 Relação entre fêmea de *T. pretiosum* por ovo de *E. aurantiana* para máximo parasitismo

A relação entre fêmeas de *T. pretiosum* por ovo de *E. aurantiana* para o máximo parasitismo também foi avaliada, através da liberação de números variáveis do parasitóide, fixando-se o número de ovos de *E. aurantiana*. Os ovos foram obtidos dos substratos de postura da criação de manutenção (3.1). Os ovos foram expostos ao parasitismo em gaiolas de 60 X 30 X 60 cm. No interior destas gaiolas, foram colocadas mudas de citros da variedade Ponkan para fixação dos ovos de *E. aurantiana*, divididos em três grupos de 10 ovos distribuídos pela planta. Porções do substrato de postura (3.1) contendo os ovos, foram recortados e fixados às plantas através de fita adesiva.

Foram utilizados 30 ovos do bicho-furão por muda, sendo liberados 24, 48, 96, 192 e 384 fêmeas de *T. pretiosum*, (linhagem L_1) ou seja, nas proporções de 0,8; 1,6; 3,2; 6,4 e 12,8 parasitóides por ovo de *E. arantiana*, totalizando 5 tratamentos repetidos 6 vezes, em delineamento experimental inteiramente casualizado. Estes estudos foram conduzidos em casa-de-vegetação, sem controle de temperatura, UR e luz. Foi

utilizada a análise de regressão linear para correlacionar número de fêmeas de *T. pretiosum* liberado por ovo de *E. aurantiana* (X) e percentagem de parasitismo (Y).

3.5.2.3 Dispersão horizontal e vertical de *T. pretiosum* em pomares cítricos

Os experimentos de dispersão horizontal foram instalados no município de Limeira, na Fazenda Laranja Azeda, em pomar da variedade Pera com espaçamento de 7 X 3.6 metros, tendo como objetivo determinar o raio de efetiva ação do parasitóide em condições de campo. O método utilizado foi adaptado de Lopes (1988). Foram observados dois retângulos, um menor, formado por 8 plantas e outro maior, com 16 plantas (Figura 15), sendo que em um retângulo de cada dimensão não houve liberação de parasitóides, funcionando como testemunha. Em cada planta, foram fixadas quatro estacas com 1,5 metros de altura, uma por quadrante, onde se colocaram as posturas do hospedeiro alternativo, *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879). Os ovos de *A. kuehniella* foram fixados em tiras de cartolina, através de solução de goma arábica (50%), sendo as cartolinas presas às estacas. Foram utilizados 100 ovos do hospedeiro alternativo por quadrante, ou 400 ovos por planta. Os parasitóides foram levados ao campo em copos plásticos de 250ml (Lopes, 1988). Em cada retângulo, a liberação foi feita na planta central, caminhando-se em volta da mesma, com o copo aberto, e com leves batidas no mesmo, forçando a saída dos insetos. A seguir, o copo foi fixado à planta, a 1,5 m de altura, para que o restante dos insetos voasse à procura dos ovos do hospedeiro alternativo. Este copo com os parasitóides que ainda estivessem emergindo, foi isolado com cola “stick”, para evitar predação. Foi colocada cola do tipo “stick”, também 10 cm abaixo das posturas para evitar tal ação de predadores. Foram liberadas 20 fêmeas do parasitóides : ovo do hospedeiro. As posturas permaneceram no campo por 24 horas, quando foram recolhidas ao laboratório para avaliação de parasitismo. Realizaram-se quatro liberações de *T. pretiosum*. A distância média de dispersão e a área atingida pelo

parasitóide foram calculadas segundo Dobzhanski & Wright (1943). Utilizou-se a análise de regressão logarítmica para correlacionar a distância de dispersão (X) e o percentual de parasitismo (Y).

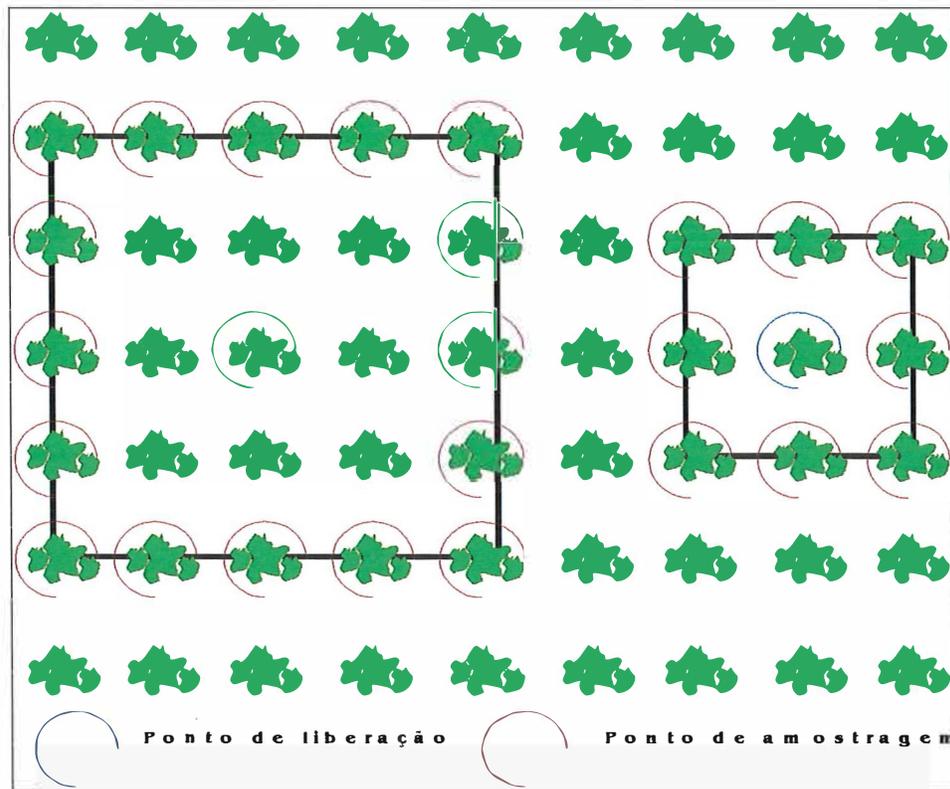


Figura 15. Esquema de liberação de *Trichogramma pretiosum* em pomar cítrico para estudo de dispersão horizontal.

Os experimentos visando determinar a dispersão vertical foram instalados em pomar da variedade Natal, localizado em Piracicaba. Foram utilizados tubos de PVC com 6 metros de comprimento e 100 milímetros de diâmetro, fixados, verticalmente, ao lado de plantas de *Citrus*. Como no teste de dispersão horizontal, utilizaram-se ovos de *A. kuehniella* para avaliação desta dispersão, pela facilidade de obtenção e manipulação.

Os ovos de *A. kuehniella* foram fixados com goma arábica em 4 pontos, equidistantes 50 metros, em 8 tubos de PVC. Em cada tubo observaram-se 4 alturas (1, 2, 3, e 4 m) colocando-se 400 ovos por altura, subdivididos em 4 pontos com 100 ovos, totalizando 1600 ovos por tubo de PVC (Figura 16). Foram liberados 32.000 parasitóides por planta, ou seja, 20 fêmeas : ovo do hospedeiro. Os ovos de *A. kuehniella* permaneceram no campo por 24 horas, quando foram recolhidos ao laboratório para observação do parasitismo. As liberações do parasitóide (4) foram feitas em 6 pontos, permanecendo 2 pontos como testemunha (sem liberação). A liberação dos parasitóides foi feita como descrito no item anterior (dispersão horizontal). Na base do tubo de PVC também pincelou-se cola "stick" com a finalidade já descrita. Foi utilizada a análise de regressão linear para o estudo da relação entre as variáveis, altura de dispersão de *T. pretiosum* (X) e percentual de parasitismo de ovos de *A. kuehniella* (Y).

3.5.2.4 Outros agentes de controle biológico (insetos)

Foram recolhidas laranjas atacadas pelo bicho-furão para verificar eventual parasitismo larval em condições de campo. As coletas foram realizadas nos municípios já mencionados anteriormente a partir de julho de 1997.

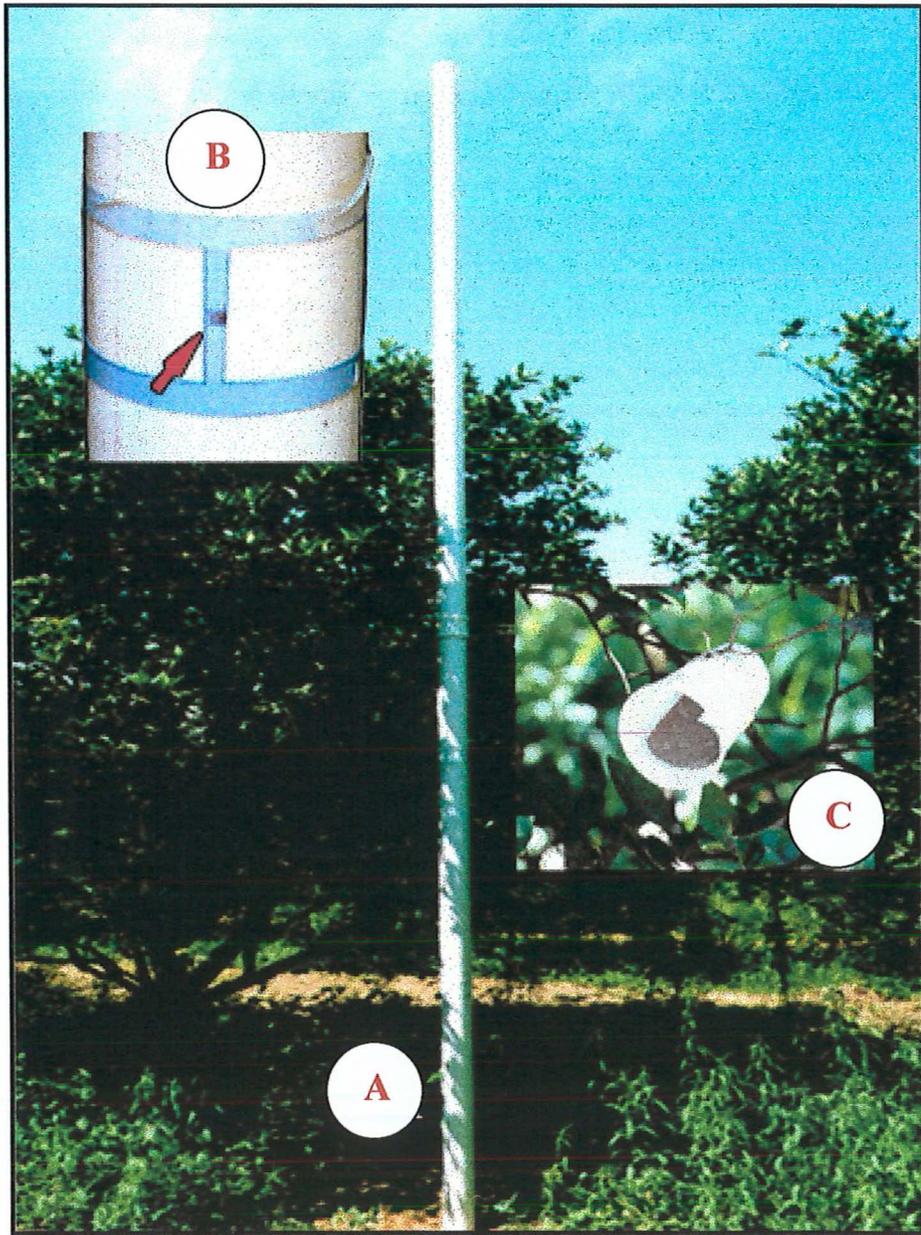


figura 16. Avaliação da dispersão vertical de *Trichogramma pretiosum* em pomar cítrico. A – cilindro de PVC de 6m de altura; B – ovos de *Anagasta kuehniella* colados em cartolina azul (a seta indica a localização dos ovos) e; C – copo plástico contendo cartolina com parasitóides para liberação, preso à planta.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Biologia de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) em laboratório

4.1.1 Período embrionário

Os ovos de *E. aurantiana*, provenientes de criação de manutenção, apresentaram um período embrionário de aproximadamente 5 dias ($5,02 \pm 0,03$), com um intervalo de variação de 4 a 7 dias e viabilidade de 91,1%. Nakano & Soares (1995); Pinto (1994, 1995) e Mendes (1997) citaram uma duração, para a fase de ovo variando de 3 a 5 dias, porém não mencionaram as condições nas quais criaram o inseto, não sendo possível concluir as razões das diferenças obtidas em relação ao presente trabalho. Os resultados ficaram mais próximos aos citados por Blanco et al. (1993) para *Ecdytolopha torticornis* (Lepidoptera: Tortricidae), que referiram uma variação, para o período embrionário, entre 5 e 6 dias, a 23°C e 80% de UR.

Por serem achatados e transparentes, foi possível, através do córion, acompanhar em microscópio estereoscópico, o desenvolvimento do embrião e registrar algumas fases (Figura 17). Logo após a postura, o interior do ovo é uma massa disforme (Figura 17.1). Após poucas horas, a lagarta inicia a diferenciação dos órgãos. Com 66 horas, já é possível a visualização dos olhos da lagarta (Figura 17.5), progredindo para a formação, quase completa da cápsula cefálica, 89 horas após a postura (Figura 17.7). Com 96 horas, a lagarta já se encontra completamente formada, quando pode-se observar o movimento mandibular visando o rompimento do córion, para posterior eclosão da mesma (Figura 17.8).

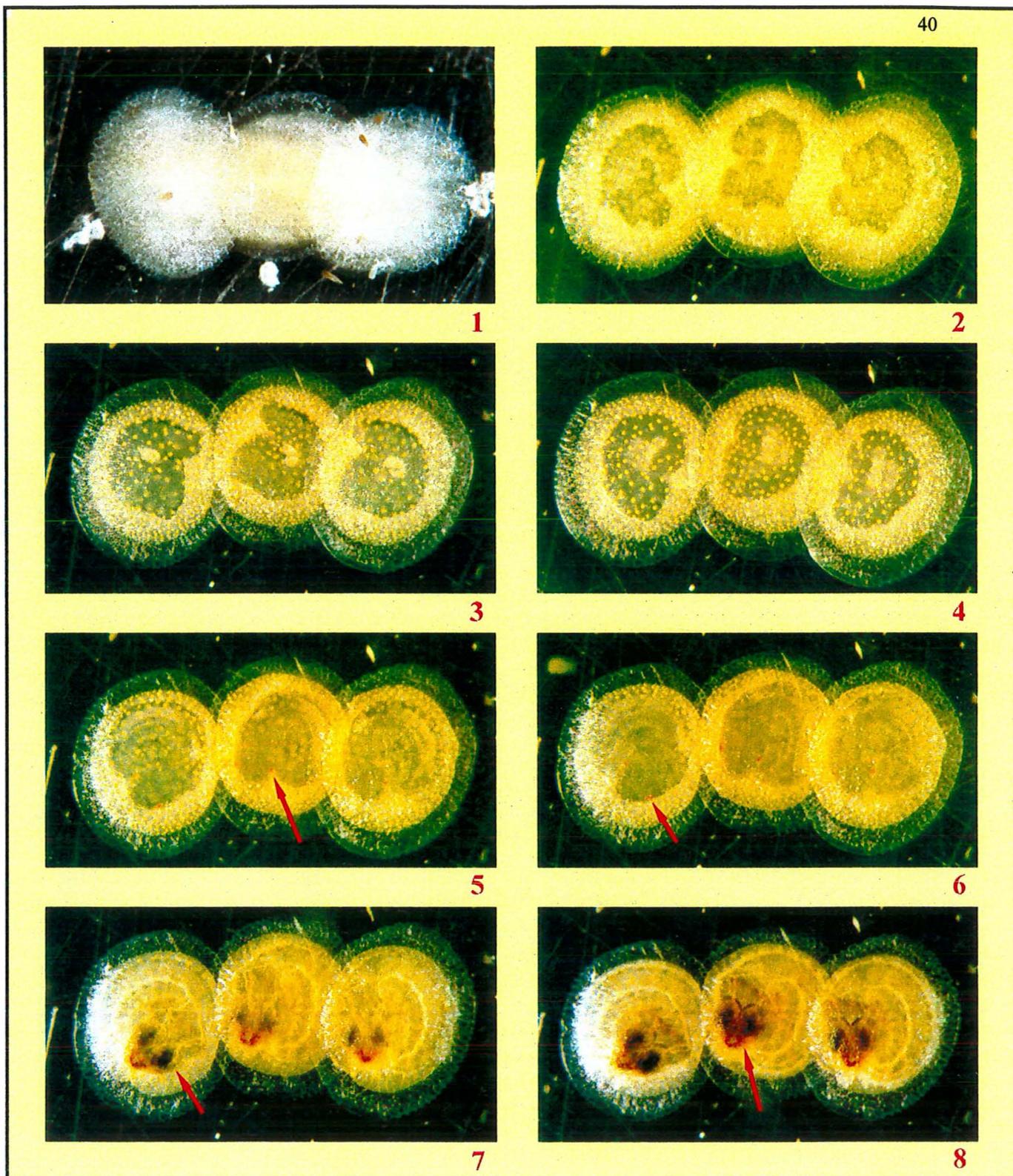


Figura 17. Desenvolvimento embrionário de *Ecdytolopha aurantiana*, com 2, 20, 39, 48, 66, 72, 89 e 96 horas após a postura, conforme seqüência numérica. As setas em 5 e 6 indicam os olhos e em 7 e 8 a cápsula cefálica da lagarta em formação.

4.1.2 Desenvolvimento de uma dieta artificial - Biologia comparada.

As quatro dietas comparadas (D_1 , D_2 , D_3 e D_4), permitiram a criação de *E. aurantiana* em laboratório (Tabela 2).

A duração da fase larval foi menor na dieta à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja (D_2), ocorrendo um alongamento do período naquela à base de feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, proteína de soja e caseína (D_1). A duração desta fase nas dietas à base de proteína de soja e germe de trigo (D_3) e feijão, levedura de cerveja e germe de trigo (D_4), foi intermediária, sendo os valores estatisticamente semelhantes (Tabela 2). Não houve, portanto, relação entre a riqueza protéica da dieta e a duração da fase larval, sendo, aparentemente, mais importante o balanceamento entre nutrientes.

A separação dos sexos já pode ser feita na fase larval, através das manchas testiculares (Figura 18) para qualquer das dietas estudadas. Estas manchas já são bem visíveis a partir do 3^o ínstar e permitem um acerto de 100%, facilitando inúmeros trabalhos que demandam a separação dos sexos. Esta separação é também possível nos insetos obtidos de frutos (dieta natural).

Foi observado que *E. aurantiana* apresenta uma fase de pré-pupa bem definida. A lagarta pára de se alimentar, desloca-se, na grande maioria, para o algodão que tampona o tubo de dieta, fica imóvel, tece um casulo e transcorridos alguns dias, se transforma em pupa. A duração da fase de pré-pupa, nas quatro dietas, foi uniforme, não havendo diferença estatística entre as mesmas (Tabela 2). Não foi encontrada nenhuma referência à esta fase de desenvolvimento para *E. aurantiana*, sendo que a grande maioria dos autores inclui a fase de pré-pupa na fase larval; apenas Blanco et al. (1993) citaram a fase de pré-pupa para *E. tortricornis*. Desta forma, a duração média do período larval adicionado ao pré-pupal, foi inferior ao obtido por Nakano & Soares (1995); Prates & Pinto, 1991a; 1991b; Pinto, 1994; 1995), porém superior ao observado por Mendes

(1997), em três dietas artificiais à base de levedura e germe de trigo (dieta 1); levedura, germe de trigo e fubá mimoso (dieta 2); germe de trigo (dieta 3).

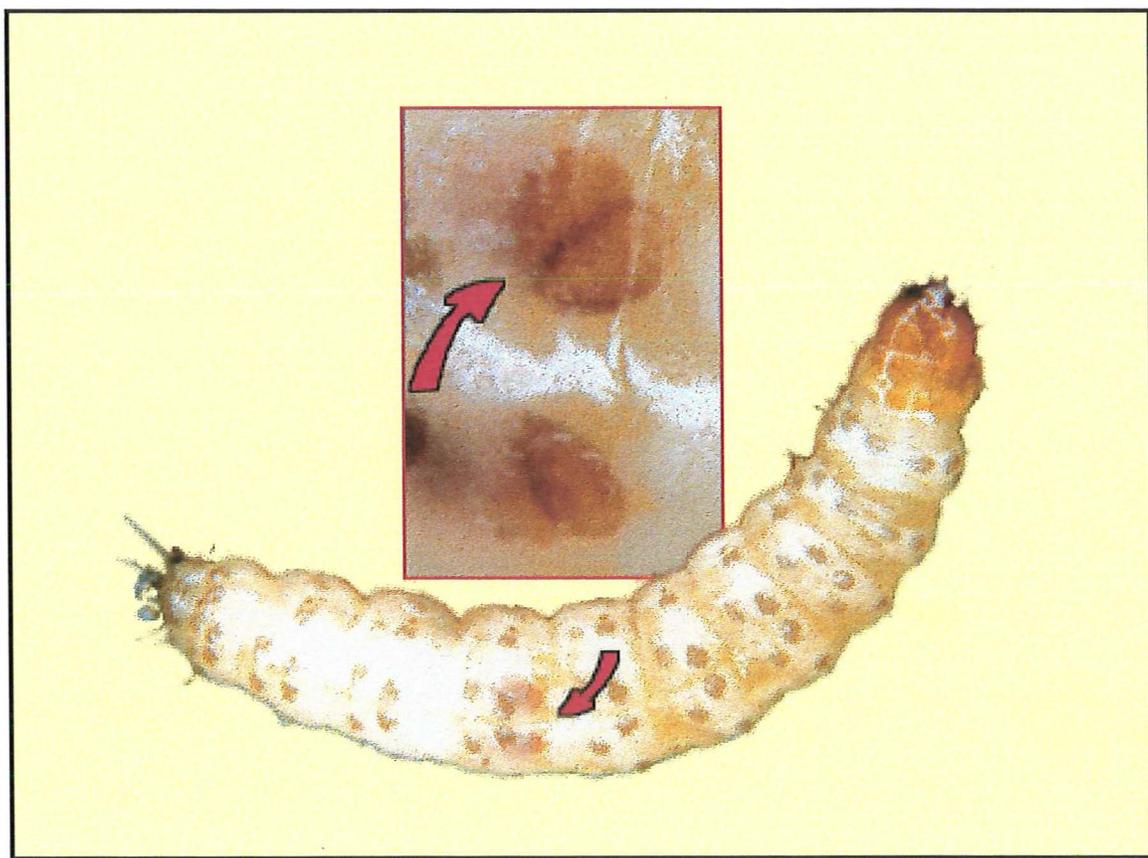


Figura 18. Lagarta de macho de *Ecdytolopha aurantiana*, com detalhe da mancha testicular.

Em geral, os valores obtidos para *E. aurantiana* são próximos aqueles registrados por Blanco et al. (1993) para *E. torticornis*.

As viabilidades dos estágios larval e pré-pupal foram altas, acima de 80% nas quatro dietas, não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 3).

Tabela 2. Duração (dias) dos estágios de ovo, larval, pré-pupal, pupal e ciclo total (ovo à emergência dos adultos) de *Ecdytolopha aurantiana* em dietas artificiais, formuladas com diferentes fontes protéicas. Temperatura: 27 ± 2°C; UR: 60 ± 10%; Fotofase: 14 horas.

DIETAS	ESTÁGIO DE OVO	ESTÁGIO LARVAL	ESTÁGIO PRÉ-PUPAL	ESTÁGIO PUPAL	CICLO TOTAL
D ₁	5,02 ± 0,03	14,78 ± 0,22 a (11 - 23)	4,13 ± 0,13 a (1 - 8)	11,79 ± 0,09 a (10 - 15)	35,20 ± 0,13 a (25 - 39)
D ₂	5,02 ± 0,03	12,59 ± 0,20 c (9 - 18)	4,15 ± 0,15 a (1 - 9)	11,36 ± 0,08 b (9 - 16)	32,77 ± 0,17 b (21 - 33)
D ₃	5,02 ± 0,03	13,36 ± 0,17 b (11 - 20)	3,96 ± 0,10 a (2 - 6)	11,79 ± 0,14 a (6 - 19)	34,33 ± 0,26 a (24 - 36)
D ₄	5,02 ± 0,03	13,93 ± 0,21 b (10 - 24)	4,04 ± 0,13 a (1 - 7)	11,36 ± 0,08 b (9 - 13)	34,31 ± 0,24 a (25 - 35)

Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; Valores entre parêntesis expressam o intervalo de variação;

D₁ - feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, proteína de soja e caseína; D₂ - farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja; D₃ - proteína de soja e germe de trigo; D₄ - feijão, levedura de cerveja e germe de trigo.

Tabela 3. Viabilidade dos estágios de ovo, larval, pré-pupal, pupal, ciclo total (ovo à emergência de adultos), razão sexual e peso de pupas (machos e fêmeas) de *Ecdytolopha aurantiana* em dietas artificiais, formuladas com diferentes fontes protéicas. Temperatura: 27 ± 2 °C; UR: $60 \pm 10\%$; Fotofase: 14 horas.

DIETAS	VIABILIDADE (%)							RAZÃO SEXUAL	PESO PUPAS MACHO (mg)	PESO PUPAS FÊMEAS (mg)
	ESTÁGIO DE OVO	ESTÁGIO LARVAL	ESTÁGIO PRÉ-PUPAL	ESTÁGIO PUPAL ¹	OVO-ADULTO					
D ₁	91,10	86,00 ± 2,90 a	88,33 ± 3,22 a	80,61 ± 3,74 a	55,78 ± 4,01 b	0,47	23,1 ± 0,57 b (12,8 - 29,6)	30,1 ± 1,07 b (18,5 - 45,3)		
D ₂	91,10	93,33 ± 2,21 a	97,33 ± 1,26 a	86,00 ± 3,50 a	71,17 ± 3,42 a	0,54	23,9 ± 0,38 b (14,3 - 31,3)	33,1 ± 0,54 a (19,7 - 43,3)		
D ₃	91,10	88,00 ± 3,40 a	93,89 ± 2,15 a	82,89 ± 3,15 a	62,39 ± 3,91 ab	0,42	25,7 ± 0,50 a (19,1 - 36,9)	33,3 ± 0,79 a (25,7 - 45,7)		
D ₄	91,10	84,67 ± 2,98 a	88,22 ± 3,11 a	87,22 ± 4,01 a	59,35 ± 4,25 ab	0,50	24,7 ± 0,50 ab (18,5 - 30,0)	32,9 ± 0,61 ab (24,2 - 41,4)		

Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade;

Valores entre parêntesis expressam o intervalo de variação;

¹Dados transformados para $\log(X + 0,5)$;

D₁ - feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, proteína de soja e caseína; D₂ - farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja; D₃ - proteína de soja e germe de trigo; D₄ - feijão, levedura de cerveja e germe de trigo

Em todas as dietas, o número de ínstaes foi quatro; este resultado fica bem caracterizado através das médias da largura das cápsulas cefálicas e seus respectivos intervalos de variação, assim como o alto coeficiente de determinação (R^2) e o valor da razão de crescimento (K) dentro do intervalo de variação proposto por Dyar (Tabelas 4, 5 e Figura 19).

Houve diferença estatística na duração da fase de pupa de *E. aurantiana*, dependendo da dieta. Ocorreu um encurtamento do período nas dietas D₂ e D₄, sendo mais longo nas dietas D₁ e D₃ (Tabela 2). A maior adequação nutricional da dieta à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja, fica evidenciada com este resultado. A viabilidade do estágio pupal foi elevada, acima de 80%, para todas as dietas, não ocorrendo diferença estatística entre as mesmas (Tabela 3). O peso de pupas fêmeas foi maior nas dietas D₂ e D₃, embora sem diferir daquelas obtidas em D₄. O maior peso de pupas do sexo masculino foi registrado quando o inseto se desenvolveu em D₃ (embora sem diferir de D₄) (Tabela 3).

O percentual de deformação de pupas foi baixo em três dietas (Tabela 6), sendo maior naqueles insetos criados em D₁ ou seja, 6,10%.

Os valores obtidos para duração da fase de pupa foram próximos aos obtidos por Mendes (1997) em dieta artificial à base de germe de trigo, porém ficaram abaixo daqueles mencionados, em dieta natural, por Nakano & Soares (1995); Prates & Pinto (1991a, 1991b); Pinto (1994, 1995), ou seja entre 15 e 20 dias. Embora os autores tenham referido que este intervalo é função da temperatura, não fazem menção à mesma, dificultando comparações.

Embora alguns indivíduos tenham preferido pupar na própria dieta, a grande maioria se deslocou para o algodão que tampona o tubo de dieta. A pupa se desenvolve no interior de um casulo tecido pela lagarta, independente do local da pupação.

Como para outros lepidópteros, é possível a separação dos sexos na fase de pupa (Figura 20).

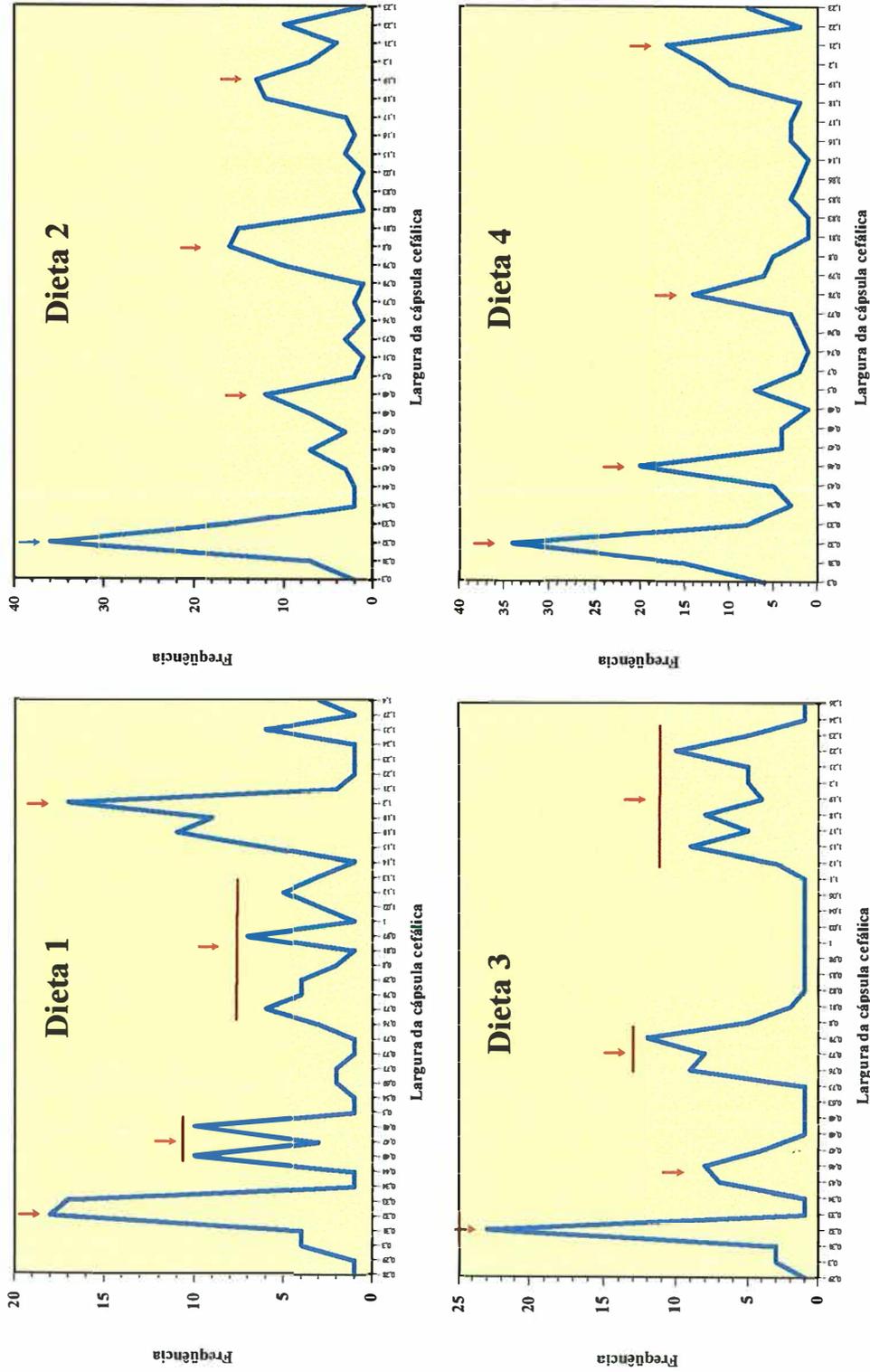


Figura 19. Largura da cápsula cefálica de *Ecdytolopha aurantiana* criado em dietas artificiais com fontes proteicas diferentes. D₁ – feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, proteína de soja e caseína; D₂ – farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja; D₃ – proteína de soja e germe de trigo e; D₄ – feijão, levedura de cerveja e germe de trigo. As setas indicam os ínstates.

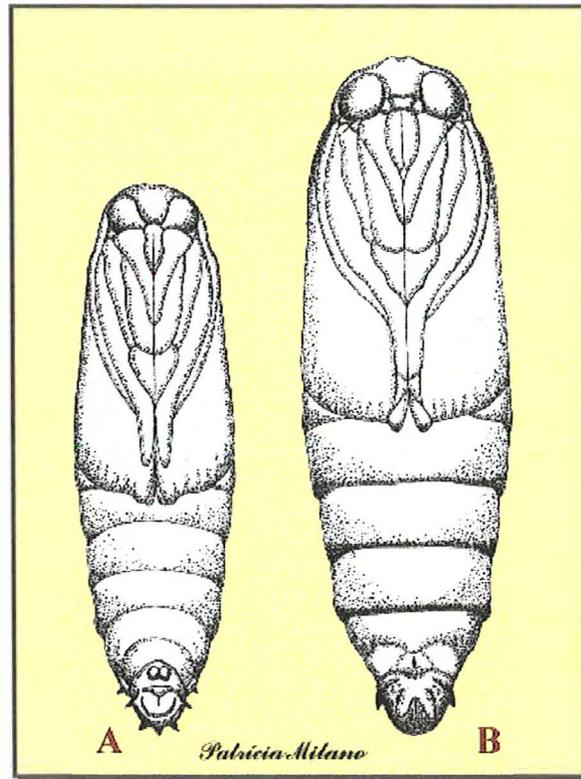


Figura 20. Caracteres morfológicos para separação dos sexos em pupas de *Ecdytolopha aurantiana*. A – macho; B – fêmea.

A duração do período de ovo à emergência do adulto foi menor na D₂ (à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja) sendo que as demais dietas não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 2). A qualidade nutricional desta dieta foi também comprovada pela sua maior viabilidade (Tabela 3). O ciclo evolutivo (ovo - adulto) de *E. aurantiana* ficou próximo à média do intervalo de duração mencionado por Nakano & Soares (1995), que foi de 30 à 50 dias, embora estes autores não mencionem a metodologia utilizada para obter tais valores. Os valores são próximos aos relatados por Blanco et al. (1993) para outra espécie, *E. torticornis* em laboratório à 23°C e UR de 80%, ou seja 36 dias.

Os resultados, porém, diferiram daqueles obtidos por Mendes (1997), também em dieta artificial, embora este autor tenha trabalhado com um número muito baixo de lagartas (10).

Para todas as dietas, a razão sexual foi próxima de 0,5 (Tabela 3).

Para a longevidade média de adultos, machos e fêmeas, não ocorreu diferença estatística entre as dietas, comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 6). As fêmeas apresentam uma longevidade maior do que os machos. As curvas de sobrevivência de adultos, para todas as dietas, seguiram o modelo de distribuição de Weibull (Figuras 21 e 22).

O percentual de adultos deformados foi baixo para todas as dietas, variando de 0,0 (zero) na D₃ a 4,20% na D₄ (Tabela 6).

Este inseto, permite que a separação dos sexos seja feita também através de caracteres morfológicos dos adultos (Figura 23).

Não ocorreu diferença estatística para fecundidade e viabilidade de ovos de *E. aurantiana* criado em diferentes dietas (Tabela 6). Estes resultados divergem daqueles observados por Nakano & Soares (1995) que citaram 30 a 70 ovos/fêmea para a mesma espécie e daqueles referidos por Blanco et al. (1993) para *E. torticornis* (2 a 74 ovos/fêmea).

Quando se estudou a viabilidade de ovos a partir de posturas oriundas da criação de manutenção, observou-se que a mesma foi superior (91,1%) (4.1.1). Esta diferença pode estar relacionada ao tipo de gaiola utilizada para os estudos da fecundidade de *E. aurantiana* (Figura 6), pois Peters & Barbosa (1977) relataram que sempre existe um espaço ótimo para cada fase de desenvolvimento de insetos.

A duração média de uma geração (T) de *E. aurantiana*, calculada através de tabela de vida de fertilidade, variou em função da dieta utilizada para o desenvolvimento do inseto. A variação foi de 43,7 dias na dieta D₄ a 50,3 dias na dieta D₃ (Tabela 7). A taxa líquida de reprodução (R₀), também apresentou diferenças em função da dieta, e a dieta D₁ foi a que apresentou a maior taxa líquida de reprodução,

sendo 1,65 vezes maior do que aquela obtida na dieta D₄ (onde se registrou o menor Ro).

Tabela 4. Médias da largura de cápsulas cefálicas dos diferentes ínstar de *Ecdytolopha aurantiana* criada em dietas artificiais com diferentes fontes protéicas e frutos de laranja da variedade Pera. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

Substrato alimentar	I ínstar	II ínstar	III ínstar	IV ínstar	V ínstar
	(mm)				
Artificial					
D ₁	0,32 ± 0,002 (0,28 - 0,34)	0,47 ± 0,004 (0,44 - 0,54)	0,81 ± 0,016 (0,69 - 0,97)	1,19 ± 0,008 (1,00 - 1,40)	----
D ₂	0,32 ± 0,001 (0,30 - 0,34)	0,48 ± 0,003 (0,44 - 0,51)	0,80 ± 0,002 (0,75 - 0,83)	1,19 ± 0,004 (1,02 - 1,23)	----
D ₃	0,32 ± 0,002 (0,29 - 0,34)	0,46 ± 0,002 (0,45 - 0,49)	0,78 ± 0,005 (0,63 - 0,85)	1,18 ± 0,007 (0,97 - 1,26)	----
D ₄	0,32 ± 0,001 (0,30 - 0,34)	0,47 ± 0,003 (0,46 - 0,50)	0,79 ± 0,003 (0,70 - 0,86)	1,20 ± 0,003 (1,14 - 1,23)	----
Natural (‘Pera’)	0,30 ± 0,001 (0,27 - 0,34)	0,45 ± 0,003 (0,39 - 0,51)	0,70 ± 0,005 (0,62 - 0,81)	1,00 ± 0,010 (0,84 - 1,14)	1,35 ± 0,013 (1,19 - 1,55)

Os números entre parêntesis indicam o intervalo de variação.

D₁ - feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, proteína de soja e caseína;

D₂ - farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja;

D₃ - proteína de soja e germe de trigo;

D₄ - feijão, levedura de cerveja e germe de trigo

Tabela 5. Número de ínstars, razão de crescimento (K) e coeficiente de determinação (R^2) para *Ecdytolopha aurantiana* criada em dietas artificiais com fontes protéicas diferentes e frutos de laranja da variedade Pera. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

DIETA	Nº. DE ÍNSTARES	K	R^2
Artificial			
D ₁	4	1,58	0,99
D ₂	4	1,58	0,99
D ₃	4	1,60	0,99
D ₄	4	1,60	0,99
Natural ('Pera')	5	1,44	0,99

D₁- feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, proteína de soja e caseína;

D₂- farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja;

D₃- proteína de soja e germe de trigo;

D₄- feijão, levedura de cerveja e germe de trigo

Tabela 6. Deformação em pupas e adultos de *Ecdytolopha aurantiana*, longevidade de adultos, fecundidade e viabilidade de ovos em quatro dietas artificiais com diferentes fontes protéicas. Temperatura: 25 ± 2°C; UR: 65 ± 10%; Fotofase: 14 horas.

DIETAS	DEFORMAÇÃO (%)		LONGEVIDADE (dias)		FECUNDIDADE (nº de ovos/fêmea)	VIABILIDADE DE OVOS (%)
	PUPAS	ADULTOS	MACHOS	FÊMEAS		
D ₁	6,10	1,10	20,36 ± 1,57 a (9 - 35)	26,11 ± 1,22 a (14 - 39)	198,33 ± 32,50 a (20 - 457)	66,03 ± 7,56 a
D ₂	2,60	0,90	18,96 ± 1,95 a (4 - 37)	25,41 ± 1,48 a (13 - 43)	144,73 ± 31,16 a (14 - 324)	71,74 ± 7,00 a
D ₃	1,00	0,00	19,96 ± 1,55 a (11 - 34)	26,32 ± 1,78 a (12 - 45)	156,36 ± 34,10 a (12 - 423)	71,14 ± 7,25 a
D ₄	1,00	4,20	23,81 ± 1,32 a (11 - 40)	27,59 ± 1,85 a (13 - 47)	159,36 ± 30,63 a (4 - 362)	66,47 ± 8,64 a

* Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Valores entre parêntesis indicam o intervalo de variação;

D₁ - feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, proteína de soja e caseína;

D₂ - farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja;

D₃ - proteína de soja e germe de trigo;

D₄ - feijão, levedura de cerveja e germe de trigo.

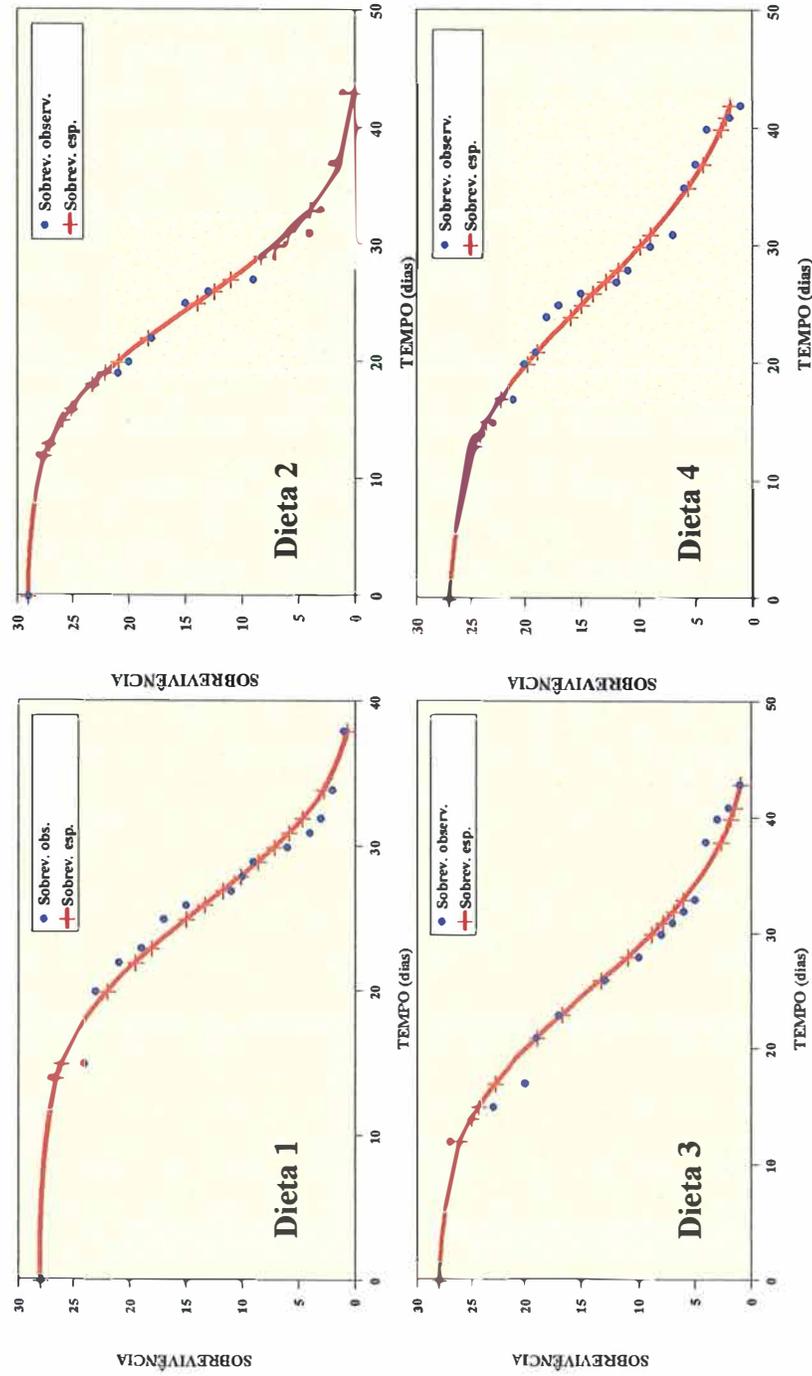


Figura 21. Curvas de sobrevivência de fêmeas de *Ecdyolopha aurantiana* criadas em dietas com fontes protéicas diferentes, observadas e estimadas segundo distribuição de Weibull. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; umidade relativa: $65 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas. D₁ – feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, proteína de soja e caseína; D₂ – farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja; D₃ – proteína de soja e germe de trigo e; D₄ – feijão, levedura de cerveja e germe de trigo.

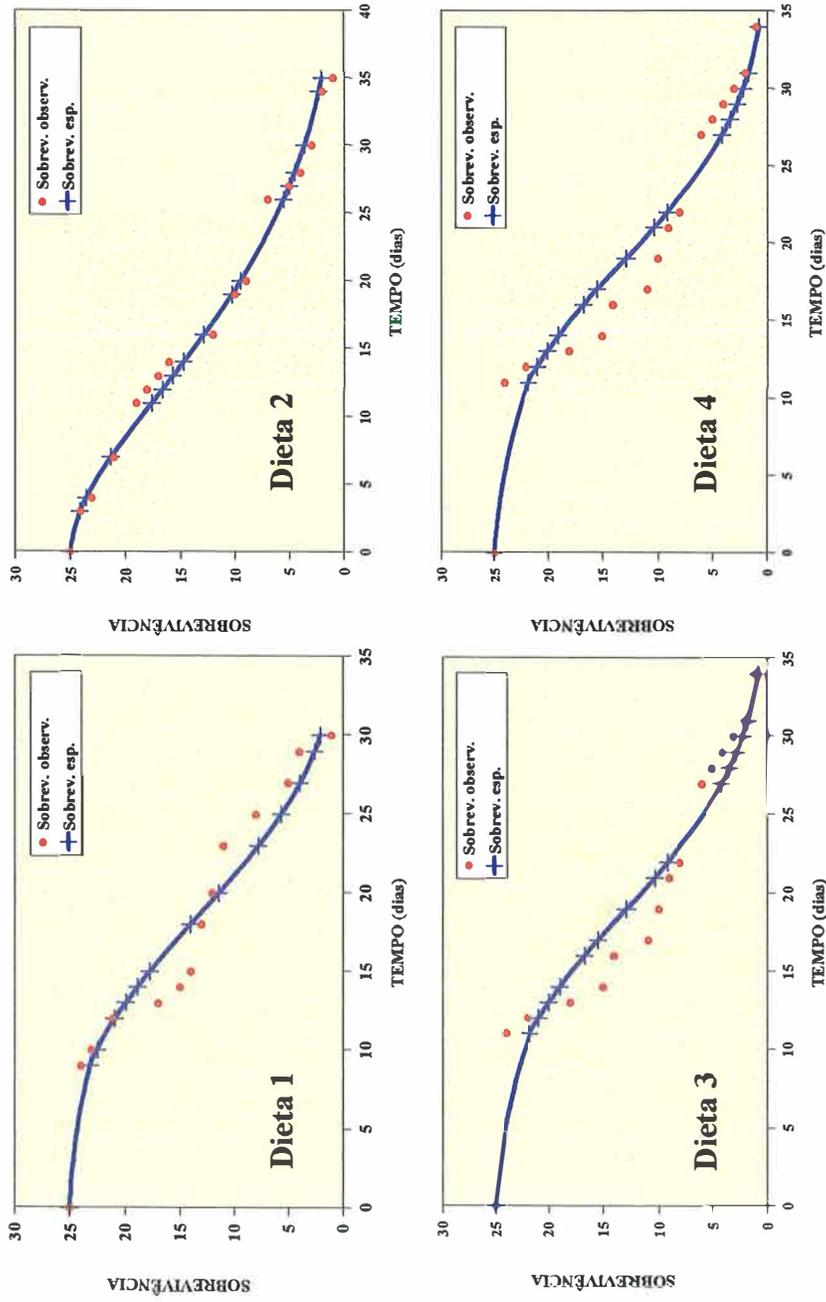


Figura 22. Curvas de sobrevivência de machos de *Ecdytolopa aurantiana* criadas em dietas com fontes proteicas diferentes, observadas e estimadas segundo distribuição de Weibull. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; umidade relativa: $65 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas. D₁ – feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, proteína de soja e caseína; D₂ – farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja; D₃ – proteína de soja e germe de trigo e; D₄ – feijão, levedura de cerveja e germe de trigo.

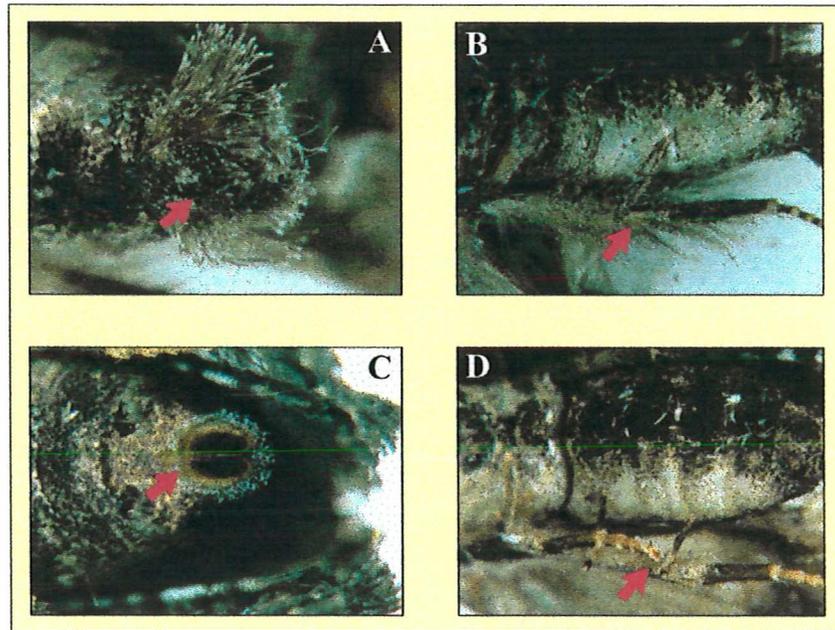


Figura 23. Caracteres morfológicos de adultos de *Ecdytolopha aurantiana* utilizados para separação dos sexos. Tufos de escamas presentes no final do abdome (A) e escamas nas pernas de machos (B). Características do final do abdome (C) e pernas (D) de fêmeas.

A razão infinitesimal de aumento (rm) variou de 0,058 a 0,065, sendo maior na dieta D_4 (Tabela 7). A razão finita de aumento (λ) foi muito semelhante para as quatro dietas testadas, embora os maiores valores tenham sido obtidos para as dietas D_1 e D_2 , ou seja, 1,0676 e 1,0665, respectivamente. A taxa máxima de aumento variou, como consequência dos resultados anteriores, conforme a dieta utilizada, tendo o pico ocorrido primeiro na dieta D_4 , sendo mais atrasado em D_3 (Figura 24). Estes valores estão diretamente correlacionados à duração do ciclo do inseto, pois o ciclo foi menor em D_4 e se alongou em D_3 (Tabela 7).

Tabela 7. Duração média (T), taxa líquida de reprodução (Ro), razão infinitesimal de aumento (rm) e razão finita de aumento (λ) para *Ecdytolopha aurantiana*, criada em quatro dietas com fontes protéicas diferentes*. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

DIETAS	T (Dias)	Ro	rm	λ
D ₁	48,4	23,73	0,065	1,0676
D ₂	44,3	17,32	0,064	1,0665
D ₃	50,3	18,27	0,058	1,0600
D ₄	43,7	14,36	0,061	1,0629

*D₁- feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, proteína de soja e caseína;
 D₂- farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja;
 D₃- proteína de soja e germe de trigo;
 D₄- feijão, levedura de cerveja e germe de trigo

A tabela de vida de fertilidade é uma, dentre as várias formas, de se avaliar o desempenho de uma dieta na criação de insetos (Parra, 1996b). Assim, avaliando-se o desempenho das quatro dietas utilizadas na criação de *E. aurantiana* e considerando-se apenas os resultados obtidos através dos cálculos das tabelas de vida de fertilidade, observa-se que a melhor dieta pode ser considerada a D₂ à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja, pois ela proporcionou uma duração de desenvolvimento semelhante à D₄, e alto valor da razão finita de aumento (λ) (Tabela 7). Desde que esta dieta é de menor custo, fácil de ser preparada e proporcionou a menor

duração de desenvolvimento de *E. aurantiana* no estudo da biologia (Tabela 2) e a maior viabilidade dentre as quatro dietas testadas, (Tabela 3) apresenta, portanto, características que a credenciam como a mais adequada para criação de *E. aurantiana* em laboratório. Ao lado de todas estas vantagens, como critério definitivo, poderá ser mencionado que foi a única dieta que proporcionou viabilidade próxima a 75%, valor considerado por Singh (1983) como mínimo para que uma dieta possa ser considerada satisfatória para criação de insetos em laboratório.

4.1.3 Biologia nas variedades Pera e Natal

Como consequência da redução da fase larval na laranja Natal, o ciclo total foi menor nesta variedade, pois as demais fases de desenvolvimento foram semelhantes para ‘Pera’ e ‘Natal’ (Tabela 8) . De forma análoga, para o ciclo total (ovo – adulto), a viabilidade foi também maior na variedade Natal, comprovando a melhor adequação nutricional desta variedade para o bicho-furão (Tabela 9).

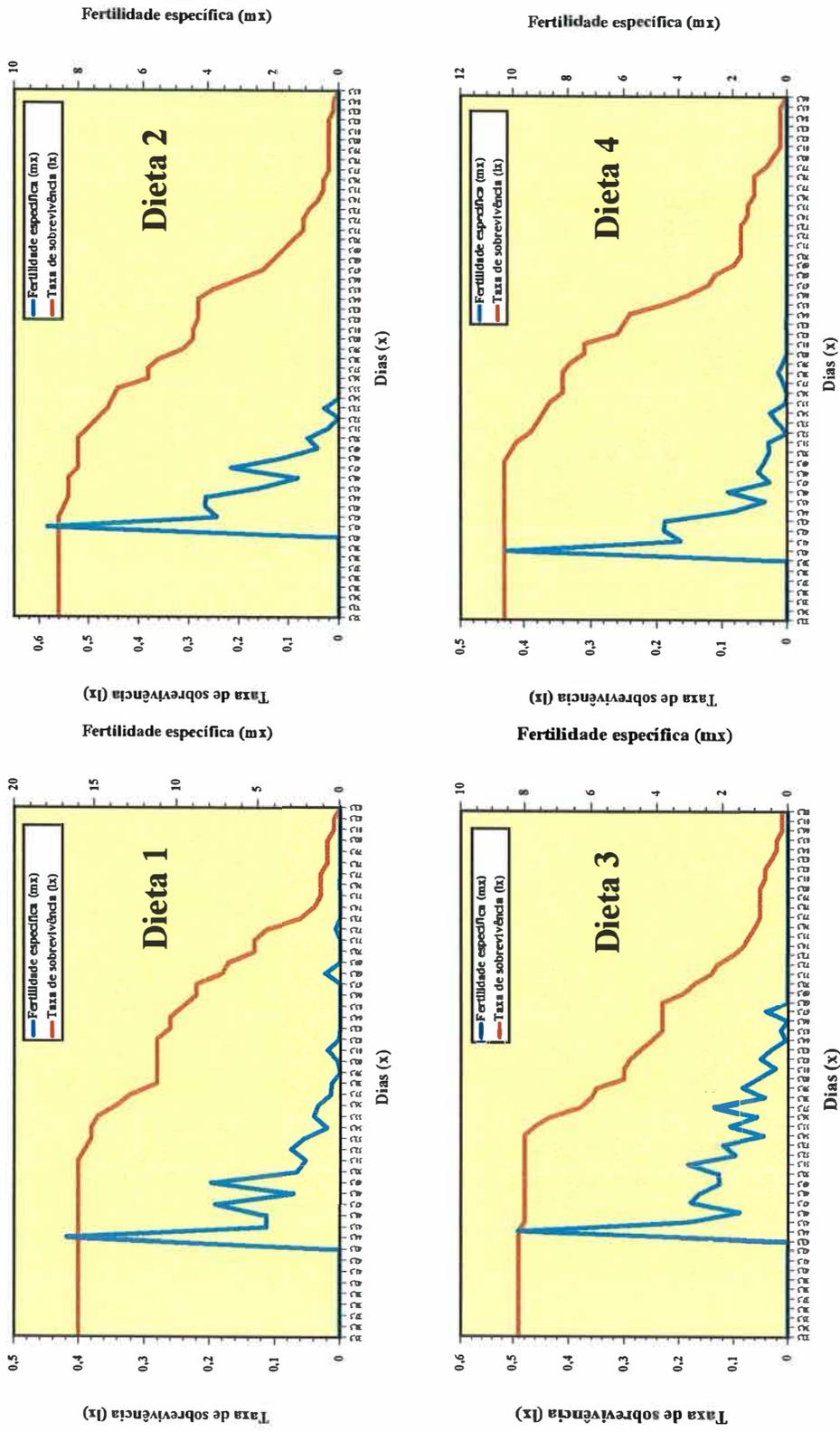


Figura 24. Razão de sobrevivência (lx) e fertilidade específica (mx) de *Ecdytoplopha aurantiana* criada em dietas artificiais com diferentes fontes proteicas, baseando-se na tabela de vida de fertilidade. D₁ – feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, proteína de soja e caseína; D₂ – farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja; D₃ – proteína de soja e germe de trigo e; D₄ – feijão, levedura de cerveja e germe de trigo.

No geral, a dieta artificial mostrou-se nutricionalmente mais adequada para *E. aurantiana*, pois em todas elas, o ciclo foi, pelo menos, igual à dieta natural (Tabela 10 e Figura 26). A dieta D₂, mostrou-se superior às duas dietas naturais e a todas as artificiais, reduzindo o período ovo – adulto. Conforme citado anteriormente, a laranja Natal foi melhor para o desenvolvimento do bicho-furão do que a variedade Pera. Esta aparente inadequação nutricional dos frutos pode estar relacionada à técnica de criação utilizada, pois ocorria apodrecimento das laranjas antes do inseto completar o ciclo. Assim, se houver apodrecimento diferencial de variedades, poderá haver reflexos na biologia do inseto.

Considerando-se a fase pré-pupal, como inclusa na fase larval, os dados obtidos na variedade Pera não diferem daqueles observados por Nakano & Soares (1995) e estão dentro do intervalo mencionado por Prates & Pinto, (1991a; 1991b) e Pinto, (1994; 1995). A duração do período pupal ficou aquém do citado por aqueles autores. Os resultados obtidos para o ciclo total (ovo - adulto), diferiram dos observados por Prates & Pinto (1991a; 1991b); Prates (1992) e Pinto (1994), porém, a duração deste período na variedade Pera ficou próxima à média do amplo intervalo obtido por Nakano & Soares (1995), que foi de 30 a 50 dias.

A aparente inadequação nutricional refletiu-se no número de ínstars, que foi superior (5) na variedade Pera (Tabela 5 e Figura 25), em relação ao número (4) observado em dietas artificiais (Tabela 5 e Figura 19). Nakano & Soares (1995) também referiram cinco ínstars para o bicho-furão criado em laranja, porém não mencionaram em que variedade.

Das 98 lagartas ‘inoculadas’ nas duas variedades de laranja (Pera e Natal), 59 (60,2%) puparam na areia colocada na bandeja e 39 (39,8%), puparam no interior da laranja. Estes dados diferiram estatisticamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8. Duração (dias) das fases de ovo, larval, pré-pupal, pupal e ciclo total (ovo - adulto) *Ecdytoloppha aurantiana* em duas variedades de laranja. Temperatura: 25 °C; UR: 50 ± 10%; Fotofase: 14 horas.

VARIETADES	FASE DE OVO	FASE LARVAL	FASE PRÉ-PUPAL	FASE PUPAL	CICLO TOTAL
Pera	5,00	21,70 ± 0,34 a (19 - 30)	3,33 ± 0,17 a (1 - 9)	9,61 ± 0,20 a (6 - 13)	39,71 ± 0,56 a (33 - 53)
Natal	5,00	18,33 ± 0,50 b (15 - 24)	2,86 ± 0,14 a (2 - 4)	9,56 ± 0,20 a (8 - 11)	35,83 ± 0,44 b (32 - 41)

Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; Valores entre parêntesis expressam o intervalo de variação.

Tabela 9. Viabilidade dos estágios de ovo, larval, pré-pupal, pupal e do período ovo – adulto de *Ecdytolopha aurantiana* em duas variedades de laranja. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

Variedades	VIABILIDADE (%)				
	ESTÁGIO DE OVO	ESTÁGIO LARVAL	ESTÁGIO PRÉ-PUPAL	ESTÁGIO PUPAL	OVO ADULTO
Natal	91,1	100,00 a	$87,50 \pm 6,94$ a	$84,72 \pm 6,94$ a	$68,33 \pm 9,13$ b
Pera	91,1	100,00 a	$80,26 \pm 5,26$ a	$81,08 \pm 4,75$ a	$60,33 \pm 5,42$ a

Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade;

Tabela 10. Duração do ciclo total (ovo - adulto) de *Ecdytolopha aurantiana* criado em quatro dietas artificiais com fontes protéicas diferentes e em duas variedades de laranja. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas.

SUBSTRATO ALIMENTAR	CICLO TOTAL (DIAS)
D ₁ *	$35,20 \pm 0,13$ b (29 – 46)
D ₂	$32,77 \pm 0,17$ c (25 – 40)
D ₃	$34,33 \pm 0,26$ b (28 – 43)
D ₄	$34,31 \pm 0,24$ b (29 – 42)
Laranja Pera	$39,71 \pm 0,56$ a (33 – 53)
Laranja Natal	$35,83 \pm 0,44$ b (32 – 41)

Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade;

Valores entre parêntesis indicam o intervalo de variação

*D₁- feijão, levedura de cerveja, germe de trigo, proteína de soja e caseína;

D₂- farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja;

D₃- proteína de soja e germe de trigo;

D₄- feijão, levedura de cerveja e germe de trigo

A lagarta antes de se transformar em pré-pupa, abre um orifício na casca da laranja e tece um casulo de proteção, visível, porém internamente à laranja. A parte visível deste casulo possui uma fenda, aparentemente fechada, que serve de saída quando ocorre a emergência do adulto.

Quando a lagarta saiu da laranja para pupar na areia, deixou visível um fio de seda, que se impregnou de partículas finas (areia) deixando um rastro bem visível até o local onde construiu o casulo. Estes resultados indicam, que no campo, o inseto sai da laranja para pupar no solo, descendo por um fio de seda secretado pela lagarta, confirmando citação de diversos autores (Prates & Pinto, 1991a; 1991b; Pinto, 1994; Nakano & Soares, 1995).

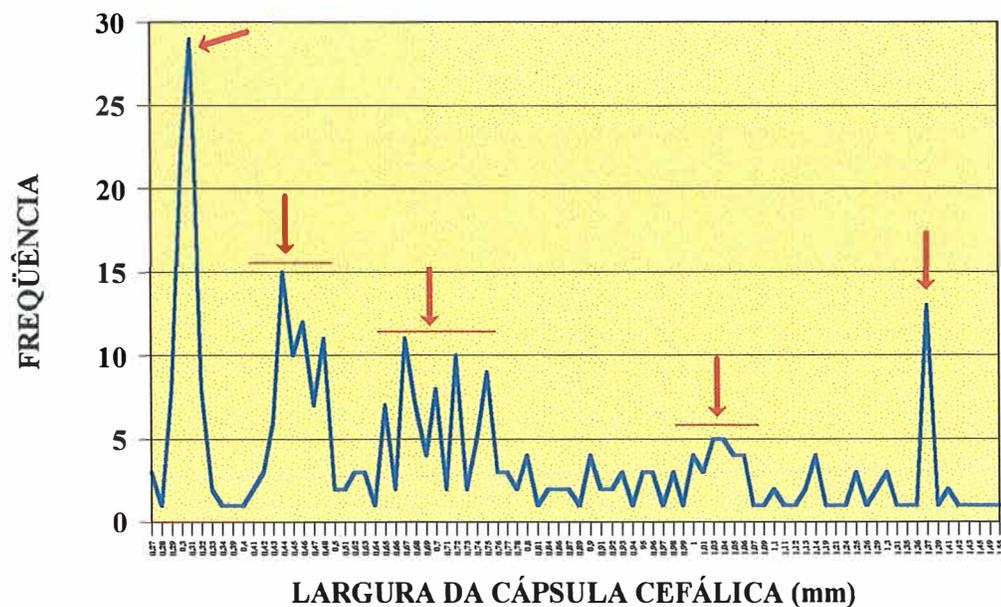


Figura 25. Largura da cápsula cefálica de lagartas de *Ecdytolopa aurantiana* criadas em hospedeiro natural (laranja Pera) em condições de laboratório. As setas indicam os instares. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

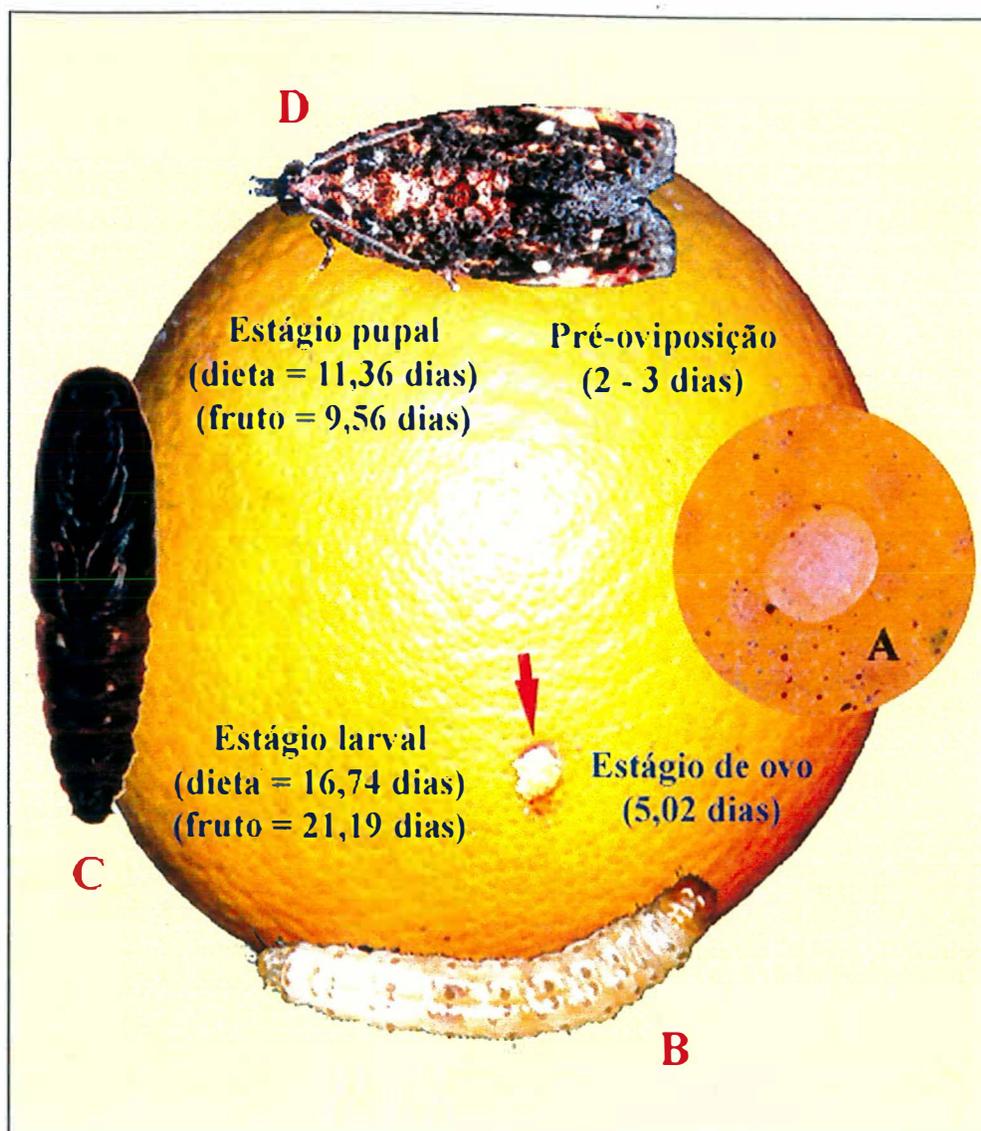


Figura 26. Ciclo de vida de *Ecdytoplopha aurantiana*. A – ovo; B – lagarta; C – pupa; D – adulto. A seta indica dano típico da lagarta.

4.1.4 Exigências térmicas

A duração da fase de ovo de *E. aurantiana*, variou com a temperatura, de 10,57 (18°C) a 3,81 dias (32°C), sendo, em geral, decrescente nesta faixa, embora não tenha ocorrido diferença estatística entre os valores obtidos a 28 e 30°C (Tabela 11). A

viabilidade dos ovos variou de 76,26%, a 18°C, a 95,19%, a 28°C; apesar desta diferença numérica de 18,93%, entre os extremos, não ocorreu diferença estatística entre os resultados nas diferentes temperaturas (Tabela 12). Baseando-se na curva da velocidade de desenvolvimento (Figura 27), calculou-se o limite térmico inferior de desenvolvimento (T_b) e a constante térmica (K) que foram, 10,06°C e 80,41 graus dias, respectivamente, com um alto valor do coeficiente de determinação (R^2), o qual oferece confiabilidade aos resultados obtidos (Tabela 13).

Também para o estágio larval de *E. aurantiana*, ocorreu variação de duração nas diferentes temperaturas (Tabela 11). Assim, a 18°C a fase larval teve uma duração de 30,56 dias, sendo de 14,00 dias a 30°C. A temperatura de 32°C se mostrou desfavorável para o desenvolvimento larval de *E. aurantiana*, pois, determinou um alongamento desta fase (Tabela 11). Em termos gerais, ocorreram diferenças estatísticas entre durações da fase larval na faixa de 20 a 28°C, pois os valores obtidos a 18, 20, 28, e 30°C não diferiram entre si. A duração a 32°C diferiu da de 30°C, mostrando a inadequação anteriormente mencionada.

A viabilidade do estágio larval variou de 48 a 86%, respectivamente a 32 e 22°C. Embora estatisticamente tenha havido maior mortalidade apenas a 32°C, pois os demais valores não diferiram entre si (Tabela 12), houve, aparentemente, uma tendência de maior sobrevivência nas temperaturas mais baixas. Isto pode estar ligado ao fato do bicho-furão viver internamente no fruto, onde poderia haver uma certa regulação térmica. Sugerem-se pesquisas nesta direção. O limiar térmico inferior de desenvolvimento da fase larval foi de 9,79°C e a respectiva constante térmica de 288,63 GD (Tabela 13 e Figura 27).

A duração da fase pupal de *E. aurantiana* foi decrescente com a elevação térmica na faixa de 18 a 28°C, com uma variação de 20,85 a 9,45 dias, respectivamente. Não houve diferenças estatísticas entre 28, 30 e 32°C, embora, tenha ocorrido, a exemplo do período larval (Tabela 11), uma tendência de alongamento do período a 32°C. Mostrando tal inadequação, a viabilidade foi drasticamente reduzida nesta temperatura. As viabilidades nas demais temperaturas foram estatisticamente semelhantes (Tabela 12).

O valor da T_b para a fase pupal, de 10,08°C, foi bastante próximo da registrada para a fase de ovo, sendo a constante térmica para a fase de pupa de 179,24 GD (Tabela 13).

Embora a duração do ciclo total (ovo-adulto) tenha variado de 61,77 (18°C) a 27,21 (32°C), houve diferença estatística apenas para os valores obtidos entre 18 e 28°C (Tabela 11).

As viabilidades obtidas nas diferentes temperaturas, para o ciclo total de *E. aurantiana*, não diferiram estatisticamente entre si, na faixa de 18 a 30°C; entretanto, tal viabilidade foi drasticamente reduzida a 32°C, com valor de 3,25% (Tabela 12).

A temperatura de 32°C pode ser considerada inadequada para criação de *E. aurantiana*, pois além da baixa viabilidade registrada, (apenas 5 adultos emergiram), 100% se apresentaram com asas deformadas.

Considerando-se os resultados obtidos na presente pesquisa, a faixa térmica mais adequada para criação do bicho-furão-dos-citros está entre 28 e 30°C (Tabelas 11 e 12).

Obteve-se para o ciclo total um valor de 9,15°C para o limite térmico inferior de desenvolvimento e sua constante térmica de 579,05 GD (Tabela 13).

Não foram encontrados, na literatura, trabalhos referindo-se, diretamente, às exigências térmicas de *E. aurantiana*. Nakano & Soares (1995), estimaram o número de gerações anuais de *E. aurantiana*, extrapolando, para este inseto, os dados obtidos por Grellmann et al. (1992), para exigências térmicas de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Olethreutidae). Como era de se esperar, a constante térmica obtida na presente pesquisa, para o ciclo total de *E. aurantiana* (Tabela 13), registrou uma acentuada diferença em relação aos dados estimados por aqueles autores, ou seja, de 97,05 graus dias.

Tabela 11. Duração (dias) dos estágios de ovo, larval, pupal e ciclo total (ovo - adulto) de *Ecdyolopha aurantiana* em dieta artificial e em diferentes temperaturas. UR: 60 ± 10%; Fotofase: 14 horas.

TEMPERATURA	ESTÁGIO DE OVO	ESTÁGIO LARVAL*	ESTÁGIO PUPAL	CICLO TOTAL*
18	10,57 ± 0,05 a (10 - 11)	30,56 ± 0,46 a (25 - 49)	20,85 ± 0,19 a (13 - 25)	61,77 ± 0,53 a (55 - 76)
20	8,12 ± 0,04 b (8 - 10)	30,27 ± 0,49 a (26 - 46)	18,03 ± 0,15 b (14 - 21)	56,49 ± 0,65 b (51 - 79)
22	7,33 ± 0,05 c (7 - 9)	25,94 ± 0,33 b (21 - 39)	17,18 ± 0,16 c (14 - 21)	50,16 ± 0,39 c (43 - 61)
25	4,81 ± 0,10 d (4 - 7)	18,84 ± 0,33 c (16 - 25)	11,81 ± 0,14 d (10 - 14)	35,31 ± 0,43 d (30 - 45)
28	4,28 ± 0,19 e (4 - 6)	13,91 ± 0,21 e (11 - 22)	9,45 ± 0,12 e (6 - 12)	27,68 ± 0,27 e (25 - 38)
30	4,12 ± 0,09 e (3 - 5)	14,00 ± 0,22 e (12 - 19)	9,25 ± 0,10 e (7 - 11)	27,37 ± 0,26 e (23 - 33)
32	3,81 ± 0,12 f (3 - 5)	16,63 ± 0,34 d (12 - 23)	9,40 ± 0,40 e	27,21 ± 0,87 e (925 - 31)

Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; Valores entre parêntesis expressam o intervalo de variação;
*Valores transformados para $\log(X + 0,5)$.

Tabela 12. Viabilidade dos estágios de ovo, larval, pupal e ciclo total (ovo-adulto) de *Ecdytolopha aurantiana* em diferentes temperaturas. UR: $60 \pm 10\%$; Fotofase: 14 horas.

TEMPERATURAS	VIABILIDADE (%)				CICLO TOTAL (Ovo-adulto) ²
	ESTÁGIO DE OVO	ESTÁGIO LARVAL	ESTÁGIO PUPAL ¹	ESTÁGIO PUPAL ¹	
18	76,26 ± 9,40 a	78,00 ± 4,47 a	76,58 ± 5,73 a	76,58 ± 5,73 a	45,66 a
20	83,66 ± 4,50 a	79,00 ± 5,13 a	83,50 ± 4,42 a	83,50 ± 4,42 a	55,19 a
22	83,79 ± 5,48 a	86,00 ± 4,61 a	84,83 ± 5,17 a	84,83 ± 5,17 a	61,13 a
25	93,81 ± 3,07 a	77,50 ± 5,74 a	80,63 ± 5,50 a	80,63 ± 5,50 a	58,62 a
28	95,19 ± 4,81 a	69,00 ± 6,07 ab	76,58 ± 8,03 a	76,58 ± 8,03 a	50,30 a
30	90,46 ± 8,36 a	71,00 ± 5,52 a	77,50 ± 6,84 a	77,50 ± 6,84 a	49,78 a
32	81,23 ± 8,46 a	48,00 ± 5,11 b	8,33 ± 3,92 b	8,33 ± 3,92 b	3,25 b

Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade;

¹Dados transformados para $\log(X + 2)$;

²Dados transformados para raiz $(X + 3)$.

Como pode ser observado, pode existir diferença de mais de uma geração, dependendo da região, pois este inseto é muito influenciado por temperatura e umidade relativa (precipitação pluvial) e as regiões representativas da citricultura paulista (Tabela 14) são bastante variáveis com relação a estes parâmetros (Figura 28 e Tabela 15), sendo que nas regiões onde o problema com o bicho-furão é mais grave, as temperaturas são mais elevadas (Bebedouro, Barretos e São José do Rio Preto), as umidades menores e os aumentos populacionais, coincidentes com o início das chuvas.

Baseando-se nos termohigrogramas destas áreas, consideradas duas a duas (Figura 29), e levando-se em conta, que as exigências de UR do bicho-furão são superiores a 70%, todas as regiões propiciam o desenvolvimento do inseto, bem como permitem a colocação de um grande número de ovos no período crítico de ataque da praga (novembro a março). Desta forma, a evolução populacional do bicho-furão dependerá da temperatura, apresentando maior número de gerações nas regiões mais quentes (Barretos, Bebedouro e São José do Rio Preto) em relação a Limeira e Araraquara (Tabela 14).

Tabela 13. Temperatura base (Tb), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R²) dos diferentes períodos de desenvolvimento de *Ecdytolopha aurantiana*, em condições de laboratório.

Fase/Período	Tb (°C)	IC	K (GD)	R² (%)
Embrionário	10,06	[9,79 ; 10,33]	80,41	96,62
Larval	9,79	[9,78 ; 9,80]	288,63	96,35
Pupal	10,08	[9,99 ; 10,18]	179,24	96,36
Ovo – adulto	9,15	[6,77 ; 9,87]	579,05	94,60

IC = intervalo de confiança

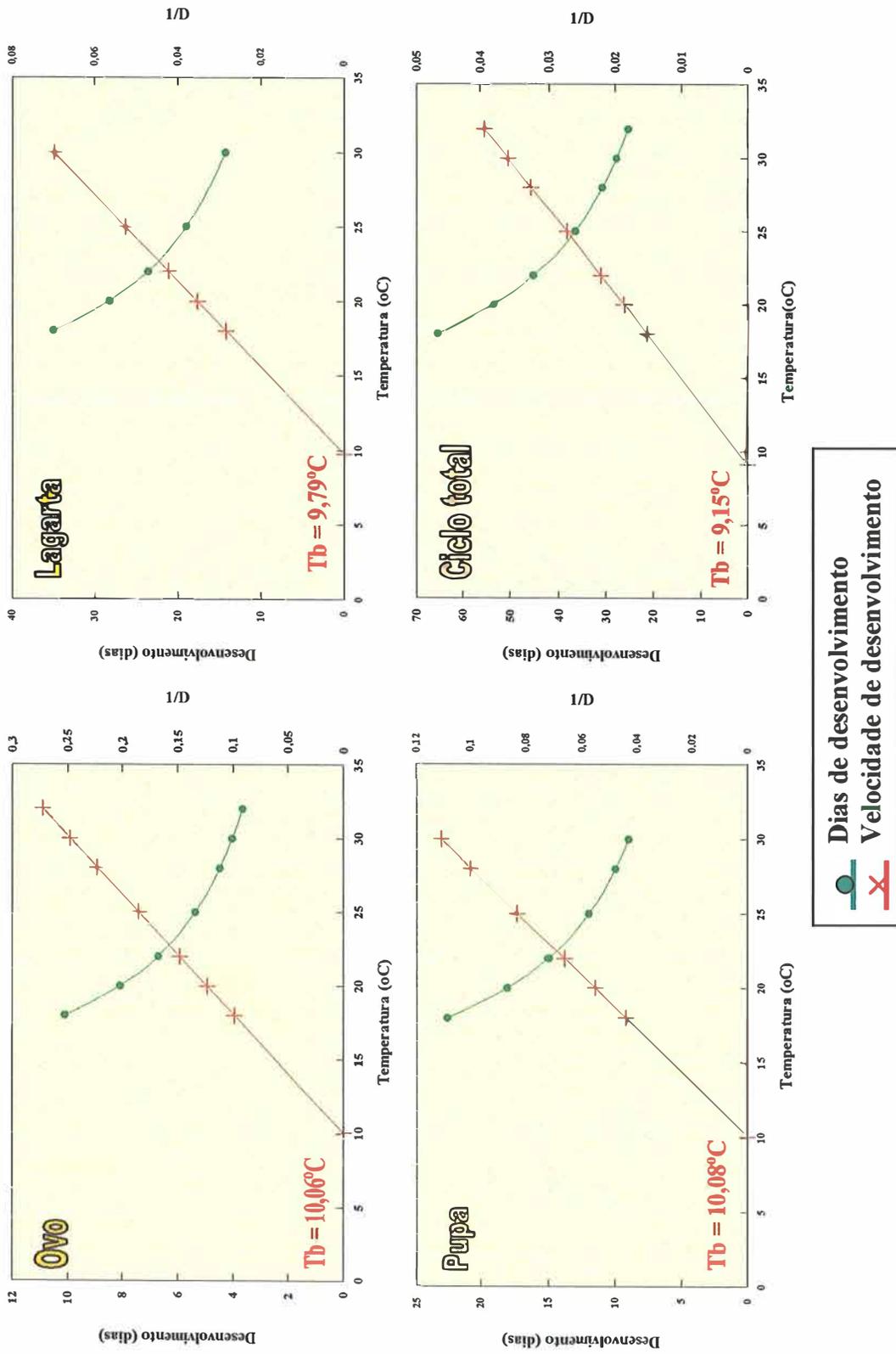


Figura 27. Curva de velocidade das fases de desenvolvimento e do período ovo-adulto de *Ecdytolopha aurantiana* criado em dieta artificial em diferentes temperaturas. UR: 60 ± 10% e fotofase: 14 horas.

Tabela 14. Número de gerações de *Ecdytolopha aurantiana* em cinco regiões citrícolas do Estado de São Paulo.

REGIÃO	GD (Anual)	NÚMERO DE GERAÇÕES (Anual)
LIMEIRA	4.082,65	7,05
ARARAQUARA	4.194,85	7,24
BEBEDOURO	4.341,05	7,50
BARRETOS	4.793,05	8,28
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	4.748,00	8,20

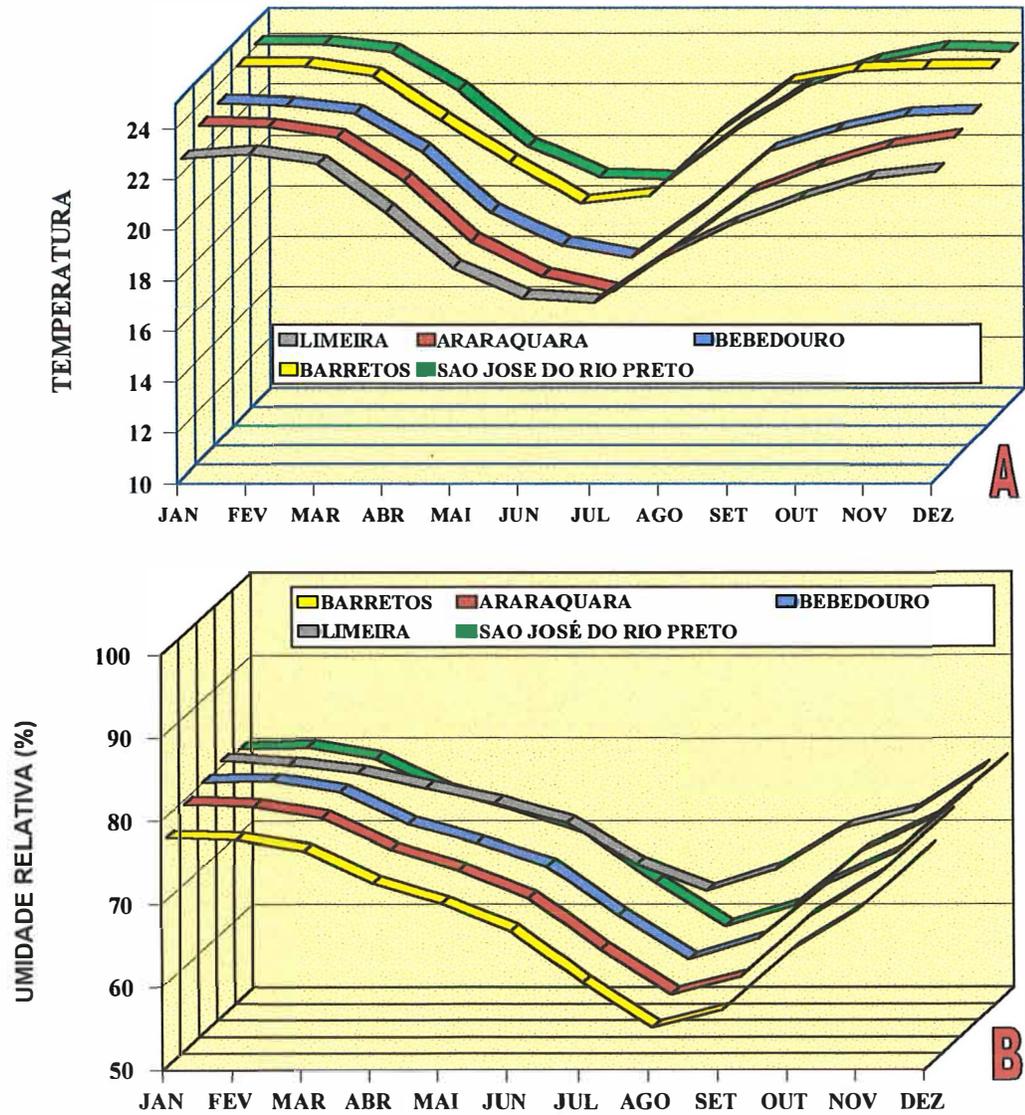


Figura 28. Temperatura (A) e umidade relativa (B) em cinco regiões citrícolas do Estado de São Paulo.

Tabela 15. Normais térmicas em cinco regiões citricolas do Estado de São Paulo.

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
REGIÕES												
	Temperaturas (°C)											
Limeira	22,6 (416,95)	22,8 (382,20)	22,4 (410,75)	20,5 (340,50)	18,3 (283,65)	17,1 (238,50)	16,9 (240,25)	18,7 (296,05)	20,0 (325,50)	21,0 (367,35)	21,8 (379,50)	22,1 (401,45)
Araraquara	23,2 (435,55)	23,1 (390,60)	22,7 (420,05)	21,0 (355,50)	18,6 (292,95)	17,2 (241,50)	16,6 (230,95)	18,5 (289,85)	20,5 (340,50)	21,5 (382,85)	22,3 (394,50)	22,7 (420,05)
Bebedouro	23,3 (438,65)	23,2 (393,40)	22,9 (426,25)	21,4 (367,50)	19,0 (305,35)	17,7 (256,50)	17,2 (249,55)	19,1 (308,45)	21,4 (367,50)	22,2 (404,55)	22,8 (409,50)	22,9 (413,85)
Barretos	24,0 (460,35)	24,0 (415,80)	23,6 (447,95)	21,9 (382,50)	20,2 (342,55)	18,6 (283,50)	18,9 (302,25)	21,4 (379,75)	23,3 (424,50)	23,8 (454,15)	23,9 (442,50)	23,9 (457,25)
S. J. do Rio Preto	24,1 (463,45)	24,1 (418,60)	23,8 (443,30)	22,3 (394,50)	20,1 (339,45)	18,9 (292,50)	18,8 (299,15)	20,8 (361,15)	22,4 (397,50)	23,4 (441,75)	23,9 (442,50)	23,8 (454,15)

Os valores entre parêntesis indicam o número de graus dias (GD) acumulados, mês a mês, calculados em função da Tb obtida para *Ecdytolopha aurantiana* (ovo – adulto).

Fonte: Departamento de Física e Meteorologia – ESALQ/USP

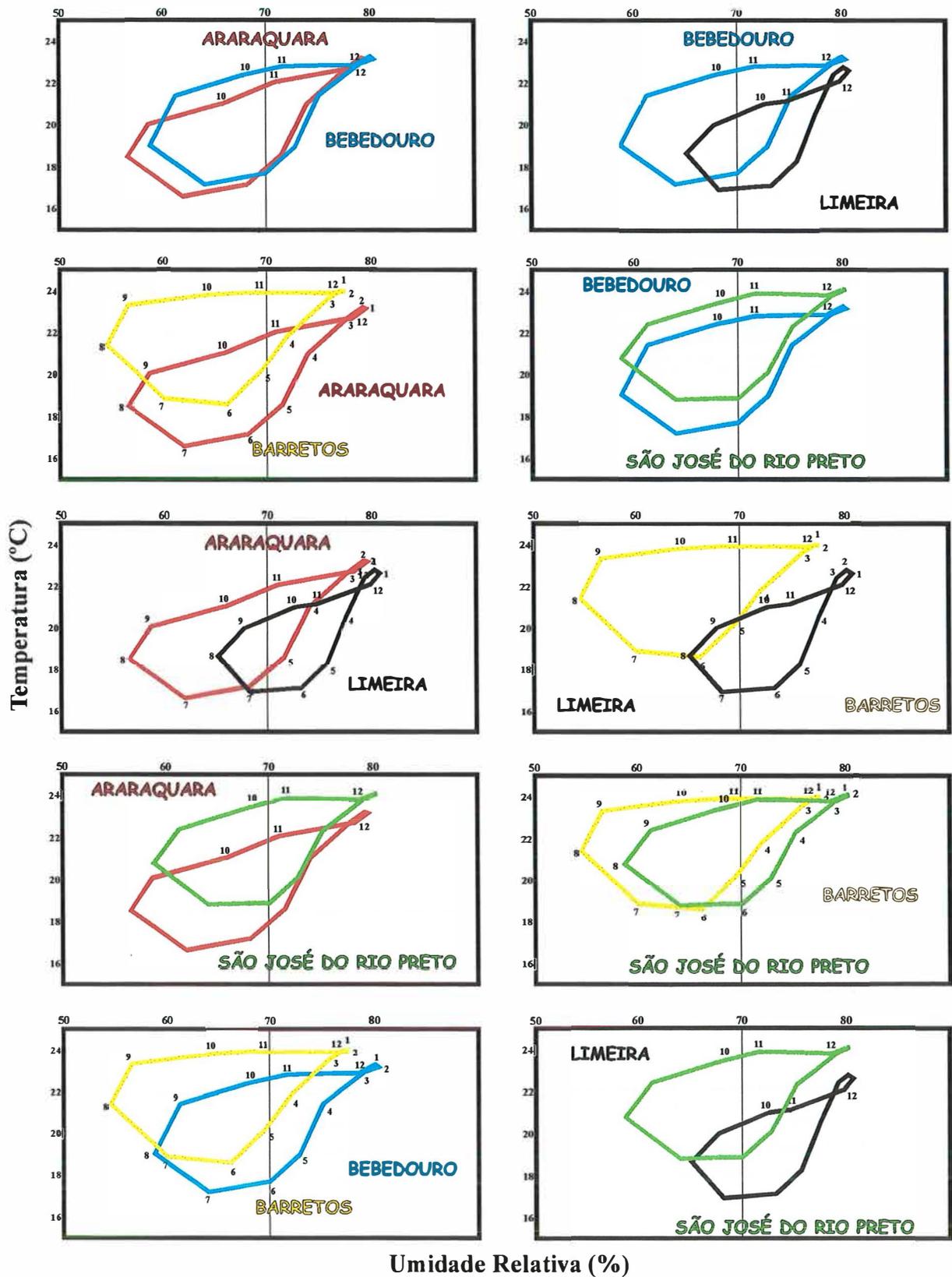


Figura 29. Termo-higrogramas das regiões citrícolas de São Paulo, comparados duas a duas, tomando-se 70% como limite de umidade relativa adequada para *Ecdytolopha aurantiana*.

4.1.5 Efeito da umidade relativa (UR) sobre ovos, lagartas e adultos de *E. aurantiana*.

O período de incubação não foi afetado pelas diferentes UR (Tabela 16). A viabilidade de ovos foi elevada nas UR de 50, 70 e 90%. Apenas a UR de 30% reduziu tal viabilidade para 80,77%, embora ainda elevada (Tabela 16). Aparentemente, os ovos de *E. aurantiana* são resistentes à dessecação. Depois que houve a eclosão, as lagartas penetraram no fruto, independente da UR (Tabela 16).

A UR afetou realmente os adultos de *E. aurantiana*, pois as fêmeas mantidas a 30% de UR não colocaram ovos e os adultos viveram de 2 a 3 vezes menos em relação àqueles mantidos em UR mais elevadas. De um modo geral, a longevidade foi decrescente com a UR, não havendo diferença entre adultos mantidos a 70 e 90% (Tabela 17 e Figura 30).

Pôde-se constatar que o bicho-furão tem preferência por umidades elevadas, pois o número de ovos por fêmea foi significativamente maior a 90% de UR, sendo colocados 1,6 vezes mais ovos do que o obtido a 70%. A 50% de UR, o número de ovos foi drasticamente reduzido, ou seja 13,7 vezes menor do que o resultado obtido a 90% de UR (Tabela 17 e Figura 30).

Conforme constatado anteriormente, os ovos de *E. aurantiana* são bastante resistentes à dessecação, havendo eclosão semelhante à 50, 70 e 90% de UR (Tabela 17 e Figura 30). Dessa forma, fica evidenciada a influência da UR para a progressão populacional do bicho-furão, pois o aumento de danos deverá estar correlacionado com o sincronismo de aparecimento de adultos e ocorrência de umidade, desde que altas umidades condicionam maior postura da praga. O acentuado efeito sobre adultos confirma as observações de diversos autores como Prates (1992) de que o aumento populacional da praga está correlacionado com o aumento da UR a partir de novembro. Por outro lado, aparentemente, a UR tem pouca influência sobre a viabilidade de ovos, e provavelmente pouca influência sobre a fase larval (após a penetração) pelo

seu hábito de viver no interior do fruto. É muito provável que altas umidades relativas possam facilitar o desenvolvimento de microrganismos (especialmente fungos). A fase de pupa, quando ocorrer no solo, poderá depender da umidade; entretanto, em plantas adultas, a própria condição microclimática criada pela arquitetura foliar poderá facilitar a emergência dos adultos. Assim, aparentemente, a UR não tem tanta influência sobre esta fase de desenvolvimento.

Um dos problemas encontrados neste trabalho foi aquele relacionado ao acerto da metodologia para estudo, pois os frutos mesmo estando com 80% de sua superfície parafinada e em estágio anterior à maturação, rapidamente apodreciam, impedindo que o número de repetições fosse maior.

Tabela 16. Duração e viabilidade de ovos, percentual de lagartas de *E. aurantiana*, que após a eclosão, penetraram nos frutos, em diferentes umidades relativas. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; fotofase: 14 horas.

UMIDADES (%)	DURAÇÃO (dias)	VIABILIDADE* (%)	LAGARTAS QUE PENETRARAM (%)
30	4,09	80,77 (21)	42,86 (9)
50	4,07	95,24 (20)	70,00 (14)
70	4,01	97,30 (36)	30,56 (11)
90	4,01	93,33 (14)	57,14 (8)

*O número entre parêntesis indica o número correspondente de lagartas.

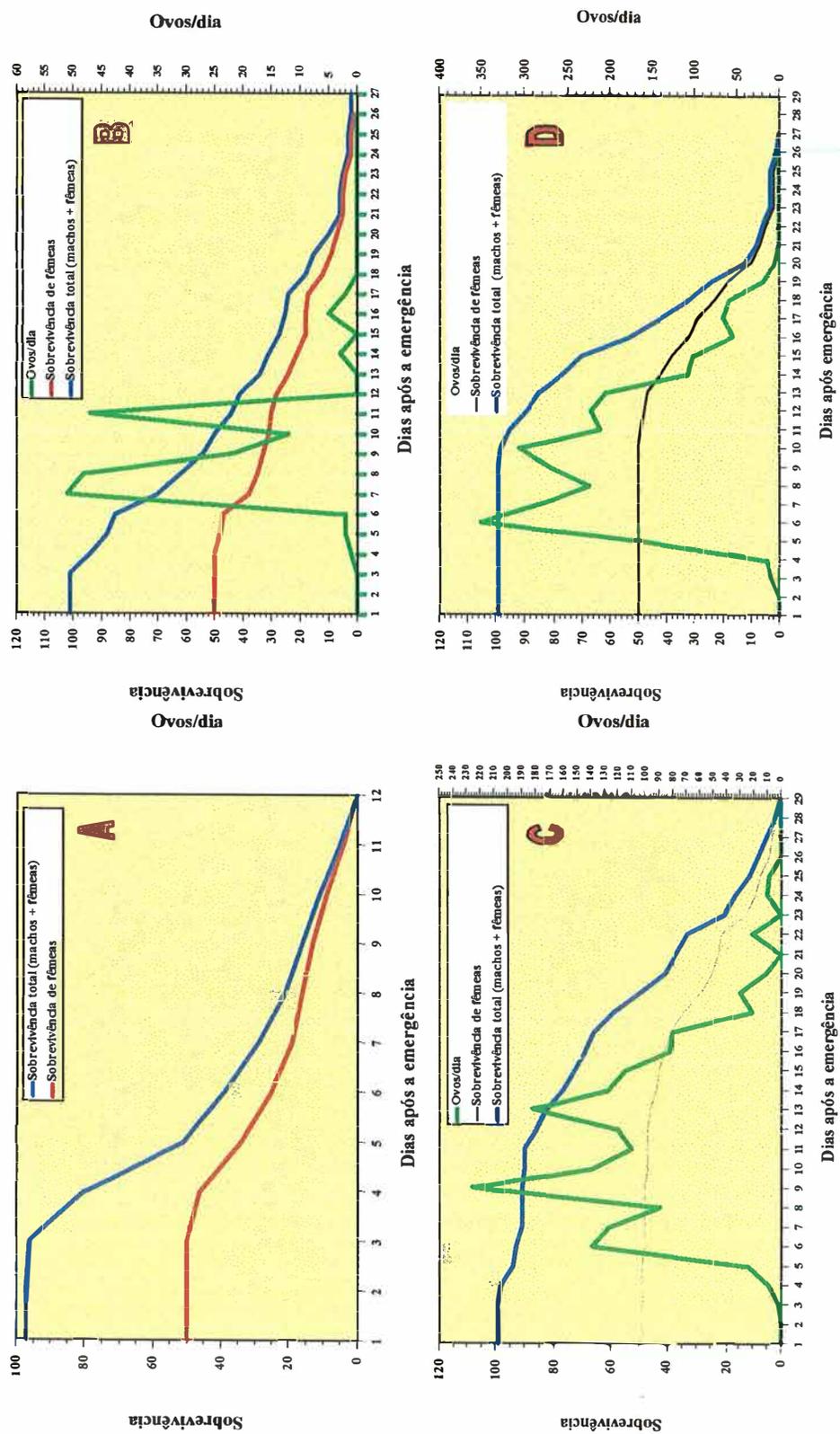


Figura 30. Sobrevivência total (machos + fêmeas), sobrevivência de fêmeas e fecundidade diária (ovos/dia) de *Ecdyolopha aurantiana*, em condições de diferentes umidades (A: 30%; B: 50%; C: 70%; D: 90%). Temperatura $27 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotofase de 14 horas.

Tabela 17. Fecundidade, viabilidade de ovos, longevidade de machos e fêmeas de *Ecdyolopha aurantiana* em diferentes umidades relativas. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; Fotofase: 14 horas.

UMIDADE (%)	NÚMERO DE FÊMEAS	FECUNDIDADE (ovos/fêmea)	VIABILIDADE DE OVOS	LONGEVIDADE	
				MACHOS ¹	FÊMEAS ²
30	50	-	-	5,00 ± 0,26 c (3 - 10)	6,50 ± 0,34 c (4 - 12)
50	50	3,90	96,08	9,26 ± 0,77 b (4 - 29)	12,86 ± 0,86 b (4 - 27)
70	50	34,08	96,03	16,38 ± 0,96 a (3 - 31)	19,41 ± 0,66 a (6 - 29)
90	50	53,58	92,93	14,90 ± 0,44 a (8 - 25)	16,82 ± 0,47 a (11 - 24)

Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade;

Valores entre parêntesis indicam o intervalo de variação;

¹ Dados transformados para $\log(X + 0,5)$;

² Dados transformados para raiz $(X + 0,5)$.

4.1.6 Horário de postura de *E. aurantiana* em laboratório

O laboratório de estudo, com 14 horas de fotofase, era mantido iluminado das 6 às 20 horas. Nesta condição, observou-se, num 1º ensaio, que *E. aurantiana* coloca 95,08% dos ovos até as 23 horas. A partir deste horário, até às 7 horas, a postura foi muito reduzida, não atingindo 5% do total colocado em 24 horas. Até as 19 horas, o bicho-furão colocou 16,12% deste total, diferindo estatisticamente das outras coletas. Durante as coletas da noite, não houve diferença estatística entre os percentuais obtidos (Tabela 18 e Figura 31).

Num 2º ensaio, com a luz sendo desligada também às 20 horas, a colocação dos ovos se concentrou no período das 19:30 às 20:30 h, com 61,27% do total, com o pico de postura iniciando-se meia hora antes e terminando meia hora após o escurecimento do laboratório, caracterizando, desta forma, um hábito crepuscular de postura (Tabela 19 e Figura 32). Às 20 e 20:30 horas, os percentuais de ovos colocados não diferiram estatisticamente entre si.

Quando a luz foi desligada, num 3º ensaio, às 18:30 horas, a concentração de postura (34,93%), também foi maior, meia hora após o escurecimento. Observando-se a postura no período de meia hora que antecedeu o início da escotofase e meia hora após, verifica-se que também ocorreu uma concentração neste período, como observado no 2º ensaio, ou seja, o percentual alcançou 63,96% (Tabela 19 e Figura 32). Estes resultados confirmam o hábito crepuscular de postura de *E. aurantiana*, sendo importante para o estabelecimento de estratégias, visando ao controle de adultos, ou até mesmo o desenvolvimento de métodos de amostragem para implantação do manejo integrado da praga.

Tabela 18. Percentual de ovos de *Ecdytolopha aurantiana* colocado entre 19 e 7 horas, em laboratório. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $65 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

INTERVALO	LABORATÓRIO*
7 - 19	16,12 b
19 - 23	78,96 a
23 - 3	2,96 c
3 - 7	1,96 c

* Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos nesta pesquisa estão de acordo com as observações de Nakano & Soares (1995), que referem o hábito crepuscular de postura do inseto, assim como com Redfern & Di Giácomo (1991), que citam *E. aurantiana* como sendo de hábito noturno. Entretanto, os autores, não entram em detalhes da metodologia utilizada para obtenção de tais informações.

Tabela 19. Percentagem de ovos de *Ecdyolopha aurantiana* colocados em diferentes horários, em laboratório com escotofase iniciando-se às 18 e 20 horas respectivamente. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $65 \pm 10\%$; Fotofase: 14 horas

HORÁRIO	% DE OVOS*	
	18h ¹	20h ¹
16:30	9,00 cd	--
17:00	3,97 cdef	1,37 ef
17:30	3,37 def	--
18:00	9,50 bcd	7,60 bc
18:30	34,93 a	7,93 bc
19:00	19,53 b	6,60 bcd
19:30	11,47 bc	12,63 b
20:00	1,20 ef	24,57 a
20:30	1,17 ef	24,07 a
21:00	0,00 f	5,17 cde
21:30	--	3,67 cdef
22:00	--	2,53 def
22:30	--	0,43 f
23:00	--	0,83 f
07:00	5,50 cde	2,60 def

¹ Dados transformados para raiz ($X + 1$)

* Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

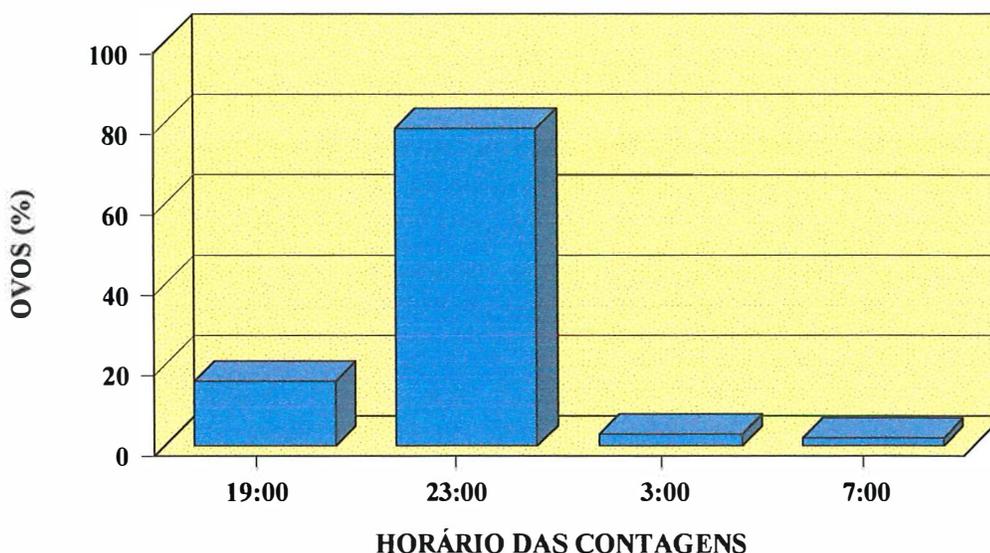


Figura 31. Percentual de ovos de *E. aurantiana* colocados entre 19 e 7 horas, em laboratório. Temperatura: $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $65 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

4.1.7 Oviposição e desenvolvimento larval de *Ecdytolopha aurantiana* sobre frutos de laranja ‘Pera’ em diferentes estágios de desenvolvimento

Não houve influência do estágio de desenvolvimento (e nem do tamanho do fruto) na postura de *E. aurantiana*, sob altas ou baixas pressões de populações (Tabela 20). Embora não tenha havido diferença estatística entre os valores, sob altas populações, houve uma tendência numérica do inseto colocar mais ovos em frutos maiores e maduros. Este número foi mais ou menos constante sob baixas pressões de população (Tabela 20). Em todos os estágios de desenvolvimento, das lagartas que eclodiram, algumas penetraram nos frutos e conseguiram desenvolverem-se até o 3^o ínstar, confirmando observações de campo, nos últimos anos, de que o inseto ataca também frutos ainda verdes. Nestes frutos verdes, verificou-se que a fase larval sofreu um alongamento, o que predispõe o fruto ao apodrecimento. Assim, pôde-se observar lagartas, no 2^o e 3^o ínstar alimentando-se até o 12^o dia, quando iniciava-se um processo

de deterioração acelerado do fruto, provocando a morte de tais lagartas. Estes resultados estão de acordo com aqueles mencionados por Fennah (1942), para uma espécie próxima, *Gymnandrosoma tracycerus* Forbes, que coloca os ovos quando os frutos de laranja apresentam-se com um diâmetro em torno de 37,5 mm. Prates & Pinto (1988a; 1991a) também observaram ataques de *E. aurantiana* tanto em frutos verdes como em maduros.

Tabela 20. Número médio de ovos de *Ecdytolopha aurantiana* em frutos de laranja 'Pera' de diferentes estágios de desenvolvimento, expostos à baixas e altas populações do inseto.

ESTÁGIO DE DESENVOLVIMENTO	NÚMERO MÉDIO DE OVOS/FRUTO	
	BAIXA POPULAÇÃO (5 CASAIS)	ALTA POPULAÇÃO (20 CASAIS)
1	5,93 ± 2,19 a (1 – 12)*	28,33 ± 1,17 a (24 – 31)
2	7,70 ± 2,07 a (1 – 13)	34,10 ± 3,41 a (23 – 44)
3	7,87 ± 2,86 a (1 – 20)	40,50 ± 4,65 a (30 – 58)
4	7,57 ± 1,96 a (1 – 15)	37,23 ± 5,16 a (24 – 60)
5	5,15 ± 0,82 a (3 – 8)	38,80 ± 5,13 a (25 – 60)

*Os valores entre parêntesis referem-se ao intervalo de variação para número de ovos por fruto.

1 -fruto verde; 2 - fruto ainda verde, porém maior, e com casca mais lisa; 3 - fruto em transição para o amadurecimento (tom amarelado); 4 - fruto em transição para o amadurecimento completo e; 5 - fruto maduro

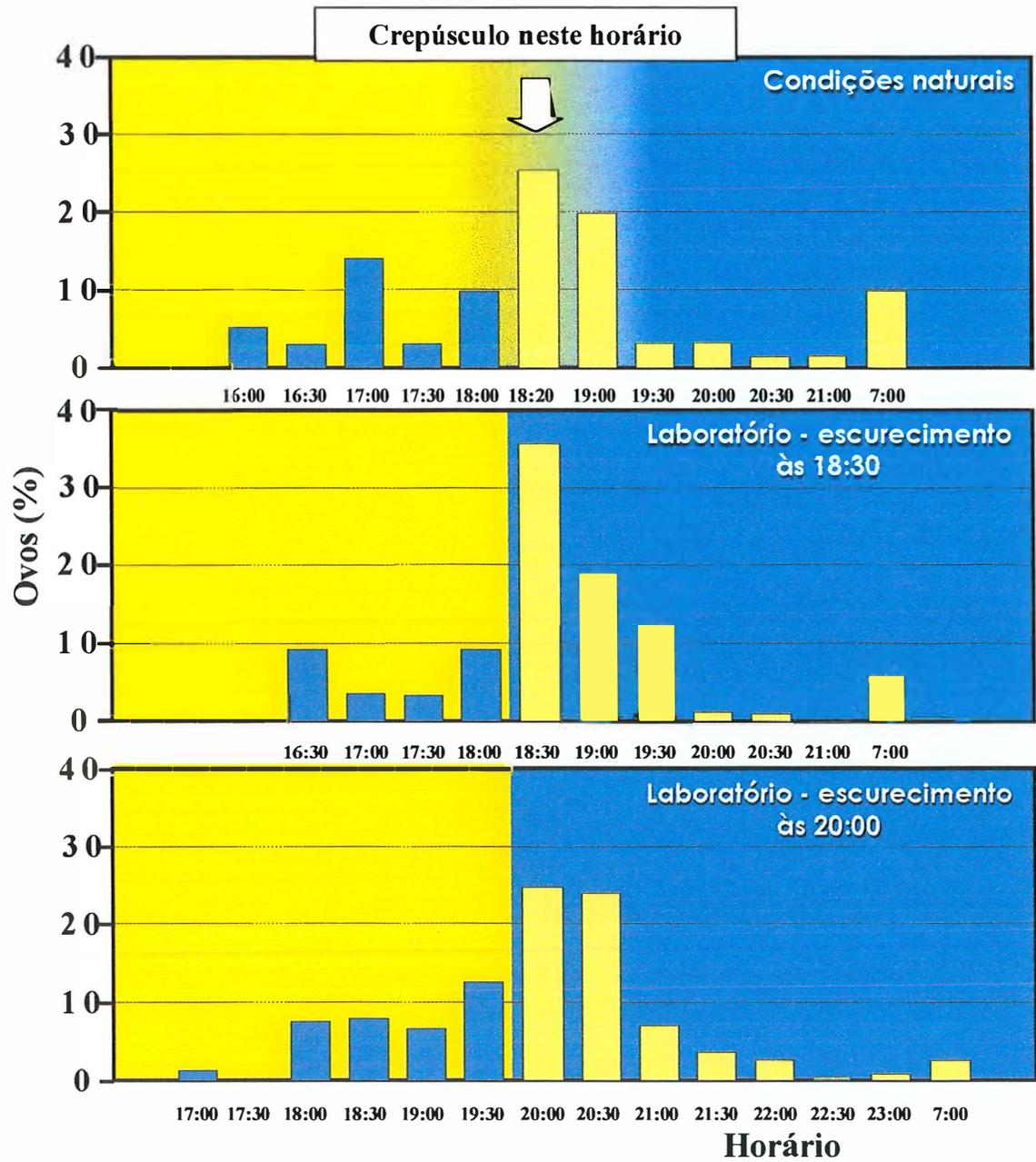


Figura 32. Percentagem de ovos de *Ecdytolopa aurantiana* colocados em diferentes horários, em laboratório e condições naturais, com os devidos ajustes para melhor visualização.

4.2 Bioecologia em semi-campo e campo

4.2.1 Biologia em telado (semi-campo)

A duração média do período compreendido entre a “inoculação” da lagarta até a emergência do adulto foi de 70,06 dias (Tabela 21), tendo a primeira emergência ocorrido aos 63 dias. Embora, 87,18% das lagartas que penetraram no fruto tenham pupado (no próprio fruto ou no solo), apenas 41,03% (16) emergiram. Isto pode ser atribuído à predação por formigas que, freqüentemente, eram encontradas no interior da gaiola. Do total encontrado, 37,5% dos invólucros pupais foram observados no solo (Tabela 21), hábito registrado também por Prates & Pinto (1991a; 1991b); Pinto (1994); Nakano & Soares (1995). Entretanto, a pupação também se deu no próprio fruto embora em percentagem menor (18,75%) e 43,75% dos invólucros pupais não foram encontrados, sendo talvez, destruídos por formigas. Permaneceram na planta, 18,75% dos frutos atacados, e as lagartas abandonaram os mesmos através de um fio de seda, perceptível ao tato, para pupar no solo, o que já foi também registrado por Prates & Pinto (1988a). A percentagem de lagartas que abandonaram o fruto para pupar no solo, (69,2%) (27 frutos com orifício de saída da lagarta) foi próxima àquele valor obtido em laboratório (4.1.3), ou seja, 60,2%. Por outro lado, apenas 18,75% das pupações ocorreram em semi-campo, no fruto, valor bem inferior àqueles 39,8% obtidos em laboratório (4.1.3). A viabilidade total foi baixa (28,57%) e este valor também deve ser baixo, em condições de campo, devido à ação de predadores e adversidades climáticas.

Tabela 21. Dados bioecológicos de *Ecdytolopha aurantiana* em condições de semi-campo (telado)

Frutos "inoculados"	INVÓLUCROS PUPAIS				VIABILIDADE (%)			Duração (dias)
	Lagartas que não penetraram (%)	Não encontrados (%)	Encontrados no solo (%)	Encontrados no fruto (%)	larval	pupal	lagarta - adulto	
56	30,36 (17) ¹	43,75 (7) ¹	37,50 (6) ¹	18,75 (3) ¹	62,5 (35) ¹	48,57 (17) ¹	28,57 (16) ¹	70,06 ± 1,00 (63 – 79) ²

¹ Números reais entre parêntesis

² Intervalo de variação

4.2.2 Horário de postura em condições naturais

Os resultados obtidos, em condições naturais, reforçam os valores registrados em laboratório (4.1.6), ou seja, que esta espécie possui hábito crepuscular de postura, conforme já observado por Redfern & Di Giacomo (1991). Quando o crepúsculo iniciou-se às 18:20 horas, as fêmeas colocaram 59,78% dos ovos até às 19 horas (escurecimento total a partir deste horário), ocorrendo uma concentração (56,04%) entre 18 e 19 horas (Tabela 22 e Figura 32). Os percentuais de ovos colocados entre 18:30 e 19 horas, não diferiram estatisticamente entre si.

Desta forma, uma estratégia para implementação de programas de manejo do bicho-furão poderá ser direcionada para este comportamento dos adultos. Assim, poderá ser indicado o crepúsculo como momento de amostragem (levantamento populacional) de adultos ou mesmo para aplicação de produtos químicos ou biológicos que irão atingir este estágio de desenvolvimento no horário citado.

4.2.3 Distribuição da praga na planta

A grande percentagem de frutos atacado por *E. aurantiana* se concentrou entre 1 e 2 m, 53,10% (Figura 33 A) das plantas cítricas analisadas. Esta constatação é de grande importância para amostragem de frutos visando a determinação do momento de tomada de decisão de medidas de controle em programas de Manejo de Pragas. Por outro lado, dentro da planta, não houve preferência por pontos cardeais, havendo distribuição uniforme nas quatro faces da planta, independente da exposição de plantio do pomar (Figura 33 B). Aparentemente, ocorreu uma tendência numérica de maior ocorrência de ataque na face leste, provavelmente ligado à trajetória do sol, que determinaria um secamento mais rápido do orvalho nesta face, favorecendo o ataque da praga depois da sua penetração. Por outro lado, na parte central da planta, numa condição microclimática

mais úmida, a ocorrência da praga foi menor, provavelmente, devido à presença de patógenos que desfavorecem a praga, conforme mencionado em 4.1.5.

4.2.4 Dinâmica populacional com base na fase de ovo

Os resultados obtidos demonstraram que é possível a realização de estudos de flutuação populacional de *E. aurantiana* baseando-se em ovos ou córions (quando já ocorreu a eclosão) em frutos de laranja. No entanto, é uma operação que demanda tempo e mão-de-obra altamente treinada, incluindo utilização de microscópio estereoscópico e reconhecimento do ovo ou córion do inseto no fruto, que, facilmente, pode ser confundido com cochonilhas.

E. aurantiana ocorre durante todo o ano (Figura 34 e 35), sendo que em Limeira, a flutuação populacional foi mais regular, o que possibilitou estimar o aparecimento de cada nova geração no decorrer do período estudado (Figura 36). Esta maior regularidade na flutuação populacional do inseto pode ser atribuída à menor utilização de produtos químicos, por se tratar de uma pequena propriedade.

Em Gavião Peixoto, a ocorrência da praga foi muito baixa, especialmente no primeiro semestre de 1997 (Figura 35) quando os frutos ainda apresentavam-se pequenos, aliada à aplicação de produtos químicos. Na variedade Hamlin, a elevada ocorrência da praga no período de 30/07/96 à 24/01/97 (Figura 35), deveu-se à permanência de frutas temporonas no pomar, o que contribuiu para a permanência de uma população residual do inseto na área, aumentando as possibilidades de surtos na safra normal.

Tabela 22. Percentagem de ovos de *Ecdytolopha aurantiana*, colocados em condições naturais com crepúsculo iniciando-se às 18:20 horas.

HORÁRIO	% DE OVOS*
16:00	3,90 d
16:30	2,57 d
17:00	14,07 bc
17:30	2,40 d
18:00	10,07 cd
18:30	26,77 a
19:00	19,20 ab
19:30	3,43 d
20:00	3,43 d
20:30	1,70 d
21:00	1,77 d
21:30	--
22:00	--
22:30	--
23:00	--
07:00	10,70 bcd

* Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

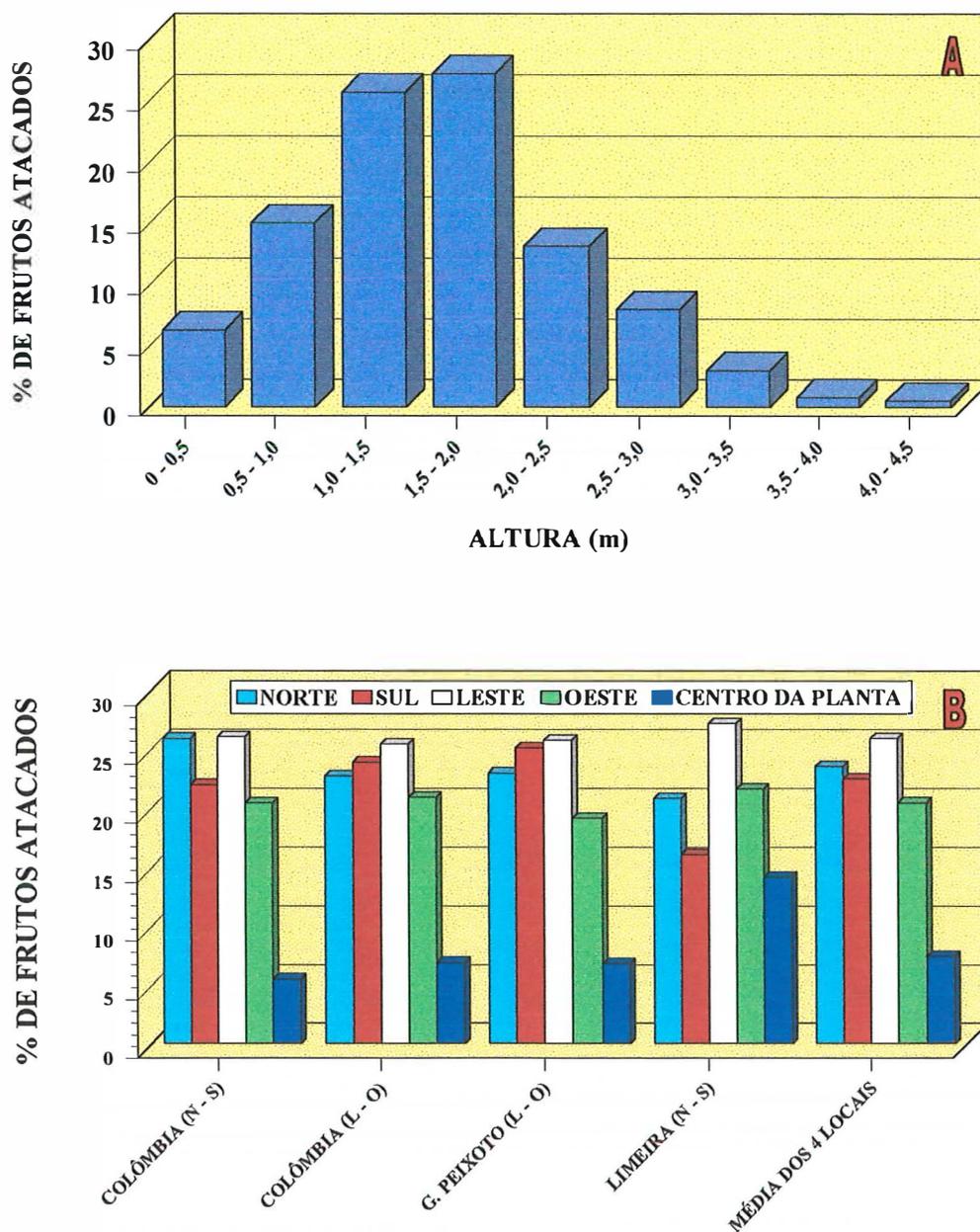


Figura 33. Percentual de frutos de laranjas, atacados por *Ecdytolopa aurantiana*, e sua localização em relação a altura (A) e face (B) da planta em diferentes locais e propriedades. Os pontos cardeais, entre parêntesis, referem-se à exposição dos pomares analisados.

Não foi possível, através dos resultados observados para flutuação populacional, nas áreas amostradas, detectar, um pico de ocorrência da praga, já que ela manteve-se, praticamente todo o ano nestas áreas, embora em algumas épocas, com uma presença maior (Figuras 34 e 35). De uma maneira geral, observou-se que os ataques se intensificaram no começo das chuvas e prolongaram-se até março, o que ocorre havendo disponibilidade de alimento, concordando com as observações de Prates & Pinto (1988a; 1991b) e Prates (1992).

Foi possível detectar, em todas as variedades amostradas, que *E. aurantiana* “prefere” colocar um ovo por fruto, embora este número tenha sido variável de 1 a 4, com percentuais diferentes, dependendo da variedade (Figura 37), valores também observados por Fennah (1942) para *Gymnandrosoma trachycerus* Forbes em Dominica. Observou-se também naqueles frutos onde a lagarta já havia eclodido (presença de córion), que o percentual de penetração das mesmas, foi reduzido. Assim, a variedade Natal apresentou o maior percentual de penetração da lagarta no fruto (34,3%) (Figura 38). Para as variedades Valência, Pera, Natal, Hamlin, Pera Lima e Ponkan, a percentagem média de penetração foi de 16,0%, embora tenha variado de 4,5% para Ponkan a 34,3% na variedade Natal. Fica evidenciado, mais uma vez, a alta eficiência de inimigos naturais e/ou adversidades climáticas sobre ovos de *E. aurantiana*. Estes resultados, porém, discordam daqueles encontrados por Fennah (1942) para uma espécie próxima, *G. trachycerus*, em Porto Rico, em que o percentual de ovos inviáveis foi inferior a 1%, porém, com poucas lagartas completando o desenvolvimento.

De forma análoga, as aplicações de produtos químicos, com ação de contato, coincidentes com as eclosões, podem também provocar alta mortalidade das lagartas antes de penetrarem no fruto.

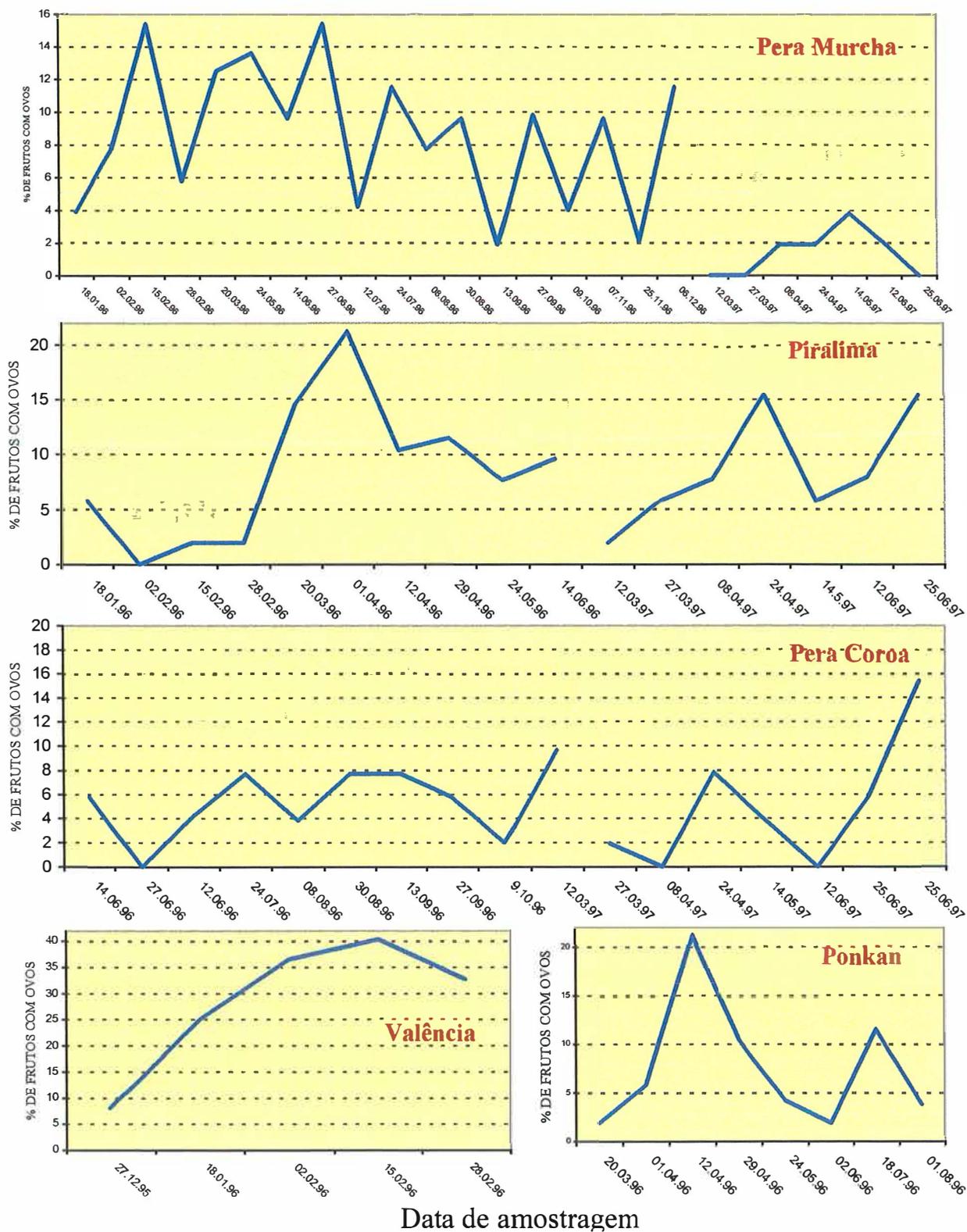


Figura 34. Flutuação populacional de *Ecdytolopha aurantiana* em cinco variedades de laranja no município de Limeira – SP.

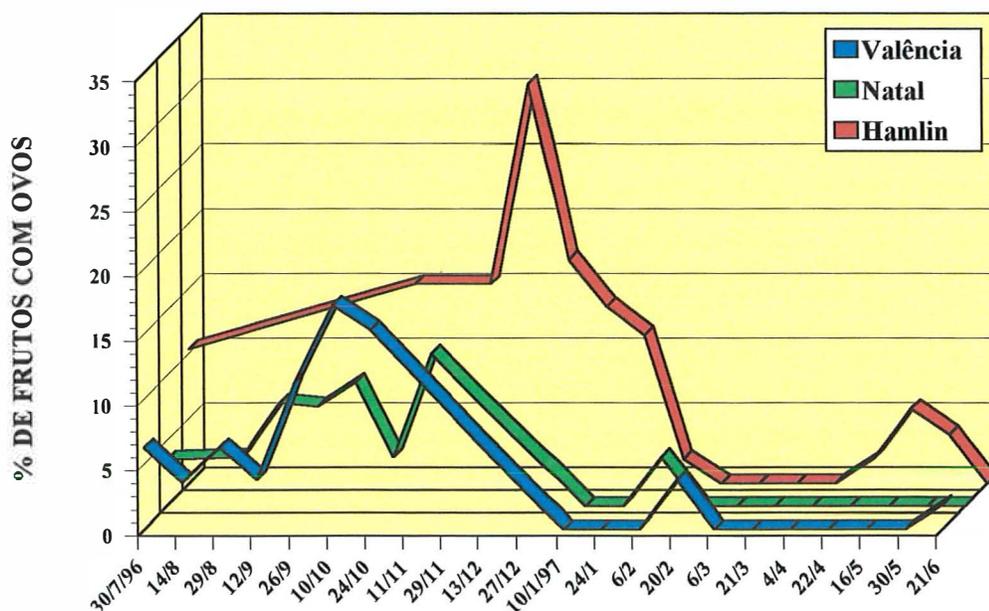


Figura 35. Flutuação populacional de *Ecdytolopha aurantiana* em três variedades de laranja, no município de Gavião Peixoto – SP.

Embora o número de ovos por fruto tenha apontado para a variedade Natal como a mais susceptível ao bicho-furão, o que observa-se no campo, é um maior ataque à variedade Pera, fato também observado por Prates & Pinto (1991a). Por outro lado, no laboratório a variedade Natal apresentou uma melhor adequação nutricional para *E. aurantiana* (4.1.3). No entanto Mendes (1997) verificou que o percentual de ataque variou, entre as variedades amostradas (Lima verde, Pera coroa, Valência e Natal) conforme o mês do ano, embora, individualmente, a variedade Natal apresentou a maior porcentagem de frutos com furos (70,42%) provocados por *E. aurantiana*. Estas diferenças, no caso da postura, podem estar associadas à características químicas, como a presença de óleos essenciais ou físicas, como textura da casca. Deve ser salientado também, que como a área plantada com a variedade Pera é muito maior do que aquela com Natal, o maior registro de ataque por diversos autores pode ser apenas visual, sem

caráter científico. Como não existem estudos detalhados do comportamento varietal de *Citrus* com relação à *E. aurantiana*, devem ser conduzidas pesquisas nesta área.

4.2.5 Estudos visando a amostragem

Como já discutido em 4.1.4, foi possível estimar o número de gerações de *E. aurantiana* nas principais regiões citrícolas do Estado de São Paulo (Tabela 14), através de um modelo, determinado em laboratório, baseado nas exigências térmicas da espécie. Assim, considerando-se a flutuação populacional de *E. aurantiana* para Limeira, foi possível comprovar tal modelo, baseando-se nos picos populacionais de ovos. Assim, podem ocorrer 7 gerações anuais (Figura 36), valor bastante próximo àquele obtido com os resultados de laboratório, ou seja, 7,05 gerações (Tabela 14), ficando assim, comprovada a validade do modelo de laboratório obtido na presente pesquisa para condições de campo. Por outro lado, tais resultados diferem bastante daqueles propostos por Nakano & Soares (1995), ao extrapolar os dados obtidos por Grellmann et al. (1992) para *G. molesta*.

Para a amostragem de adultos, através de armadilhas luminosas, a lâmpada “BL” foi a que exerceu maior atração. Embora numericamente tenha atraído o maior número de insetos, tal valor não diferiu estatisticamente de “BLB” (Tabela 23). A lâmpada amarela (Y), não atraiu nenhum adulto (Tabela 23). Embora os percentuais de atração tenham sido baixos, sugerem-se estudos em condições naturais, utilizando-se armadilhas com a lâmpada “BL”, tendo em vista a inexistência de um método eficiente para amostragem desta espécie e considerando-se que os insetos reagem aos diferentes comprimentos de ondas das luzes monocromáticas na faixa de 250 a 700 m μ ou nm, porém apresentando 100% de resposta aos comprimentos de onda em torno de 365 m μ (Silveira Neto et al., 1976). É provável que se obtenham resultados promissores, uma vez que Thoeny & Nordin (1988), em pesquisa com o mesmo tipo de lâmpada (15W/F15T8BL), atraiu 1204 adultos de *Ecdytoplopha insitiana* Zeller em plantações de

Robinia pseudoacacia L., colocando as armadilhas a 5m da bordadura das áreas cultivadas.

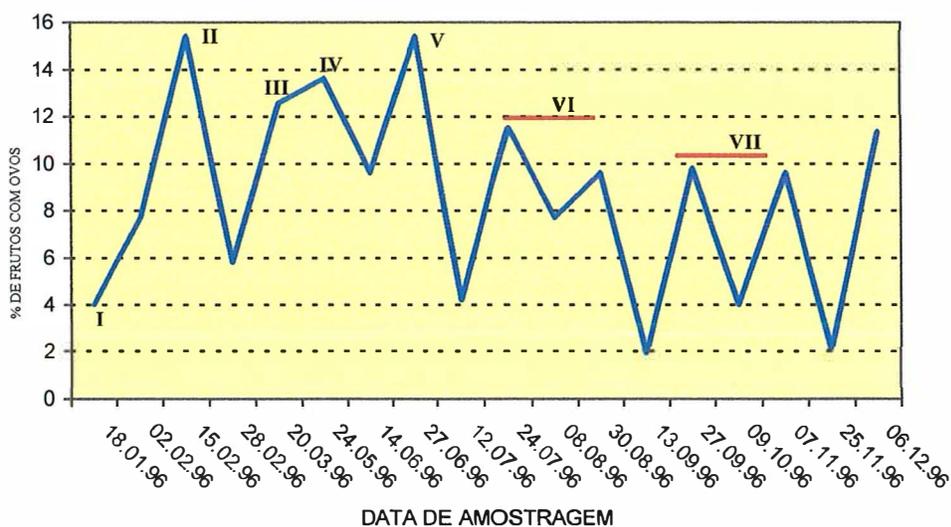


Figura 36. Flutuação populacional de *Ecdytolopa aurantiana*, em Limeira – SP, variedade ‘Pera’. Os números romanos indicam a ocorrência das gerações.

Observações adicionais foram feitas colorindo os ovos de *E. aurantiana* com solução de fucsina ácida. Entretanto, o referido corante também colore cochonilhas e lesões de verrugose, entre outras imperfeições da casca do fruto (Figura 39), não oferecendo segurança para o avaliador. Portanto, o método não se constitui adequado para amostragem de ovos de *E. aurantiana*.

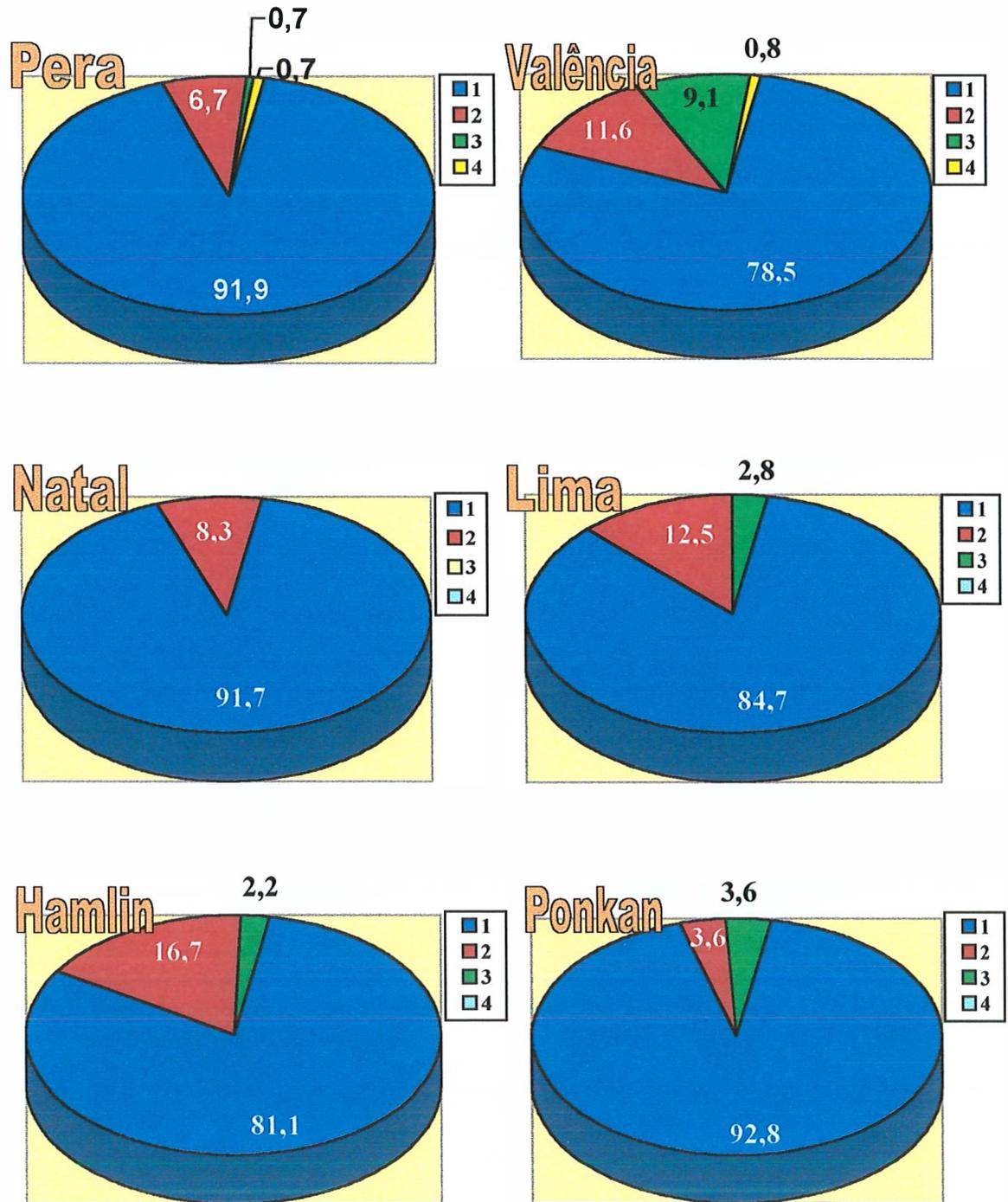


Figura 37. Percentual de frutos de diferentes variedades de laranja amostradas no campo com 1, 2, 3 e 4 ovos de *Ecdytolopha aurantiana*.

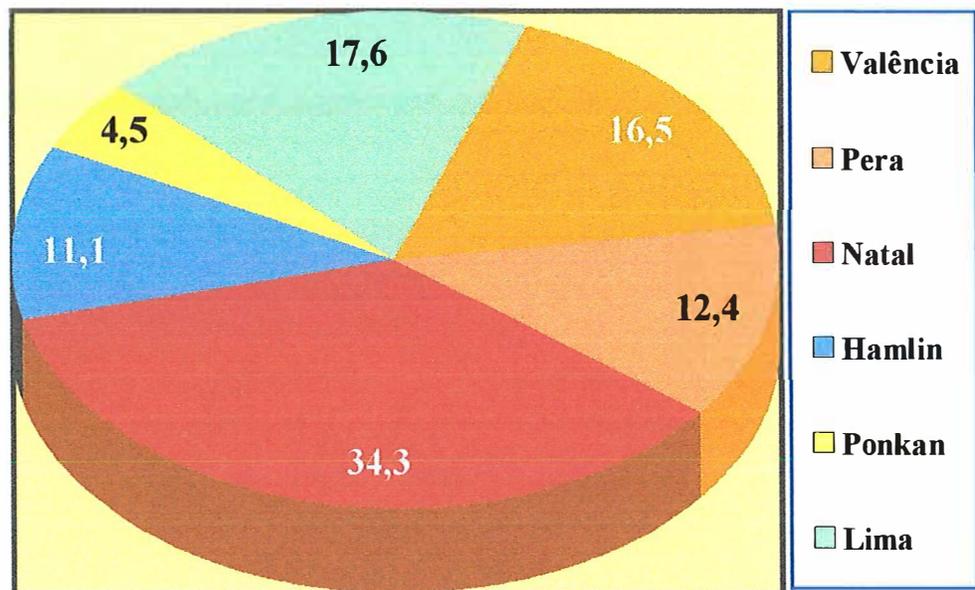


Figura 38. Percentual de frutos de cinco variedades de laranja, nos quais foi encontrado orifício de penetração da lagarta de *Ecdytolopha aurantiana*, correlacionados aos córios aderidos à superfície.

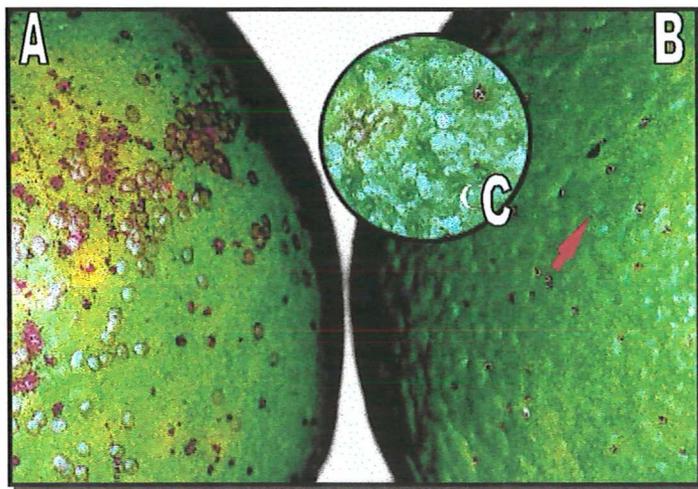


Figura 39. Ovos de *Ecdytolopha aurantiana* coloridos com fucsina ácida (A) e não coloridos (B), um deles indicado pela seta. C – detalhe de ovos não coloridos.

4.3 Alternativas ao controle químico

4.3.1 Controle cultural – Estágio de desenvolvimento de *E. aurantiana* em frutos caídos

Os resultados obtidos para a variedade Pera (frutos maduros) mostraram que o percentual de frutos caídos no solo, com sintomas de ataque de *E. aurantiana*, mas que não apresentavam nenhuma fase do inseto no seu interior, é muito alto (Figura 40). Os percentuais de frutos no solo com lagartas no 2º, 3º, 4º e 5º ínstars de *E. aurantiana* e larvas de moscas-das-frutas, foram muito pequenos. Estas observações indicam que as recomendações de controle cultural através da coleta e enterrio de frutos caídos (Prates & Pinto, 1988a; Pinto, 1994; Pinto, 1996), devem ser melhor avaliadas, principalmente se o estágio de maturação dos frutos for avançado, pois o percentual de ausência de formas vivas do inseto no interior dos mesmos é elevado. Assim, o mais correto é recomendar o controle cultural a partir do início do ataque da praga, colhendo e destruindo os frutos com sintomas, ainda na planta, além daqueles caídos, como já mencionado por Pinto, (1994; 1996).

Para a variedade Hamlin, aos 56 e 70 dias antes da colheita, o percentual de frutos atacados por moscas-das-frutas foi alto e também já eram observados frutos caídos com sintomas característicos de ataque de *E. aurantiana* (Figura 41), porém, sem lagarta no seu interior, indicando que a mesma já se encontrava no solo, na fase de pupa. À medida que os frutos avançaram na sua maturação, reduziu-se e/ou estabilizou-se o ataque de mosca-das-frutas, porém aumentaram os percentuais de frutos caídos sem ataque e caídos com sintomas de ataque, porém sem a presença da lagarta no seu interior. Os percentuais de frutos com lagartas de *E. aurantiana* no 2º, 3º, 4º e 5º ínstars, pré-pupa e pupa, mantiveram-se sempre em níveis baixos. Estes resultados reforçam a teoria de que a recomendação do controle cultural de *E. aurantiana*, recolhendo e destruindo os frutos caídos, isoladamente é insuficiente para a interrupção do ciclo do inseto.

Tabela 23. Percentual de adultos de *Ecdytolopha aurantiana* atraídos por cinco tipos de lâmpadas com diferentes comprimentos de onda.

Lâmpada	Adultos atraídos (%)*
BL	17,67 a
BLB	7,00 ab
B	5,67 bc
PL	1,50 bc
G	0,50 c
Y	0,00

Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de Probabilidade.

*Dados transformados para $\log(X + 3)$

BL: black light; BLB: black light blue; B: blue; PL: plant light; G: green; Y: yellow

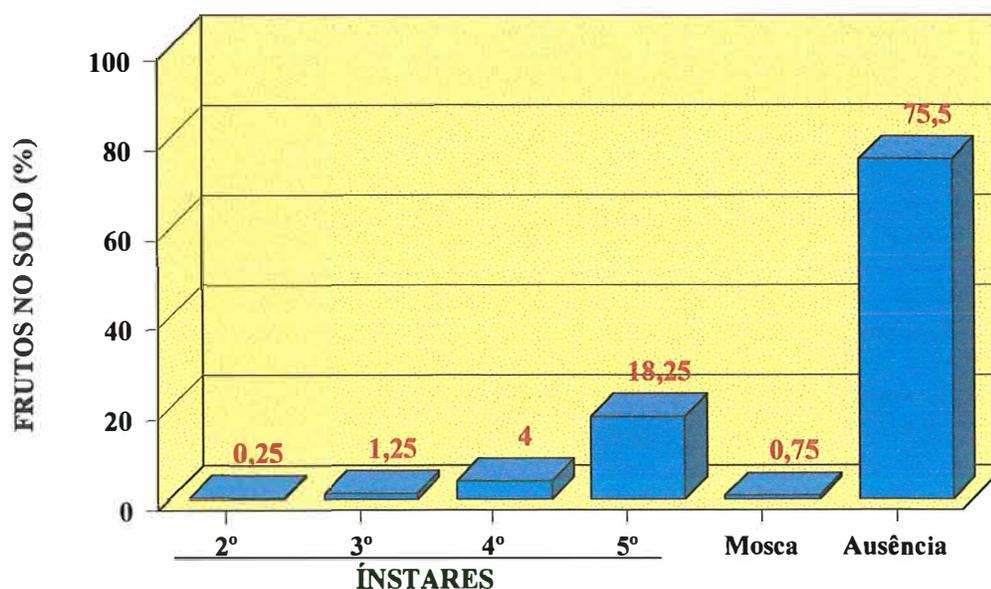


Figura 40. Frutos no solo (%) com lagartas no 2º, 3º, 4º e 5º instares de *Ecdytolopha aurantiana*, com ausência destas fases e com larvas de moscas-das-frutas. Fazenda Barreiro Grande – Colômbia, SP.

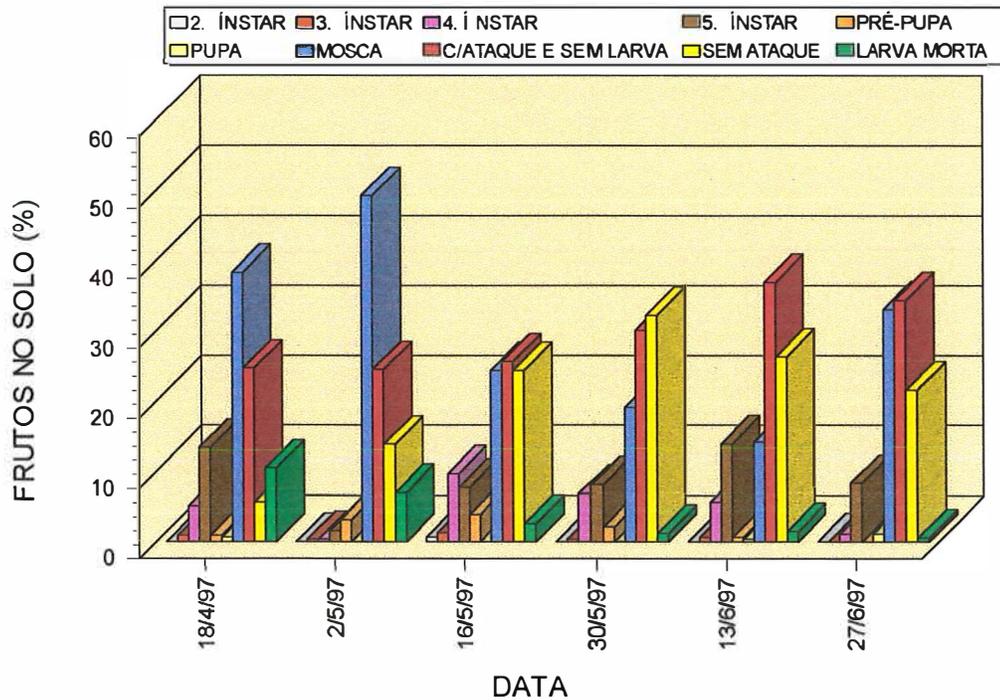


Figura 41. Frutos no solo (%) com lagartas no 2º, 3º, 4º e 5º ínstars, pré-pupa e pupa de *Ecdytolopha aurantiana*, larvas de moscas-das-frutas, ausência de lagartas ou larvas destas espécies, frutos sem ataque e frutos com lagartas ou larvas mortas. Variedade Hamlin, Fazenda Muriti – Colômbia, SP.

4.3.2 Controle Biológico

4.3.2.1 Potencial de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1875

Os resultados dos testes preliminares com *T. pretiosum*, para controle biológico de *E. aurantiana* mostraram-se muito promissores. O parasitismo em ovos recém colocados foi de 81% e de 100% para ovos com 24 horas de idade, sendo pela primeira vez mostrado, na literatura nacional e internacional, a possibilidade do controle desta praga, ainda na fase de ovo (Figura 42).

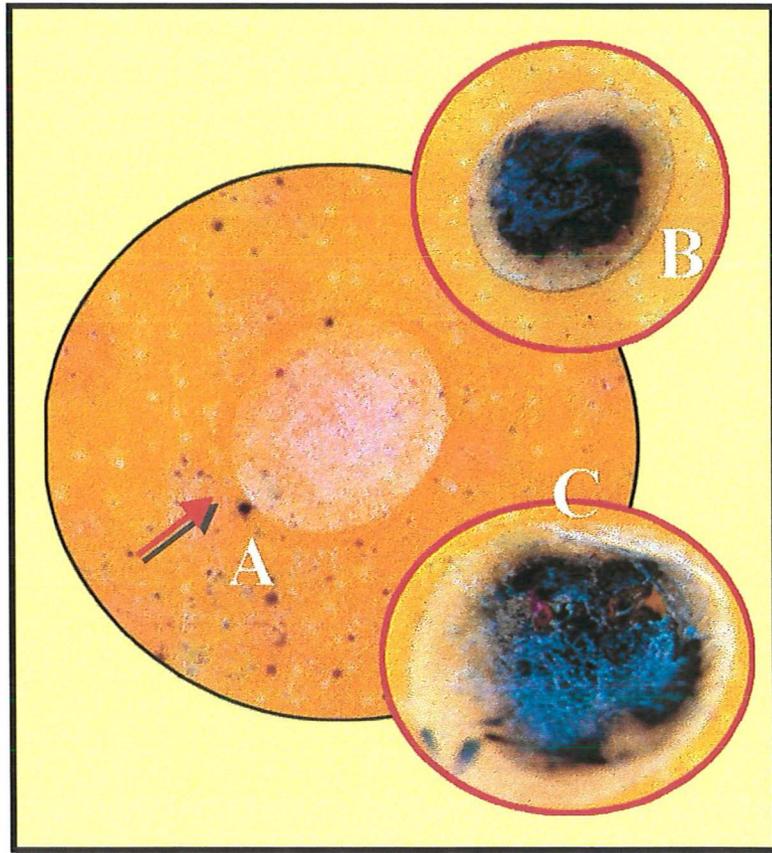


Figura 42. Ovo de *Ecdytolopa aurantiana* não parasitado (A); ovo de *E. aurantiana* parasitado por *Trichogramma pretiosum* (B); adultos de *T. pretiosum* emergindo do ovo de *E. aurantiana* (C). A seta indica a localização do ovo.

4.3.2.2 Relação entre fêmea de *T. pretiosum* por ovo de *E. aurantiana* para máximo parasitismo

Os percentuais de parasitismo variaram de 9,18 a 63,25%, para relações ovo da praga : fêmeas do parasitóide , de 0,8 a 12,8, respectivamente. Obteve-se uma correlação linear positiva entre o número de parasitóides liberados e o percentual de parasitismo, com coeficiente de determinação (R^2) de 92% (Figura 43). Nas densidades de 1,6 e 3,2 parasitóides por ovo, praticamente não houve variação, obtendo-se 26,50 e 25,00%, respectivamente, elevando-se para 45,02%, na densidade de 6,4 parasitóides por ovo.

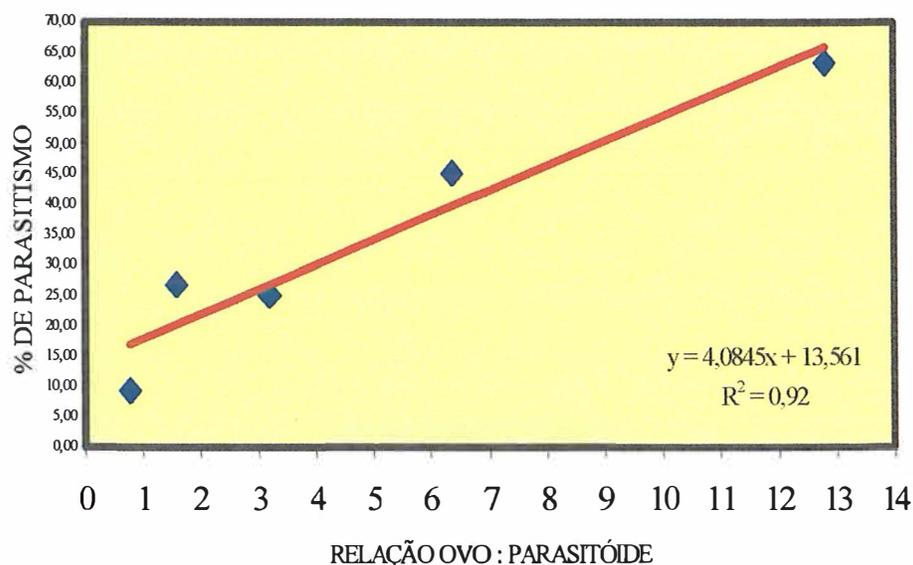


Figura 43. Relação entre números variáveis de parasitóides (*Trichogramma pretiosum* – linhagem L₁), liberados por ovo de *Ecdytoplopha aurantiana* e percentual de parasitismo, em gaiolas. Piracicaba, SP – novembro/1997.

O parasitismo foi crescente nas relações estudadas e poder-se-á obter um parasitismo superior aumentando-se tal relação.

Assim, tornam-se necessários novos estudos, no sentido de se testar um maior número de parasitóides : ovo e determinar-se o ponto onde a eficiência do parasitóide é máxima, pois a partir deste ponto, segundo Knipling (1979), há uma tendência de redução na eficiência do parasitismo. Isto decorre, segundo o mesmo autor, pela menor probabilidade de um indivíduo encontrar um ovo não parasitado, quando aumenta sua densidade, podendo ocorrer, em muitos casos, superparasitismo.

Estes resultados sugerem que devem ser necessários números bastante elevados de *T. pretiosum*, em liberações, em áreas de *Citrus*, para controle de *E. aurantiana*.

Resultados obtidos neste trabalho e comparados com pesquisa feitas em outras culturas, deixam muito evidente que existe uma relação bastante estreita entre parasitóide : hospedeiro e as diferentes espécies vegetais. Assim, Lopes (1988) obteve uma relação *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 : ovo de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1974) de 1,6; nos trabalhos de Sá et al. (1993), com a cultura do milho, a relação *T. pretiosum* : ovo de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) foi de 10,67 e Zachrisson (1997) trabalhando com a cultura da soja, obteve uma relação *T. pretiosum* : ovo de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, de 5,3.

4.3.2.3 Dispersão horizontal e vertical de *T. pretiosum* em pomares cítricos

Os resultados obtidos para dispersão horizontal de *T. pretiosum*, em pomar cítrico, variaram de acordo com as distâncias observadas a partir do ponto de liberação. Os maiores percentuais de parasitismo ocorreram a 3,6 e 7,0 m de distância do ponto de liberação, com 53,76 e 32,45% dos ovos parasitados, respectivamente. Estes resultados poderiam ser explicados por não existirem, até 8,4 m, obstáculos (plantas) que pudessem dificultar o “encontro” de ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Figura 44). Ocorreu, a seguir, uma redução no percentual de parasitismo à medida que se

aumentou a distância, ou seja, 17,74% de parasitismo para 8,0 m e 13,58% para 8,4 m. Entretanto, a partir desta distância, com a presença de plantas, os parasitismos não foram menores, como era de se esperar, ou seja, foram 19,75; 10,15; 11,47 e 3,35% para, 10,9; 16,4; 16,8 e 17,2m, respectivamente (Figura 44), ocorrendo, inclusive, um parasitismo maior, em alguns casos, do que em distâncias mais próximas e sem obstáculos. Estes resultados mostram a importância de cairomônios no parasitismo de espécies de *Trichogramma*, não sendo as barreiras físicas suficientes para impedirem sua ação, importância esta, já mencionada por Pratisoli (1989), salientando que a ausência ou quantidades inadequadas destes semioquímicos podem afetar o parasitismo e a longevidade destes parasitóides. Obteve-se uma correção logarítmica negativa para distâncias e percentuais de parasitismo, com um coeficiente de determinação (R^2) de 92% (Figura 44).

Na área testemunha não ocorreu parasitismo, mostrando que não existiam espécies do gênero *Trichogramma* na área do experimento. É possível que a ausência de parasitóides nesta área seja em função do uso de produtos químicos, para controle de várias pragas, à exemplo do que ocorria em lavouras de tomateiro industrial antes da introdução de *Trichogramma pretiosum* Riley, na região de Petrolina, PE (Parra, informação pessoal).

O percentual de predação de ovos foi de 24%. Observou-se que os predadores, quando atacavam os ovos do cartão, consumiam os ovos na sua totalidade.

O ideal seria o desenvolvimento desta pesquisa com ovos de *E. aurantiana* e não ovos de *A. kuehniella*, como realizado no presente trabalho. Com o domínio da técnica de criação do bicho-furão em dieta artificial, devem ser realizadas novas pesquisas, visando avaliar a capacidade de dispersão de *T. pretiosum*, utilizando-se ovos de *E. aurantiana*.

Os resultados da presente pesquisa sugerem um bom parasitismo visual a até 10 m do ponto de liberação. Baseando-se no modelo de Dobzhanski & Wright (1943), a distância média e a área de dispersão de *T. pretiosum*, em citros, utilizando-se ovos de *A. kuehniella*, foi de 11,02 m e 140,45 m², respectivamente. Estes valores

indicam que seriam necessários 71 pontos de liberação do parasitóide por unidade de área (ha). Os resultados de dispersão são próximos àqueles obtidos por Lopes (1988), em cana-de-açúcar, Sá et al. (1993), em milho e Zachrisson (1997), em soja. Em geral, a dispersão horizontal de espécies do gênero *Trichogramma*, em outras culturas, está em torno de 10 m (Lopes, 1988; Sá et al., 1993; Zachrisson, 1997), embora Van Den Berg et al. (1987) tenham registrado um raio de ação de 14 m para *Trichogramma cryptophlebiae*, em pomares cítricos.

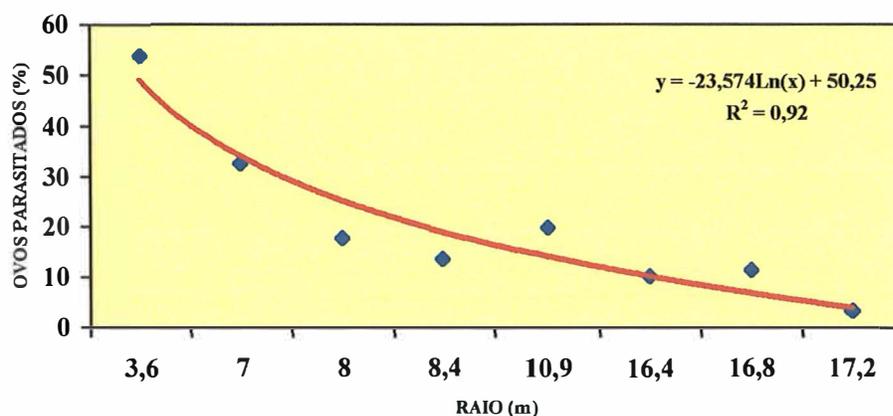


Figura 44. Relação entre o raio de dispersão horizontal da linhagem L_1 de *Trichogramma pretiosum* e o número de ovos de *Anagasta kuehniella* parasitados.

A dispersão vertical de *T. pretiosum* variou conforme a altura em que os ovos foram colocados. O parasitismo sobre ovos de *A. kuehniella* variou de 63,14% a 38,13% entre 1 e 4 metros de altura, respectivamente. Os maiores percentuais de parasitismo se concentraram entre 1 e 2 metros de altura, com 63,14 e 55,48%, respectivamente, exatamente a faixa em que ocorre maior ataque de *E. aurantiana* (Figura 33 A). Obteve-se uma correlação linear negativa entre a altura de localização dos

ovos e o percentual de parasitismo, com um coeficiente de determinação (R^2) de 94% (Figura 45). Os resultados obtidos nesta pesquisa foram similares aos observados por Yu et al. (1984), quando estudaram a dispersão horizontal e vertical de *Trichogramma minutum* em plantas de maçã com altura variando entre 2 e 4 m e também utilizando ovos de *A. kuehniella*. Os ovos do hospedeiro alternativo foram distribuídos, por aqueles autores, no topo da planta, na porção mediana (interna e externamente) e na parte externa da base da copa, tendo ocorrido a dispersão em todas as direções. O potencial de controle de *E. aurantiana* por *T. pretiosum* pode ser reforçado no trabalho de Radzivilovskaya & Salikhov (1987) que obtiveram elevado percentual de parasitismo (84%) de ovos de *Cydia pomonella* com *Trichogramma evanescens* liberados a 1,5 m de altura em plantas de macieiras.

Assim, *T. pretiosum* poderá ser um componente adicional em programas de manejo do bicho-furão, especialmente pela sua boa capacidade de dispersão vertical, podendo parasitar ovos de *E. aurantiana* na altura em que a praga ocorre com maior frequência, ou seja, entre 1 e 2 m. Por outro lado, tornam-se necessários estudos para definir o número ideal de parasitóides a ser liberado por unidade de área em função de sua dispersão horizontal, o número de pontos de liberação, bem como a seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* (ou outras espécies) que sejam adaptadas às diferentes regiões climáticas em que a praga ocorre.

4.3.2.4 Outros agentes de controle biológico (insetos)

Dos parasitóides emergidos em laboratório, de lagartas coletadas no campo, um foi mais freqüente e identificado como *Hymenochaonia* sp. (Braconidae, Macrocentrinae) (Figura 46), pela Prof^a Dra. Angélica Maria Pentead-Dias, do Laboratório de Hymenoptera Parasitica da Universidade Federal de São Carlos. Este braconídeo, provavelmente, parasita lagartas no 3º instar e emerge na pupa. Pelo número elevado de indivíduos que emergiram de alguns lotes de lagartas de *E. aurantiana*,

(houve casos em que o parasitismo chegou a 56,4%) coletadas no campo e trazidas para o laboratório, para completar o ciclo em dieta artificial, supõem-se que pode ser um inimigo natural desta praga, com potencial para futuros programas de controle biológico. Assim, sugerem-se estudos de flutuação populacional deste inimigo natural de *E. aurantiana*, como também o desenvolvimento de técnicas de criação, visando a futuras liberações no campo para controle da praga.

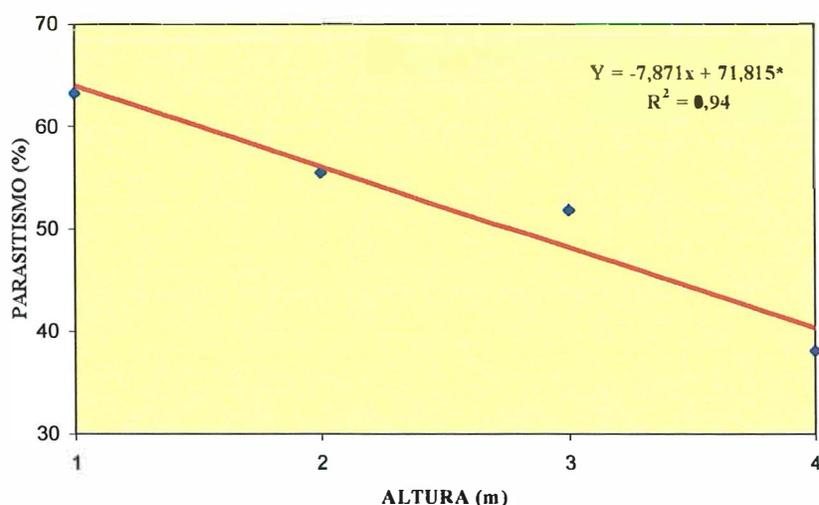


Figura 45. Relação entre altura de dispersão vertical de *Trichogramma pretiosum* (linhagem L₁), e percentual de parasitismo de ovos de *Anagasta kuehniella* em pomar de citros. Piracicaba, SP – outubro - novembro-dezembro/1996.

Em função da elevada população de *Hymenochaonia* sp. em determinadas épocas do ano, tal parasitóide poderá ter importância na dinâmica populacional de *E. aurantiana*. Desta forma, a utilização de produtos seletivos na cultura de *Citrus* é fundamental para pensar-se na utilização destes agentes de controle biológico, seja preservando-os no ecossistema (controle biológico natural) ou liberando-os de forma

inundativa (controle biológico aplicado). Mesmo raciocínio se aplica para eventual utilização de espécies de *Trichogramma*.

Fennah (1942) e White (1993) também referem-se a um braconídeo (*Bassus* sp.) parasitando *E. aurantiana* em Dominica.

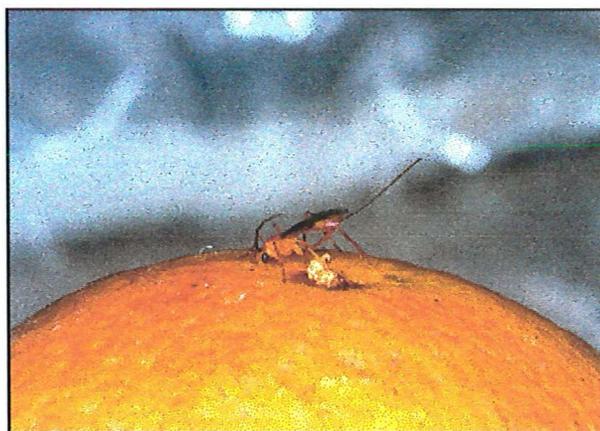


Figura 46. Adulto do parasitóide *Hymenochaonia* sp., inimigo natural de lagartas de *Ecdytolopha aurantiana*.

5 CONCLUSÕES

1. É possível criar-se *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) em dietas artificiais com características biológicas semelhantes às daquelas do inseto criado em dieta natural;
2. Embora o inseto se desenvolva em dietas artificiais com fontes protéicas variáveis, aquela à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja, é a mais adequada para criação em laboratório, por propiciar menor duração de desenvolvimento, maior viabilidade do período ovo-adulto, maiores valores da taxa líquida de reprodução (R_0) e de razão finita de aumento (λ), além da facilidade de preparo e baixo custo;
3. A redução do número de ínstars, em relação ao alimento natural é uma indicação da adequação nutricional da dieta artificial;
4. A metodologia desenvolvida para manutenção de adultos de *E. aurantiana* mostra-se adequada para criação contínua do inseto em laboratório;
5. A separação dos sexos, nas fases de lagarta, pupa e adulto é confiável e segura;
- * 6. O número de ínstars em todas as dietas artificiais é constante e igual a quatro;
- * 7. Em frutos, *E. aurantiana* desenvolve-se melhor na variedade Natal do que em 'Pera';

8. *E. aurantiana* criada na variedade Pera apresenta cinco instares;
9. A faixa térmica mais adequada para criação do bicho-furão é de 28 a 30°C;
10. Baseando-se nas exigências térmicas do inseto, existe uma variação de 7 a 8,2 gerações anuais nas principais regiões citrícolas do Estado de São Paulo;
11. Umidades relativas elevadas favorecem a postura e longevidade de *E. aurantiana*;
12. *E. aurantiana* têm hábito de postura crepuscular bem definido, seja em laboratório ou no campo;
13. Baixas populações do inseto não discriminam o estágio de desenvolvimento do fruto para postura;
14. Ocorre alta mortalidade das fases imaturas do bicho-furão em condições de semi-campo;
15. Em condições de semi-campo, 67% das pupas são encontradas no solo e o restante, no fruto;
16. A grande percentagem de frutos atacados por *E. aurantiana* encontram-se entre 1 e 2 m de altura na planta;
17. A observação e contagem do córion é adequada para estudos de dinâmica populacional de *E. aurantiana*;
18. A amostragem baseando-se na contagem de ovos é inviável na prática;

19. A amostragem do bicho-furão para estratégias de controle deve ser feita baseando-se no adulto;
20. O modelo de exigências térmicas estimado em laboratório se aplica às condições de campo;
21. Adultos de *E. aurantiana* são atraídos pelas lâmpadas BL e BLB;
22. A coleta de frutos atacados no solo é insuficiente para evitar a evolução populacional do bicho-furão;
23. A dispersão vertical de *T. pretiosum* em áreas de citros chega a quatro metros;
24. A dispersão horizontal de *T. pretiosum* é de 11 m com uma área de dispersão de 140,45 m², indicando serem necessários 71 pontos de liberação do parasitóide por ha;
25. O braconídeo *Hymenochaonia* sp., parasitóide larval de *E. aurantiana*, pode ser importante na manutenção do nível de equilíbrio desta praga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL – 1997, p. 207-215,1997. São Paulo, 1997. 435p.

ALLEN, H. W.; WARREN, A. J. The results from two year's experiments in mass liberations of *Trichogramma minutum* against the oriental fruit moth. **Journal of Economic Entomology**, v. 25, p. 374-380, 1932.

ALVES, F. de L.; MARTINS, D. dos S. Ocorrência da mariposa das laranjas *Gymnandrosoma aurantianum* Lima, 1927 (Lepidoptera: Olethreutidae) no norte do Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 13.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE BICUDO DO ALGODOEIRO, 1.; ENCONTRO SOBRE COCHONILHA DA PALMA FORRAGEIRA, 2.; ENCONTRO SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS, 3., Recife, 1991. **Resumos**. Recife: SEB, 1991. v. 1, p. 131.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL - 1995, v. 55, p. 3 - 43, 1996.

BLANCO, H.; WATT, A.; COSENS, D. Life cycle and oviposition behaviour of the macadamia nut borer *Ecdytolopha torticornis* (Lepidoptera : Tortricidae). **Manejo Integrado de Plagas**, n. 29, p. 36, 1993. /Resumo em CAB Abstracts on CD-ROM, 1993-94 /.

BOTELHO, P. S. M.; SILVEIRA NETO, S. S.; SALLES, L. A. B.; BARBIN, D.; BORGES, C. G. Testes de atração de *Musca domestica* L. com luzes de diferentes comprimentos de onda. **O Solo**, v. 65, n. 2, p. 42-45, 1973.

CITRICULTURA sofre com pior ataque de bicho furão dos últimos anos. **Jornal do Fundecitrus**, v. 12, n. 75, p. 4-5, mar./abr. 1996.

DOBZHANSKY, T.; WRIGHT, S. Genetics of natural populations. x. Dispersion rates in *Drosophila pseudoobscura*. **Genetics**, v. 28, p 304-340, 1943.

FENNAH, R. G. The "Orange Moth" of Dominica. **Tropical Agriculture**, v. 19, n. 4, p. 73-78, 1942.

FONSECA, J. P. da. Combate à lagarta das laranjas, *Gymnandrosoma aurantianum* Costa Lima. **Chácaras e Quintais**, v. 50, p. 215-216, 1934.

GRELLMANN, E. O.; LOECK, A. E.; SALLES, L. A. B. de; FACHINELO, J. C. Necessidades térmicas e estimativas do número de gerações de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Olethreutidae) em Pelotas, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 7, p. 999-1004, 1992.

GUERREIRO, J. C.; FABIANO, L. A. ; PAZINI, W. C.; BUSOLI, A. C. Eficiência de inseticidas químicos e biológicos no controle de bicho-furão-dos-citros *Ecdytolopha aurantiana* (Lepidoptera : Tortricidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos**. Salvador: SEB, 1997. p.181.

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. 12p. (Série Agricultura e Desenvolvimento).

KNIPLING, E. F. **The basic principles of insect population suppression and management.** Washington: USDA, 1979. p. 135-197: Insect population suppression by augmenting the number of parasites and predators in crop ecosystems. (USDA. Agricultural Handbook, 512).

LIMA, A. da C. Sobre um novo microlepidóptero, cuja lagarta é praga das laranjeiras no Distrito Federal. **Chácaras e Quintais**, v. 36, p. 33-35, 1927.

LIMA, A. da C. **Insetos do Brasil: Lepidópteros.** Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1945. v. 1, p. 325-353.

LOPES, J. R. S. Estudos bioetológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hym., Trichogrammatidae) para controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep., Pyralidae). Piracicaba, 1988. 141p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

MASSAMBANI, A. H.; PINTO, R. A. ; SILVA, J. L.; GRAVENA, S. Inseticidas biológicos e fisiológicos no controle do bicho-furão *Ecdytolopha aurantiana* em citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos.** Salvador: SEB, 1997. p. 105.

- MENDES, P. C. D. Comportamento e biologia do bicho-furão, *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae) em condições de campo e laboratório. Piracicaba, 1997. 56p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.
- NAKANO, O.; SOARES, M. G. Bicho-furão: biologia, hábitos e controle. **Laranja**, v. 16, n. 1, p. 209- 221, 1995.
- NEWTON, P. J.; ODENDAAL, W. J. Commercial inundative releases of *Trichogrammatoidea cryptophlebiae* [Hym. : Trichogrammatidae] against *Cryptophlebia leucoptera* [Lep. : Tortricidae] in *Citrus*. **Entomophaga**, v. 35, n. 4, p. 545 - 556, 1990.
- PARRA, J. R. P. Biologia comparada de *Perileucoptera coffeella* (Guérin-mèneville, 1842) (Lepidoptera, Lyonetiidae) visando ao seu zoneamento ecológico no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 29, n. 1, p. 45-76, 1985.
- PARRA, J. R. P. Etapas básicas para programas de controle biológico com *Trichogramma* no Brasil. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 5., Foz do Iguaçu, 1996. **Anais**. Foz do Iguaçu : EMBRAPA, 1996a. p. 353.
- PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. 3. ed. Piracicaba: FEALQ, 1996b. 137p.
- PARRA, J. R. P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCHI, R. A. (Ed.). ***Trichogramma* e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap. 4, p.121-151.

PARRA, J. R. P.; HADDAD, M. L. **Determinação do número de ínstares de insetos.** Piracicaba: FEALQ, 1989. 49p.

PARRA, J. R. P.; LOPES, J. R. S.; SERRA, H. J. P.; SALES Jr., O. Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para produção massal de *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 18, p. 403-415, 1989.

PAZINI, W. C.; BUSOLI, A. C. Eficiência de inseticidas no controle de bicho-furão-dos-citros *Ecdytoplopha aurantiana* (Lepidoptera : Tortricidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos.** Salvador: SEB, 1997. p.181.

PETERS, T. M.; BARBOSA, P. Influence population density on size, fecundity, and developmental rate of insects in culture. **Annual Review of Entomology**, v. 22, p. 431-450, 1977.

PINTO, W. B. de S. “Bicho-furão” considerado hoje uma das principais pragas da nossa citricultura. **Laranja & Cia**, n. 38, p. 4-5, 1994.

PINTO, W. B. de S. Mariposa-da-laranja ou bicho-furão: Uma praga que está aumentando na citricultura paulista. **Laranja**, v. 16, n. 1, p. 243-250, 1995.

PINTO, W. B. de S. “Bicho-Furão”: catação reduz infestação. **Laranja & CIA**, n. 44, p. 13, 1996.

PINTO, W. B. de S.; PRATES, H. S.; NOGUEIRA, N. L. Efeito de inseticidas-acaricidas no controle de lagartas (bicho furão) mariposa das laranjas *Ecdyolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera, Tortricidae) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos**. Salvador: SEB, 1997. p.183.

POWELL, J. A. ; RAZOWSKI, J.; BROWWN, R. L. Olethreutinae. In: HEPPNER, J. B., (Ed.). **Atlas of Neotropical Lepidoptera**. Gainesville: Association for Tropical Lepidoptera, 1995. 243p.

PRATES, H. S. Resultados recentes do controle do bicho-furão - lagarta da mariposa das laranjas - *Gymnandrosoma aurantianum* (Lima, 1927) em citros. **Informativo Coopercitrus**, n. 71, p. 20-21, 1992.

PRATES, H. S.; PINTO, W. B. de S. **Bicho furão (*Gymnandrosoma aurantianum*) novos surtos da mariposa-das-laranjas (*Gymnandrosoma aurantianum*) Lima, (1927), no Estado de São Paulo e seu controle**. Campinas: CATI, 1988a. 3p. (CATI Informativo Técnico).

PRATES, H. S.; PINTO, W. B. de S. Ocorrência da mariposa das laranjas (*Gymnandrosoma aurantianum* Lima, 1927) na citricultura paulista. **Laranja**, v. 9, n. 1, p. 117-124, 1988b.

PRATES, H. S.; PINTO, W. B. de S. “Bicho-furão”- Um grave problema para a citricultura paulista. **Laranja**, v. 12, n. 2, p. 425-434, 1991a.

PRATES, H. S.; PINTO, W. B. de S. Controle do “bicho furão”na citricultura. **Informativo Coopercitrus**, n. 60, p. 18-19, 22-24, 1991b.

- PRATES, H. S.; PINTO, W. B. de S. Controle associado do “Bicho-furão” em pomares cítricos. **Laranja**, v. 13, n. 2, p. 625-634, 1992.
- PRATES, H. S.; PINTO, W. B. de S. Ocorrência do bicho-furão nas principais regiões citrícolas paulistas. **Laranja**, v. 16, n. 1, p. 237-242, 1995.
- PRATES, H. S.; PINTO, W.B. de S.; CAETANO, A. A. Controle da “Mariposa das laranjas” - *Gymnandrosoma aurantianum* Lima, 1927 (Lepidoptera, Olethreutidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., Recife, 1981. Recife: SBF, 1981. v. 2, p. 552-557.
- PRATISSOLI, D. Efeito da escama de *Ephestia kuehniella* sobre o comportamento de *Trichogramma pretiosum*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., Belo Horizonte, 1989. **Resumos**. Belo Horizonte: SEB, 1989. p.34.
- RADZIVILOVSKAYA, M. A.; SALIKHOV, R. R. *Trichogramma* in apple orchads. **Zashchita-Rastenii** – Moskva, n. 5, p. 35, 1987. / Resumo em CAB Abstracts on CD-ROM, 1987-89/
- REDFERN Jr., J. W.; DI GIÁCOMO, O. A. S. Conheça o bicho furão para controlá-lo melhor. **Informativo Coopercitrus**, n. 52, p. 12-14, 1991.
- SÁ, L. A. N.; PARRA, J. R. P.; SILVEIRA NETO, S. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para o controle de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho. **Scientia Agricola**, v. 50, n. 2, p. 226-231, 1993.
- SGRILLO, R. B. A distribuição de Weibull como modelo de sobrevivência de insetos. **Ecosistema**, v. 7, p. 9-13, 1982.

SILVA, A. G. A.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. N.; SIMONI, L. de. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitos e predadores.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura; Depto. de Def. e Insp. Agropecuária, 1968. v. 2, pt. 1: Insetos do Brasil: hospedeiros e inimigos naturais, 622p.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419p.

SINGH, P. A general purpose laboratory diet mixture for rearing insects. **Insect Science and its Application**, Elmsford, v. 4, n. 4, p. 357-362, 1983.

TAYLOR, R. L. On "Dyars Rule" and its application to sawfly larvae. **Annals of the Entomological Society of America**. v. 24, p. 451-466, 1931.

VAN DEN BERG, M. A.; NEWTON, P. J.; DEACON, V. E.; CRAUSE, C. Dispersal of *Trichogrammatoidea cryptophlebiae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), an egg parasitoid of the false codling moth, *Cryptophlebia leucotreta* (Lepidoptera: Tortricidae), in an empty habitat. **Phytophylactica**, Pretoria, v. 19, 515-516, 1987.

WHITE, G. L. Outbreak de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima) on *Citrus* in Trinidad. **FAO Plant Protection Bulletin**, v. 41, n. 2, p. 130-132, 1993.

YU, D. S. K.; LAING, J. E.; HAGLEY, E. A. C. Dispersal of *Trichogramma* spp. (Hymenoptera : Trichogrammatidae) in an apple orchard after inundative releases. **Environmental Entomology**, v. 13, n. 2, p. 371- 374, 1984.

ZACHRISSON, B. A. S. Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, para o controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, na cultura da soja. Piracicaba, 1997. 105p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Piracicaba: FEALQ, 1993. 139p.