**COMPORTAMENTO DE OVIPOSIÇÃO, BIOECOLOGIA
E SUBSÍDIOS PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DE
Stenoma catenifer WALSINGHAM, 1912
(LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE)**

DORI EDSON NAVA

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.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Janeiro - 2005

**COMPORTAMENTO DE OVIPOSIÇÃO, BIOECOLOGIA
E SUBSÍDIOS PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DE
Stenoma catenifer WALSINGHAM, 1912
(LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE)**

DORI EDSON NAVA

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.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo – Brasil
Janeiro – 2005

A Deus

OFEREÇO

A meus pais, irmã e avós

HOMENAGEIO

À minha esposa Gabriela,
pela compreensão e carinho

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. **José Roberto Postali Parra**, pelo incentivo, confiança, orientação segura na condução desta pesquisa e exemplo de dedicação profissional;

À **Coordenação de Aperfeiçoamento do Ensino Superior** (Capes) pela concessão da bolsa de estudo;

Ao Eng. Agr. **José C. Gonçalves**, proprietário da Empresa Café Total pela amizade e conhecimentos transmitidos;

Ao Prof. Dr. **José Maurício S. Bento** pela amizade, convívio e sugestões na realização deste trabalho;

Aos professores do Setor de Entomologia, pelos ensinamentos transmitidos durante o curso e colaboração no desenvolvimento deste trabalho, em especial ao Dr. **Roberto A. Zucchi**, Dra. **Marinéia de L. Haddad** e Dr. **Fernando L. Cônsoli**;

Aos professores Dr. **Jerson V.C. Guedes** da Universidade Federal de Santa Maria, Dr. **Mauro S. Garcia** da Universidade Federal de Pelotas e Dr. **Marcos B. de Medeiros** da Universidade Federal da Paraíba, pela amizade e apoio demonstrado durante o curso de pós-graduação;

Ao Eng. Agr. M.Sc. **Peter Kasten Jr.** pelo inestimável auxílio na realização dos experimentos e nas viagens de estudo;

Aos técnicos de laboratório: **Neide G. Zério** e **Heraldo N. de Oliveira** pela ajuda fundamental durante a realização deste trabalho;

Ao Dr. **Vitor O. Becker** pela identificação de *Stenoma catenifer*;

Ao Dr. **Valmir A. Costa** e Dra. **Tânia M. Guerra** pela identificação dos parasitóides larvais de *S. catenifer*;

Aos colegas, Dr. **Alexandre de S. Pinto** e a M.Sc. **Patrícia Milano** pela confecção dos desenhos e amizade;

Aos colegas do Laboratório de Biologia dos Insetos: M.Sc. **Ademir D. Neves**, **Adriana M. Nascimento**, Dr. **Amarildo Pasini**, **Amauri A. Frizas**, M.Sc. **Ana Lia P. Pedrazzoli**, **André G. Signoretti**, **André H. Costa**, **Cristiane Nardi**, **Daniel G. Oliveira**, **Danilo J. Libardi**, M.Sc. **Diogo R. Carvalho**, **Eliane Grisoto**, **Filipe T. Vieira**, **Flavia M. M. Bento**, **Gilberto R. Domingues**, M.Sc. **José F. Garcia**, Dr. **José M. Milanez**, Dra. **Maria Aparecida L. Bittencourt**, **Marina Martins**, **Marjorie Rodrigues**, **Mariuxi L. G. Torres**, Dr. **Odnei A. Fernandes**, M.Sc. **Paulo B. Paiva**, **Priscila Fortes**, M.Sc. **Rosa M. Molina**, M.Sc. **Sandra R. Magro** e **Tatiana M. Ibeli** pelo apoio e agradável convívio;

Aos colegas de curso, em especial a Dra. **Lilian K. Figueira**, M.Sc. **Luciano P. Macedo**, M.Sc. **Nora M. Cobo**, M.Sc. **Uemerson S. Cunha** e Dr. **Ricardo A. Polanski** pelo convívio e companheirismo;

A todos os funcionários do Setor de Entomologia pelo auxílio durante a realização do curso e às bibliotecárias **Silvia Zinsly** e **Eliana G. Sabino** da Biblioteca Central da ESALQ/USP pela correção da bibliografia;

A todas as pessoas que não foram mencionadas mas que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xvi
RESUMO.....	xx
SUMMARY.....	xxii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Bioecologia de <i>S. catenifer</i>	4
2.2 Danos, prejuízos e controle.....	7
2.3 Parasitóides associados a <i>S. catenifer</i> e potencial de controle.....	8
3 COMPORTAMENTO DE OVIPOSIÇÃO DE <i>Stenoma catenifer</i> WALSINGHAM, 1912 (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE): ESTÍMULOS QUÍMICO E FÍSICO E HORÁRIO DE POSTURA.....	10
Resumo.....	10
Summary.....	11
3.1 Introdução.....	11
3.2 Material e Métodos.....	13
3.2.1 Criação da broca-do-abacate.....	14
3.2.2 Determinação do estímulo químico para oviposição.....	14
3.2.3 Determinação do estímulo físico para oviposição.....	15
3.2.4 Horário de oviposição.....	16
3.2.5 Análise dos resultados.....	17
3.3 Resultados e Discussão.....	19

3.3.1	Determinação do estímulo químico.....	19
3.3.2	Determinação do estímulo físico.....	20
3.3.3	Horário de oviposição.....	22
3.4	Conclusões.....	23
4	BIOLOGIA DE <i>Stenoma catenifer</i> WALSINGHAM, 1912 (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE) EM DIETAS NATURAL E ARTIFICIAL E ESTABELECIMENTO DE UM SISTEMA DE CRIAÇÃO.....	24
	Resumo.....	24
	Summary.....	25
4.1	Introdução.....	26
4.2	Material e Métodos.....	27
4.2.1	Estabelecimento do sistema de criação.....	27
4.2.2	Desenvolvimento de <i>S. catenifer</i> em polpa e semente das cultivares Breda e Margarida.....	29
4.2.3	Desenvolvimento de <i>S. catenifer</i> em dieta artificial e sementes das cultivares Breda e Margarida.....	30
4.2.4	Efeito do alimento sobre os adultos de <i>S. catenifer</i>	33
4.2.5	Desenvolvimento de <i>S. catenifer</i> em dieta artificial por sucessivas gerações.....	34
4.3	Resultados e Discussão.....	34
4.3.1	Desenvolvimento da broca-do-abacate em polpa e semente das cultivares Breda e Margarida.....	34
4.3.2	Desenvolvimento de <i>S. catenifer</i> em dieta artificial e sementes das cultivares Breda e Margarida.....	37
4.3.3	Efeito do alimento sobre os adultos de <i>S. catenifer</i>	45
4.3.4	Desenvolvimento de <i>S. catenifer</i> em dieta artificial por sucessivas gerações.....	48
4.4	Conclusões.....	53

5	EXIGÊNCIAS TÉRMICAS, ESTIMATIVA DO NÚMERO DE GERAÇÕES DE <i>Stenoma catenifer</i> WALSINGHAM, 1912 (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE) E COMPROVAÇÃO DO MODELO EM CAMPO.....	54
	Resumo.....	54
	Summary.....	55
5.1	Introdução.....	55
5.2	Material e Métodos.....	57
5.3	Resultados e Discussão.....	59
5.4	Conclusões.....	68
6	DINÂMICA POPULACIONAL DE <i>Stenoma catenifer</i> WALSINGHAM, 1912 (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE) E DE SEUS PARASITÓIDES LARVAIS EM SÃO TOMÁS DE AQUINO, MG.....	70
	Resumo.....	70
	Summary.....	71
6.1	Introdução.....	71
6.2	Material e Métodos.....	73
6.2.1	Local do estudo.....	73
6.2.2	Dinâmica populacional de <i>S. catenifer</i>	73
6.2.3	Parasitóides associados a <i>S. catenifer</i>	74
6.3	Resultados e Discussão.....	74
6.3.1	Flutuação populacional da broca-do-abacate.....	74
6.3.2	Parasitóides associados a <i>S. catenifer</i>	76
6.4	Conclusões.....	81
7	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL, PERDAS E CONTROLE CULTURAL DE <i>Stenoma catenifer</i> WALSINGHAM, 1912 (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE) EM POMARES DE ABACATE.....	83
	Resumo.....	83

Summary.....	84
7.1 Introdução.....	84
7.2 Material e Métodos.....	86
7.2.1 Distribuição espacial da broca-do-abacate.....	86
7.2.2 Número de lagartas por fruto.....	87
7.2.3 Estimativa das perdas por <i>S. catenifer</i>	87
7.2.4 Efeito do ensacamento dos frutos infestados sobre a sobrevivência da broca-do-abacate.....	88
7.3 Resultados e Discussão.....	88
7.3.1 Distribuição espacial da broca-do-abacate.....	88
7.3.2 Número de lagartas por fruto.....	92
7.3.3 Perdas devido ao ataque de <i>S. catenifer</i>	93
7.3.4 Efeito do ensacamento dos frutos infestados sobre a sobrevivência da broca-do-abacate.....	95
7.4 Conclusões.....	98
8 SELEÇÃO DE LINHAGENS DE TRICHOGRAMMA E TRICHOGRAMMATOIDEA, VISANDO AO CONTROLE DE <i>Stenoma catenifer</i> WALSINGHAM, 1912 (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE), EM POMARES DE ABACATE.....	99
Resumo.....	99
Summary.....	100
8.1 Introdução.....	101
8.2 Material e Métodos.....	103
8.2.1 Criação da broca-do-abacate.....	103
8.2.2 Obtenção e criação das espécies/linhagens de parasitóides.....	103
8.2.3 Definição do número de ovos de <i>S. catenifer</i> a ser oferecido por parasitóide.....	104
8.2.4 Efeito da idade do ovo no parasitismo por <i>S. catenifer</i>	105

8.2.5	Seleção das linhagens em laboratório.....	105
8.2.6	Determinação do número de parasitóides a ser liberado por ovo de <i>S. catenifer</i>	106
8.3	Resultados e Discussão.....	107
8.3.1	Definição do número de ovos da broca-do-abacate a ser oferecido para cada parasitóide.....	107
8.3.2	Efeito da idade do ovo no parasitismo por <i>T. pretiosum</i>	108
8.3.3	Seleção de linhagens.....	110
8.3.4	Determinação do número de parasitóides a ser liberado por ovo de <i>S. catenifer</i>	116
8.4	Conclusões.....	118
9	CONCLUSÕES GERAIS.....	120
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	124

LISTA DE FIGURAS

		Página
1	Fases do ciclo biológico de <i>S. catenifer</i> . A - Ovos colocados próximo do pedicelo do fruto; B - Lagarta de quarto ínstar ao lado dos excrementos deixados no orifício de entrada; C - Pupa na câmara pupal formada por algodão em laboratório; D - Adulto sobre folha de abacate. Fotos: Heraldo Negri de Oliveira	6
2	Sintomas de ataque e danos causados por <i>S. catenifer</i> nos frutos de abacate. A - As pontuações (manchas) brancas indicam um ataque recente; B - A quantidade de excrementos na parte externa do fruto indica que a lagarta está no quarto ou no quinto ínstar. Fotos: Dori Edson Nava.....	8
3	Fruto de abacate artificial, confeccionado de plástico, utilizado para o experimento de avaliação de um possível estímulo químico para a oviposição de <i>S. catenifer</i>	15
4	Papéis utilizados como substrato para postura de <i>S. catenifer</i> para avaliar possível efeito físico na sua oviposição. (A) Papel toalha, dupla face com depressões (SNOB [?]); (B) Papel toalha, dupla face sem depressões (SNOB [?]); e, (C) Papel sulfite de 75 g/m ² (RIPAX [?]).....	16

5	Gaiola e estrutura de ferro utilizados para determinação do horário de postura de <i>S. catenifer</i> em laboratório. (A) Gaiola de PVC; (B) Estrutura de ferro; (C) Presilhas para prender o tubo na estrutura de ferro; (D) Revestimento interno da gaiola com papel com depressões; (E) Bancada para fixação da gaiola; (F) Papel toalha para postura; (G) Fruto de abacate suspenso por fio; (H) Fio para suspender o abacate; (I) Extensão para amarrar o fio que suspende o fruto e, (J) Tampa de plástico telada (malha de 0,02 mm ²).....	18
6	Porcentagem média de ovos de <i>S. catenifer</i> colocados em diferentes horários, em laboratório, com início da escotofase às 20:00 horas, com a respectiva equação de ajuste. Temperatura de 25 ± 2°C, UR de 60 ± 20% e fotoperíodo de 14:10.....	23
7	Sistema de criação de <i>S. catenifer</i> em dieta natural (sementes de abacate) e artificial. A – Retirada de lagartas dos frutos atacados; B – Potes para criação das lagartas provenientes do campo; C – Disposição das pupas sob copos, sobre uma bandeja; D - Gaiolas de acasalamento contendo um casal de adultos e alimento; E – Gaiolas de postura contendo abacate para estimular a oviposição; F – Papel contendo ovos; G – Recipiente contendo o papel com ovos para a incubação; H – Caixa contendo sementes para o desenvolvimento larval; I – Tubo de vidro contendo dieta artificial.....	31
8	Dimorfismo sexual nos adultos e nas pupas de <i>S. catenifer</i> . (A) Antenas das fêmeas com menor pilosidade que machos; (B) Vista ventral do abdome da fêmea com o oviporo, enquanto no macho a abertura genital é recoberta por pêlos; (C) As pupas de fêmeas apresentam a abertura genital entre o oitavo e nono segmento abdominal, na forma de um pequeno risco, enquanto que, nos machos, está no nono segmento abdominal, entre dois escleritos.....	32

- 9 Curva de distribuição de frequência de larguras de cápsulas cefálicas de lagartas de *S. catenifer* criadas em sementes de abacates Breda (A), Margarida (B) e dieta artificial (C). As setas indicam os prováveis instares.... 43

- 10 Número médio de espermatóforos de fêmeas de *S. catenifer* quando alimentadas com uma solução de mel a 10%, água e um tratamento testemunha sem alimento e sem água. Temperatura de 25 ± 2°C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas. O número entre parênteses corresponde ao intervalo de variação de espermatóforos por tratamento..... 48

- 11 Fecundidade (A) e longevidade (B) média de machos e fêmeas de *S. catenifer* criados em dieta artificial ao longo de sete gerações. Temperatura de 25 ± 2°C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas. Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05)..... 52

- 12 Relação entre a velocidade do desenvolvimento e a temperatura para as fases de ovo, lagarta, pupa e do ciclo biológico (ovo-adulto) de *S. catenifer*, criado em sementes de abacate cultivar Breda e diferentes temperaturas. UR de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas..... 66

- 13 Flutuação populacional de *S. catenifer* em abacate cultivar Breda e provável número de gerações, com base na constante térmica do período ovo-adulto, determinada em laboratório. As prováveis gerações são representadas pelas linhas pontilhadas verticais. São Tomás de Aquino, MG. As setas contínuas e pontilhadas indicam os picos que podem corresponder às gerações durante as safras agrícolas 2001/2002 e 2002/2003, respectivamente..... 67

14	Dinâmica populacional da fase larval de <i>S. catenifer</i> em abacateiro cultivar Margarida, durante as safras agrícolas (dezembro-agosto) 2001/2002 e 2002/2003. São Tomás de Aquino, MG.....	75
15	Porcentagem de parasitismo de lagartas de <i>S. catenifer</i> por espécies de braconídeos e iquineumonídeos coletados em pomares de abacate cultivar Margarida, ao longo de um ciclo de produção (dezembro-setembro), nas safras agrícolas 2001/2002 (A) e 2002/2003 (B). São Tomás de Aquino, MG..	77
16	Distribuição das espécies de parasitóides larvais de <i>S. catenifer</i> coletados em pomar de abacate cultivar Margarida ao longo de um ciclo de produção (dezembro-setembro), nas safras agrícolas 2001/2002 (A) e 2002/2003 (B). São Tomás de Aquino, MG.....	78
17	Parasitismo total de lagartas de <i>S. catenifer</i> , coletados em pomar de abacate cultivar Margarida, ao longo de um ciclo de produção (dezembro-setembro), em duas safras agrícolas. São Tomás de Aquino, MG.....	81
18	Número de frutos infestados por <i>S. catenifer</i> nas alturas inferior (A), média (B) e superior (C), ao longo de um ciclo de produção (dezembro-agosto), da safra agrícola 2001/2002 em São Tomás de Aquino, MG.....	91
19	Porcentagem de abacates com uma, duas, três, quatro, cinco, seis, sete e oito lagartas de <i>S. catenifer</i> , cultivar Margarida em São Tomás de Aquino, MG, durante a safra agrícola 2002/2003.....	93
20	Perdas quinzenais (A) e totais (B) provocadas por <i>S. catenifer</i> em abacate, cultivar Margarida em São Tomás de Aquino, MG, durante a safra agrícola 2002/2003 e perdas naturais de frutos.....	94

21	Efeito do ensacamento dos frutos infestados da cultivar Margarida, na porcentagem de lagartas vivas de <i>S. catenifer</i> , durante o verão (experimento I - setembro) e o inverno (experimento II - julho) de 2003, em São Tomás de Aquino, MG.....	97
22	Efeito da idade de ovos de <i>S. catenifer</i> sobre a porcentagem de parasitismo de <i>T. pretiosum</i> , mantidos em câmaras climatizadas com temperatura de 25 ± 1°C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas. Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P = 0,05).....	109
23	Fenograma comparativo de 11 linhagens de <i>Trichogramma</i> e uma de <i>Trichogrammatoidea</i> , criadas sobre ovos de <i>S. catenifer</i> , resultante da análise de agrupamento realizada com base nos parâmetros biológicos avaliados (duração do período ovo-adulto, porcentagem de emergência, porcentagem de parasitismo, longevidade, número de adultos emergidos por ovo e razão sexual). Linhagens G1, G2, G11, G18, L3, L4, F29 e TP = <i>T. pretiosum</i> ; BR1 e BR10 = <i>T. bruni</i> ; ATP = <i>T. atopovirilia</i> ; OIDEA = <i>T. annulata</i> .	115
24	Relação entre números variáveis de <i>T. atopovirilia</i> (A) e <i>T. annulata</i> (B) liberados por ovo de <i>S. catenifer</i> e porcentagem de parasitismo em semi-campo. Piracicaba, SP – Maio de 2004.....	117

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Número médio ($\pm$ DPM) de ovos de <i>S. catenifer</i> colocados no fruto e no papel quando adicionado na gaiola de postura, frutos de abacate cultivares Margarida e Breda e fruto artificial, além de gaiola sem fruto, porém com papel toalha com depressões. Temperatura de 25 $\pm$ 2°C, UR de 60 $\pm$ 20% e fotofase de 14 horas.....	20
2 Número médio ($\pm$ DPM) de ovos de <i>S. catenifer</i> colocados no fruto e no papel quando a gaiola foi revestida internamente com diferentes tipos de papéis. Temperatura de 25 $\pm$ 2°C, UR de 60 $\pm$ 20% e fotofase de 14 horas.....	22
3 Composição da dieta original de <i>B. cranaodes</i> (Parra et al., 1995) e da modificada para <i>S. catenifer</i>	33
4 Média ($\pm$ DPM) de duração e viabilidade das fases larval e pupal, peso de pupas, fecundidade e longevidade de machos e de fêmeas de <i>S. catenifer</i> criados em polpas e sementes das cultivares Breda e Margarida. Temperatura de 25 $\pm$ 2°C, UR de 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas.....	36
5 Médias ($\pm$ DPM) de duração e viabilidade das fases de ovo, lagarta e pupa e do ciclo biológico (ovo-adulto) de <i>S. catenifer</i> , criado em sementes de abacate das cultivares Breda e Margarida e em dieta artificial. Temperatura de 25 $\pm$ 2°C, UR de 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas.....	40

6	Médias ($\pm$ DPM) de longevidade de machos e de fêmeas, fecundidade, peso e deformação de pupas e razão sexual de <i>S. catenifer</i> criado em sementes de abacate das cultivares Breda e Margarida e em dieta artificial. Temperatura de 25 $\pm$ 2°C, UR de 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas.....	41
7	Médias ($\pm$ DPM) (valores entre parênteses indicam o intervalo de variação) de largura da cápsula cefálica, constante de Dyar e coeficiente de correlação para <i>S. catenifer</i> , criado em sementes de abacate cultivares Breda e Margarida e em dieta artificial. Temperatura de 25 $\pm$ 2°C, UR de 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas.....	44
8	Médias ($\pm$ DPM) de longevidade de machos e fêmeas, fecundidade, viabilidade de ovos e porcentagem de fêmeas de <i>S. catenifer</i> que não copularam quando alimentados com uma solução de mel a 10%, com água, além do tratamento sem alimento. Temperatura de 25 $\pm$ 2°C, UR de 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas.....	47
9	Médias ($\pm$ DPM) (valores entre parênteses indicam o intervalo de variação) de duração e viabilidade média do período ovo-adulto, peso de pupas, deformação de pupas e adultos, razão sexual e viabilidade de ovos de <i>S. catenifer</i> criada em dieta artificial por sete gerações sucessivas. Temperatura de 25 $\pm$ 2°C, UR de 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas.....	51
10	Duração média ($\pm$ DPM) (dias) e intervalo de variação das fases de ovo, larval, pupal e do ciclo biológico (ovo-adulto) de <i>S. catenifer</i> em sementes de abacate da cultivar Breda em diferentes temperaturas. UR de 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas.....	63

11	Viabilidade média (? DPM) (%) e intervalo de variação das fases de ovo, larval, pupal e do ciclo biológico (ovo-adulto) de <i>S. catenifer</i> em sementes de abacate da cultivar Breda em diferentes temperaturas. UR de 70 ? 10% e fotofase de 14 horas.....	64
12	Temperatura base (Tb), constante térmica (K), equação de regressão (1/D) e coeficiente de determinação (R ²) das fases de ovo, lagarta, pupa e do ciclo biológico (ovo-adulto) de <i>S. catenifer</i> , em condições de laboratório.....	66
13	Efeito de diferentes temperaturas (20, 25 e 30°C) sobre a fecundidade e longevidade médias ($\pm$ DPM) de <i>S. catenifer</i> criado em sementes de abacate da cultivar Breda. UR de 70 ? 10% e fotofase de 14 horas.....	68
14	Média (? DPM) do número total de frutos infestados por <i>S. catenifer</i> em diferentes alturas e quadrantes, em um pomar de abacate da cultivar Margarida em São Tomás de Aquino, MG, durante a safra agrícola 2001/2002.....	89
15	Efeito do ensacamento dos frutos infestados por <i>S. catenifer</i> , da cultivar Margarida, na porcentagem média (? DPM) de lagartas vivas e mortas ao longo de quatro dias e em duas épocas do ano. São Tomás de Aquino, MG, 2003.....	97
16	Número médio de ovos (? DPM) (intervalo de variação) parasitados por fêmeas de <i>T. pretiosum</i> quando foram oferecidos diferentes números de ovos de <i>S. catenifer</i> . Temperatura de 25 ? 1,5°C, UR de 70 ? 10% e fotofase de 14 horas.....	108

- 17 Média (? DPM) da duração do período ovo-adulto e porcentual de parasitismo e emergência de linhagens/espécies de *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* criadas em ovos de *S. catenifer*. Temperatura de 25 ? 1°C, UR de 70 ? 10% e fotofase de 14 horas..... 113
- 18 Número médio (? DPM) de adultos emergidos por ovo, longevidade de machos e fêmeas e razão sexual de 12 linhagens/espécies de *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* criadas em ovos de *S. catenifer*. Temperatura de 25 ? 1°C, UR de 70 ? 10% e fotofase de 14 horas..... 114

**COMPORTAMENTO DE OVIPOSIÇÃO, BIOECOLOGIA
E SUBSÍDIOS PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DE
Stenoma catenifer WALSINGHAM, 1912
(LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE)**

Autor: DORI EDSON NAVA

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma técnica de criação que permita manter em laboratório *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 durante todo o ano, propiciando a realização de estudos de bioecologia, comportamento e controle biológico, visando fornecer subsídios para a implementação de estratégias de controle dentro dos preceitos de Manejo Integrado de Pragas. Foi observado que, para a postura, a broca-do-abacate necessitou da associação de um estímulo químico (fruto de abacate) e físico (papel toalha com depressões). A oviposição ocorreu na escotofase, com 80% se concentrando entre as 20:00 e 24:00h. As sementes de abacates foram mais adequadas nutricionalmente para a criação da broca-do-abacate, sendo que, a dieta artificial, à base de feijão branco, cenoura e levedura, pode substituir o alimento natural (sementes). Para os adultos, foi necessário o fornecimento de água ou uma solução de mel a 10% na gaiola, para maior longevidade e fecundidade. Insetos criados em dieta artificial por sete gerações sucessivas, mantiveram as características biológicas de insetos criados em dieta natural. A duração e a viabilidade das diferentes fases do ciclo biológico da broca-do-abacate foram variáveis em função da temperatura, sendo que, a viabilidade e a

fecundidade diminuíram nas temperaturas de 30 e 32°C. Os valores do limiar térmico inferior de desenvolvimento (T_b) e a constante térmica (K), para o ciclo biológico (ovo-adulto), foram de 8,9°C e 644,5GD, respectivamente, sendo variáveis dependendo da fase de desenvolvimento. Com base nas exigências térmicas foram estimadas 7,8 gerações anuais e 5,1 gerações por ciclo de produção, na região de São Tomás de Aquino, MG. A flutuação populacional da broca-do-abacate em campo, pode ser utilizada como um indicativo do número de gerações, baseando-se nas exigências térmicas da praga. Cinco espécies de parasitóides da família Braconidae (*Dolichogenidea* sp., *Hypomicrogaster* sp., *Apanteles* sp., *Chelonus* sp. e *Hymenochaonia* sp.) e duas da família Ichneumonidae (*Eudeleboea* sp. e *Pristomerus* sp.) foram encontradas parasitando *S. catenifer*, sendo *Dolichogenidea* sp. e *Apanteles* sp. as mais freqüentes. O pico de emergência dos parasitóides foi observado no mês de agosto, quando foi verificado um parasitismo larval de 30%. A população da broca-do-abacate foi crescente de dezembro a julho, sendo registrada, próximo à colheita, uma porcentagem de ataque de 60% dos frutos. A maior porcentagem de frutos atacados pela broca-do-abacate ocorreu nas alturas inferior e média das plantas, dando uma indicação para a amostragem da praga. A maior porcentagem dos frutos atacados possuía de uma a quatro lagartas. As perdas ocasionadas pela broca no final da safra agrícola podem chegar a 27%. O ensacamento dos frutos infestados foi uma medida cultural adequada para redução da população da broca-do-abacate, sendo, a mortalidade das lagartas nesses frutos ensacados, proporcional à temperatura vigente na época do ensacamento. As espécies/linhagens *Trichogrammatoidea annulata* De Santis, 1972 e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 foram selecionadas por parasitarem ovos de *S. catenifer* em maiores porcentagens. Em condições de semi-campo, determinou-se que o maior parasitismo foi obtido com uma proporção de 28 e 30 parasitóides:ovo, respectivamente, para *T. annulata* e *T. atopovirilia*.

**OVIPOSITION BEHAVIOR, BIOECOLOGY
AND SUBSIDIES FOR BIOLOGICAL CONTROL OF
Stenoma catenifer WALSINGHAM, 1912
(LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE)**

Author: DORI EDSON NAVA

Adviser: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

SUMMARY

The goal of this paper was to develop a rearing technique allowing *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 to be kept in laboratory throughout the year thus providing bioecology, behavior and biological control studies in order to supply subsidies for setting up control strategies within the Pest Management Control precepts. For egg-laying, the avocado seed moth associated chemical (avocado fruit) and physical (paper towel with depressions) stimulation. The oviposition occurred during the scotophase, with 80% concentrating between 8 p.m. and 12 p.m. The avocado seeds were nutritionally more adequate for *S. catenifer* rearing and the white bean, carrot and yeast-based artificial diet can replace the natural food (seeds). For adults, water or a 10% honey solution was required in the cage for higher longevity and fecundity. Insects reared under artificial diet for seven successive generations kept the same biological characteristics as those insects reared under natural diet. The duration and viability of different biological cycle stages of the avocado seed moth varied according to the temperature, and the viability and fecundity decreased at temperatures of 30 and 32°C. Male and female longevity was higher at 20°C in relationship with 25 and 30°C. The temperature threshold values (Tb) and thermal constant (K) for the biological cycle

(egg-adult) were 8.9°C and 644.5 GD, respectively, varying according to the development stage. Based on the thermal requirements, 7.8 annual generations and 5.1 generations per production cycle were estimated in the region of São Tomás de Aquino, MG. The dynamics of *S. catenifer* can be an indicator of the number of generations, based on the pest's thermal requirements. Five parasitoid species of family Braconidae (*Dolichogenidea* sp., *Hypomicrogaster* sp., *Apanteles* sp., *Chelonus* sp. and *Hymenochaonia* sp.) and two of family Ichneumonidae (*Eudeleboea* sp. and *Pristomerus* sp.) were found parasitizing *S. catenifer*, with *Dolichogenidea* sp. and *Apanteles* as the most frequent ones. The emergence peak of the parasitoids was observed in the month of August, when a larval parasitism of approximately 30% was observed. The *S. catenifer* population increased from December through July and towards the harvest a 60% fruit attack was recorded. The highest percentage of attacked fruit had one to four larvae. The losses caused by the borer varied towards the late agricultural season may reach 27%. Bagging of infested fruit was an adequate cultural method to reduce the population of *S. catenifer*, and the larval mortality in these fruits is proportional to the temperature at the time of bagging. The *Trichogrammatoidea annulata* De Santis, 1972 and *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 species/strains were selected in that they parasitized *S. catenifer* eggs at larger percentages. Under semi-field conditions, the highest parasitism was verified with a ratio of 28 and 30 parasitoids egg, respectively for *T. annulata* and *T. atopovirilia*.

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura constitui uma das atividades agrícolas que exige mais mão-de-obra, possibilitando aos produtores rurais uma maior rentabilidade econômica por área de plantio, quando comparada à pecuária e aos cultivos extensivos de milho, soja, arroz etc. No segmento da fruticultura, destaca-se o cultivo do abacateiro como frutífera com maior potencialidade de crescimento, pois se adapta a várias regiões com diferentes tipos de climas e solos. Além disto, os frutos podem ser utilizados para diversas finalidades, desde a alimentação humana e animal até a indústria farmacêutica e de cosméticos (Koller, 1984). Esta gama de utilidades, deve-se ao fato dos frutos serem ricos em proteínas, vitaminas A, B, D e E, sais minerais e, principalmente, óleo existente na polpa, conferindo alto valor nutritivo aos alimentos e características organolépticas peculiares.

A produção mundial de abacate se mantém estável desde 1992, em torno de 2 milhões de toneladas anuais. O Brasil se destaca no mercado internacional, como um dos maiores produtores, com aproximadamente 150 mil toneladas (ton) anuais, sendo que nos estados de São Paulo (86.619 ton), Paraná (24.742 ton), Espírito Santo (11.658 ton), Minas Gerais (7.129 ton) e Rio Grande do Sul (6.601 ton) concentram-se cerca de 80% do total da produção. A área total de cultivo, no país, foi de 11.835 hectares, em 2001 (FNP, 2004). No entanto, nesta última década a produção vem caindo ano após ano.

Estima-se que as condições climáticas e edáficas permitiriam ao Brasil aumentar a produção, que poderia ser absorvida pelo mercado interno, além de exportar para os países membros do Mercosul, mercados europeu e japonês. No entanto, países como os EUA, proíbem as importações de abacate das regiões produtoras onde ocorre a broca-do-abacate *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912, caso do Brasil, onde ela provoca perdas

da ordem de 100% (Hohmann & Meneguim, 1993). Desta forma, *S. catenifer* pode ser considerado um dos fatores responsáveis pela estabilização da produção de abacate em nosso país.

Entre os fatores que contribuem para o aumento da incidência da broca-do-abacate está o desenvolvimento de cultivares com produção na entre-safra, fazendo com que haja frutos disponíveis para a praga durante todos os meses do ano. Por outro lado, o abacateiro também pode ser atacado e sofrer danos severos por outras pragas, como pulgões, tripses, cochonilhas, lagartas-dos-ramos, formigas cortadeiras, ácaros e coleobrocas que são controladas por agroquímicos de largo espectro, levando a desequilíbrios biológicos e criando condições para o surgimento de grandes populações de *S. catenifer* pela destruição dos seus inimigos naturais (Andrade, 2000). Considerando-se que o controle da broca-do-abacate é realizado predominantemente por inseticidas (Teixeira, 1992), com sucesso limitado, tornam-se necessários estudos de outras táticas, como o controle biológico, a fim de se estabelecer um manejo que permita atenuar eventuais desequilíbrios e contaminações do meio ambiente.

A importância da praga tem aumentado nos últimos anos, especialmente pelas boas perspectivas de exportação de frutos, e, embora existam alguns dados preliminares sobre a sua biologia, há necessidade de um aprofundamento de seus estudos bioecológicos, com vistas à racionalização do seu controle.

Assim, o presente trabalho teve os seguintes objetivos: a) estudar o comportamento de oviposição de *S. catenifer*; b) desenvolver técnicas de criação para as diferentes fases do ciclo biológico de *S. catenifer* em dietas natural e artificial, visando manter uma criação em laboratório contínua, durante todo o ano; c) determinar as exigências térmicas em laboratório para estimar o número de gerações durante a safra agrícola e ao longo do ano e confrontar o número de gerações com a flutuação populacional de *S. catenifer* durante dois anos de levantamentos; d) realizar um levantamento dos parasitóides larvais da broca-do-abacate; e) estudar a distribuição espacial, as perdas e o controle cultural de *S. catenifer* em pomares de abacate; f) selecionar linhagens de *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* e determinar a proporção ideal do parasitóide a ser liberado por ovo de *S. catenifer* em testes de semi-campo. A

partir destes resultados, espera-se poder racionalizar o controle da praga com opções biológicas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Stenoma catenifer Walsingham, 1912 (Lepidoptera: Elachistidae) é a principal praga do abacateiro [*Persea americana* Mill. (Lauraceae)], sendo conhecida popularmente como broca-do-abacate, broca-do-fruto, lagarta-do-fruto ou lagarta-da-semente. Trata-se de uma praga nativa da região Neotropical, sendo relatada na Guatemala (Sasscer, 1918), Equador, incluindo a ilha de Galápagos (Busck, 1919; Landry & Roque-Albelo, 2003), Colômbia (Marino, 1947), Peru (Wille, 1952; Arellano Cruz, 1998), México (Acevedo et al., 1972), Venezuela (Boscán de Martínez & Godoy, 1984), Argentina (Artigas, 1994; citado por Landry & Roque-Albelo, 2003) e Guiana (Cervantes Peredo et al., 1999). No Brasil, Costa Lima (1945) se referiu à presença desse inseto em 1923 e no final da década de 30, ela foi mencionada como praga do abacateiro (Araújo, 1939). A partir destas datas, *S. catenifer* vem sendo relatada como uma das mais importantes pragas desta frutífera no Brasil, possuindo distribuição generalizada e sendo freqüente nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Pará, Espírito Santo, Paraná, Bahia e Santa Catarina (Medina, 1978).

2.1 Bioecologia de *S. catenifer*

As informações sobre a bioecologia de *S. catenifer* são escassas e, por este motivo, será realizada, no presente trabalho, uma descrição das diferentes fases de desenvolvimento, baseando-se na literatura disponível.

Acevedo et al. (1972) criaram *S. catenifer* em laboratório em temperatura e umidade relativa variáveis de 21,3 a 28,6°C e 55,7 a 73,1%, respectivamente. Para início da criação, foram utilizados adultos provenientes de frutos de abacate coletados no campo. A cópula, geralmente realizada durante a noite, se dá após um período de

excitação dos machos, manifestado através de vôos curtos e rápidos; durante o dia, os adultos ficam pousados sobre as paredes das gaiolas (Acevedo et al., 1972; Boscán de Martínez & Godoy, 1984). As fêmeas apresentam um período de pré-oviposição de 2 a 3 dias e os ovos são colocados sobre a epiderme, próximo às fissuras e no pedúnculo dos frutos (Acevedo et al., 1972). Segundo os autores, cada fêmea coloca de 180 a 240 ovos, que apresentam um período embrionário de 5 a 6 dias. As lagartas apresentam cinco ínstaes, com larguras médias das cápsulas cefálicas de: 0,32; 0,57; 0,91; 1,43 e 1,89 mm, para o primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto ínstaes, respectivamente. Ao final do quinto ínstar, as lagartas saem dos frutos e pupam no solo a uma profundidade de 0,5 a 1,5 cm. Algumas vezes, a pupação também ocorre dentro da semente ou entre os frutos caídos e o solo. A duração desta fase variou de 14,1 a 15,3 dias, apresentando, os adultos, uma longevidade de 5,7 a 7,0 dias.

Boscán de Martínez & Godoy (1984), para observação dos dados biológicos, colocaram em gaiolas, dez casais de adultos com idade conhecida, alimentados com uma solução de sacarose a 10%. Para obter a postura, foram colocados abacates no interior das gaiolas e, diariamente, estes eram vistoriados para coleta de ovos, utilizados para iniciar os estudos de duração das diferentes fases do desenvolvimento. Os autores determinaram para a fase de ovo, lagarta, pupa e adulto uma duração média de 5,6; 19,8; 11,1 e 4,2 dias, respectivamente, com um ciclo biológico de 40,7 dias.

Cervantes Peredo et al. (1999) estudaram a biologia de *S. catenifer* em laboratório, em temperatura de 25°C; os resultados encontrados foram semelhantes aos relatados anteriormente por Acevedo et al. (1972) e Boscán de Martínez & Godoy (1984). Desta forma, a duração das fases de ovo, lagarta, pupa e adulto foram de 5,0; 13,6; 12,1 e 5,0 dias, respectivamente. As fêmeas viveram, em média, uma semana e colocaram cerca de 200 ovos.

No Brasil, as únicas informações referentes à biologia de *S. catenifer* foram relatadas por Hohmann & Meneguim (1993) em laboratório mantido à 25 ± 1°C, UR 60 ± 10% e fotofase de 14 horas. Os adultos utilizados na criação foram obtidos de frutos coletados em pomares infestados, no estado do Paraná e acondicionados em gaiolas de acrílico para obtenção de ovos. Após a eclosão, grupos de seis lagartas foram

transferidos para 19 frutos colocados sobre suportes de bambu, dispostos sobre bandejas de alumínio contendo vermiculita umedecida como local de pupação. Os adultos foram alimentados com uma solução de sacarose a 8%. A duração média das fases de ovo, lagarta e pupa foram de 6,0; 15,3 e 10,6 dias, respectivamente, com uma viabilidade de 81,4; 25,4 e 82,8%, respectivamente. Foi observado um período de pré-oviposição que variou de 2 a 3 dias, sendo o número médio de ovos por fêmea de 164. Os machos apresentaram uma longevidade de 5,1 dias e as fêmeas de 4,7 dias, com uma proporção sexual de 1:1. As fases de ovo, lagarta, pupa e adulto estão representadas na Figura 1A, B, C e D, respectivamente.

Figura 1 - Fases do ciclo biológico de *S. catenifer*. A - Ovos colocados próximo do pedicelo do fruto; B - Lagarta de quarto ínstar ao lado dos excrementos deixados no orifício de entrada; C - Pupa na câmara pupal formada por algodão em laboratório; D - Adulto sobre folha de abacate. Fotos: Heraldo Negri de Oliveira

2.2 Danos, prejuízos e controle

As mariposas de *S. catenifer* realizam posturas sobre a epiderme dos frutos e em maior quantidade sobre o pedúnculo (Hohmann et al., 2003). Após a eclosão, as lagartas de primeiro ínstar perfuram a casca (exocarpo) e se alimentam inicialmente da polpa (mesocarpo), podendo atingir, nos últimos instares, o endocarpo e a seguir o caroço, causando sérios danos nos frutos, e na maioria das vezes provocando a sua queda. Boscán de Martínez & Godoy (1984) relataram que a postura ocorre em frutos de todos os tamanhos, enquanto Cervantes Peredo et al. (1999) observaram que a postura em “greenheart” [*Chlorocardium rodiei* (Schomb.) Rohwer, Richter & van der Werff] é realizada, preferencialmente, em frutos pequenos (65,7g).

Os frutos atacados apresentam-se com manchas brancas devido à exudação de substâncias que, ao entrarem em contato com o ar, se solidificam (Figura 2A). Além disto, nos frutos observa-se um depósito de excrementos e restos alimentares, próximo do orifício de penetração da lagarta (Figura 2B). Boscán de Martínez & Godoy (1982) observaram que em ataques severos, podem ser encontradas várias lagartas em um só fruto. Os frutos atacados ficam inutilizados e geralmente caem quando pequenos e verdes (Gallo et al., 1988), embora Boscán de Martínez & Godoy (1984) relatem que o ataque ocorre em todas as fases do desenvolvimento.

Estudos realizados por Ventura et al. (1999) demonstraram que a intensidade de ataque da broca-do-abacate depende da cultivar e da fase de desenvolvimento do fruto. Das cultivares testadas, 'Beatriz' apresentou maior número de orifícios por fruto e maior número de frutos caídos no final da safra, em relação à cultivar Margarida. Os autores sugeriram que a cultivar Beatriz poderia ser utilizada como planta armadilha nos pomares.

O controle de *S. catenifer* usualmente tem sido realizado com produtos químicos. Os inseticidas mais utilizados pertencem ao grupo dos carbamatos, organofosforados e piretróides, aplicados na forma de pulverizações (Fornazier et al., 1994; Hohmann et al., 2000). O controle mecânico, tem sido realizado através de catação manual e destruição pelo fogo dos frutos atacados, principalmente dos que estiverem no chão (Gallo et al.,

1988); entretanto, o grande número de cultivares faz com que haja frutos disponíveis o ano todo o que dificulta a implantação deste método (Ventura et al., 1999).

Recentemente, Silva (2004) estudou o efeito da radiação gama do Cobalto-60 sobre *S. catenifer*, com doses variáveis de 0 a 600 Gray (Gy). A autora, recomenda para o tratamento quarentenário uma dose de 50 Gy para frutos infestados com ovos e 150 Gy para frutos infestados com lagartas e pupas de *S. catenifer*, sendo que, para a utilização da Técnica do Inseto Estéril a irradiação de pupas e adultos deve ser realizada com doses de 150 e 200 Gy, respectivamente.

Figura 2 - Sintomas de ataque e danos causados por *S. catenifer* nos frutos de abacate. A - As pontuações (manchas) brancas indicam um ataque recente; B - A quantidade de excrementos na parte externa do fruto indica que a lagarta está no quarto ou no quinto ínstar. Fotos: Dori Edson Nava

2.3 Parasitóides associados a *S. catenifer* e potencial de controle

Em relação aos agentes biológicos de controle, destacam-se os parasitóides de ovos, *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *Trichogrammatoidea annulata* De Santis, 1972, que ocorrem naturalmente, em campo, parasitando até 40% de ovos da praga; parasitóides de lagartas da família Braconidae e Ichneumonidae também são relatados, alcançando índices de parasitismo de 9% (Hohmann & Meneguim, 1993). Além destes, na Venezuela, Boscán de Martínez & Godoy (1982) relataram um parasitismo de até

30% das lagartas, por himenópteros do gênero *Apanteles* que podem ser chaves no manejo de *S. catenifer* (Ventura et al., 1999). Entretanto, o fato do abacateiro ser atacado por muitas pragas (Donadio, 1995), tem levado o produtor a aplicar agroquímicos de largo espectro, muitas vezes não registrados para a cultura e em doses elevadas, destruindo estes parasitóides (Andrade, 2000).

Dentre todos estes agentes de controle biológico, as espécies de *Trichogramma* são as mais viáveis. Liberações inundativas de *Trichogramma* para controle de lepidópteros pragas estão sendo investigadas em mais de 50 países e usados comercialmente em cerca de 32 milhões de hectares em cada ano (Smith, 1996). Diversos programas com esse parasitóide estão sendo executados no Brasil, destacando-se os trabalhos desenvolvidos no estado de São Paulo pelo Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” ESALQ/USP, visando ao controle biológico de pragas da cana-de-açúcar (Botelho et al., 1999), algodoeiro (Bleicher & Parra, 1989), tomateiro (Pratissoli & Parra, 2000), milho (Sá & Parra, 1994), soja (Zachrisson & Parra, 1998), pragas de grãos armazenados (Inoue & Parra, 1998) e frutíferas como os citros (Garcia, 1998; Molina, 2003).

Na África do Sul e em Israel é comum o controle biológico para as pragas do abacateiro (Donadio, 1995), e este último país, recentemente importou da Califórnia a espécie *Trichogramma platneri* Nagarkatti, 1975 para o controle de dois geometrídeos desfolhadores desta frutífera. Além desta espécie, outras do gênero *Trichogramma* são utilizadas para o controle de 69 pragas-chaves de diversas culturas, mostrando, assim, a importância das espécies deste gênero para o controle biológico de pragas (Wajnberg & Hassan, 1994).

3 COMPORTAMENTO DE OVIPOSIÇÃO DE *Stenoma catenifer* WALSINGHAM, 1912 (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE): ESTÍMULOS QUÍMICO E FÍSICO E HORÁRIO DE POSTURA

Resumo

Estudou-se a influência de estímulos químicos e físicos no comportamento de oviposição de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 assim como o horário de postura, visando a estudos de controle biológico com *Trichogramma* spp. Os experimentos foram realizados em laboratório com temperatura de 25 ± 2°C, UR de 60 ± 20% e fotofase de 14 h, utilizando-se 5 casais por gaiola. Para avaliar o estímulo químico, as gaiolas foram revestidas internamente com papel toalha dula face, comparando-se os seguintes tratamentos: 1 e 2) gaiolas com frutos de abacates (*Persea americana* Mill.) das cultivares Margarida e Breda; 3) gaiola com fruto artificial de material plástico; e 4) gaiola sem fruto. Para avaliar o estímulo físico foram utilizados: papel toalha com depressões, sem depressões e papel liso (sulfite). Observou-se que em todos os tratamentos onde os frutos de abacate estiveram presentes, o número de ovos foi estatisticamente superior aos demais. Do mesmo modo, o número de ovos no papel toalha com depressões foi estatisticamente maior quando comparado ao papel toalha sem depressões e papel liso (sulfite). O horário de maior postura em laboratório foi das 20 às 24:00 horas. Demonstrou-se que para a obtenção de ovos de *S. catenifer* foi necessário revestir a gaiola com papel toalha com depressões, funcionando como estímulo físico e adicionar o fruto de abacate, que atuou como estímulo químico.

OVIPOSITION BEHAVIOR OF *Stenoma catenifer* WALSINGHAM, 1912 (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE): CHEMICAL AND PHYSICAL STIMULI AND TIME OF EGG-LAYING

Summary

The influence of chemical and physical stimuli on the oviposition behavior of *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 as well as the time of egg-laying were investigated aiming for biological control studies with *Trichogramma* spp. The experiments were carried out in laboratory (25 ± 2°C temp., 60 ± 20% RH and 14-h photophase), using 5 couples per cage. To evaluate the chemical stimulation, the cages were internally coated with double-coat paper towel with different treatments: 1 and 2) avocado (*Persea americana* Mill.) fruit (Margarida and Breda cultivars); 3) artificial fruit; 4) fruitless (natural or artificial). In order to evaluate the physical cues one used hollowed paper towel, non-hollowed paper towel and a smooth sheet of paper. The number of eggs in all treatments including the avocado fruit was statistically higher than the remaining ones. Likewise, the number of eggs on the hollowed paper towel was statistically higher in comparison with the non-hollowed paper towel and smooth sheet of paper. The highest egg-laying time in laboratory was from 8 p.m. to 12 p.m. Thus, one verified that to achieve *S. catenifer* eggs the cage had to be coated with a hollowed paper towel (physical cue) including the avocado fruit (chemical stimulation).

3.1 Introdução

O comportamento de oviposição de lepidópteros é um processo complexo que segue uma sequência de eventos. Primeiramente, as fêmeas copuladas procuram, orientam-se e encontram o hospedeiro (planta). Estes eventos são de difícil avaliação em laboratório, pois envolvem estímulos químicos governados pelo olfato e por fatores relacionados à visão, como a forma, tamanho e a cor do substrato (Rausher, 1979). Numa segunda etapa, já no hospedeiro, ocorre a avaliação da superfície e sua aceitação ou rejeição para a postura. Características químicas e físicas das folhas, frutos, caule e

outras partes vegetais podem influenciar a escolha do local para a postura (Schultz, 1988; Thompson & Pellmyr, 1991). Nesta etapa, os processos envolvidos na postura podem ser determinados muitas vezes em condições de laboratório e em casa-de-vegetação. Na etapa final, a aceitação ou a rejeição do local de postura envolve o sistema nervoso central, que processa os impulsos emitidos pelos sensores localizados nas diferentes partes do corpo: tarsos, antenas, probóscida e ovipositor. Além disto, a resposta depende não só de características da planta, mas também da presença de insetos, feromônios, idade das fêmeas e do aprendizado (Renwick & Chew, 1994).

Para lepidópteros, em especial para mariposas, a postura é realizada em substratos com pilosidade, ou em locais com superfícies ásperas que possibilitam uma maior aderência ao substrato, além de reter melhor os ovos e protegê-los de predadores e parasitóides (Callahan, 1957).

Apesar dos avanços nas técnicas de criação de insetos em laboratório, especialmente em dieta artificial, a obtenção de ovos constitui ainda, um dos maiores entraves para a evolução destas técnicas. Desta forma, há a necessidade de se conhecer o comportamento de oviposição em condições naturais, para que possam ser utilizadas no laboratório, técnicas ou métodos que se aproximam da natureza. Entretanto, muitos lepidópteros realizam postura em substratos cuja superfície, aparentemente, não se assemelha química e fisicamente ao hospedeiro natural. Assim, tem-se conseguido postura em papel jornal para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e para *Thyrinitea arnobia* (Stoll, 1782), em papel de filtro parafinado para *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 e *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) em papel sulfite para *Omiodes indicatus* (Fabricius, 1775) (Parra, 1999), em plástico transparente para *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Garcia, 1998) e plástico transparente colocado sobre papel verde para *Bonagota cranaodes* (Meyrick, 1937) (Parra et al., 1995), dentre outros. Para outras espécies é necessário adicionar partes vegetais que possivelmente, exerçam algum estímulo químico para a postura. Moreti & Parra (1983) relataram que, para *Heliothis virescens* (Fabricius, 1777) é necessária a colocação de folhas de algodoeiro, na gaiola, para oviposição, caso contrário, o número de ovos é drasticamente reduzido. Mihsfeldt (1998) testou vários tratamentos constituídos de papel, extrato de folha de tomateiro e

plástico de cor verde, para a obtenção de ovos de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917). Segundo o autor, o tratamento que associou um estímulo olfativo (extrato de folhas de tomateiro) a um visual (polietileno verde), permitiu a obtenção de um maior número de ovos.

A broca-do-abacate, *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 é uma praga nativa da região Neotropical, sendo no Brasil, relatada nas principais regiões produtoras, dos estados de São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo e Paraná (Medina, 1978). Nos últimos anos, a presença desta praga tornou-se um fator limitante para a produção de frutos de abacate (*Persea americana* Mill.). Os danos causados são variáveis, podendo acarretar perdas de até 100% da produção (Hohmann & Meneguim, 1993). O controle é realizado principalmente com produtos químicos, sendo que, a falta de tecnologias de aplicação de inseticidas, aliada ao desconhecimento da bioecologia da praga e dos sistemas de condução dos pomares (espaçamento de cultivo, poda etc), contribuem para uma baixa eficiência destes agroquímicos. Nos últimos anos, tem-se demonstrado o potencial do controle biológico com a utilização do parasitóide de ovos dos gêneros *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* (Hohmann & Meneguim, 1993; Hohmann et al., 2003; Nava & Parra, 2003b). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi determinar, em laboratório, se o comportamento de oviposição de *S. catenifer* é influenciado por estímulos químico (fruto) e físico (papel), e a partir destes resultados determinar qual é o horário de postura, visando obter informações para a produção de uma grande quantidade de ovos num substrato facilmente manipulável, para estudos de controle biológico desta praga.

3.2 Material e Métodos

Os estudos foram conduzidos no Laboratório de Biologia dos Insetos do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba, SP. As salas de criação foram mantidas com temperatura de 25 ± 2°C, umidade relativa de 60 ± 20% e fotofase de 14 horas.

3.2.1 Criação da broca-do-abacate

Os insetos foram obtidos a partir de coletas de frutos de abacate (*Persea americana* Mill.) atacados, realizadas em pomares situados no município de São Tomás de Aquino, MG (latitude: 20°52'30" S, longitude: 47°07'30" W e altitude de 1000 m). No laboratório, as lagartas foram retiradas dos frutos e criadas em sementes, sendo colocadas em recipientes de acrílico transparente (10 cm de altura e 10 e 8 cm de base e topo, respectivamente) até a pupação. As pupas foram individualizadas sob copos plásticos, dispostos sobre uma bandeja, contendo papel de filtro, umedecido diariamente. Após a emergência, formaram-se casais de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 para se determinar os possíveis efeitos químico e físico na oviposição e horário de postura. A separação de machos e fêmeas foi feita com base no formato terminal do abdome. As fêmeas possuem a abertura genital sem pêlos, constituindo o oviporo, enquanto, nos machos, esta abertura não é visível por apresentar tufo de pêlos.

3.2.2 Determinação do estímulo químico para oviposição

Para se determinar um possível efeito químico do fruto de abacate sobre a postura de *S. catenifer*, foram colocados cinco casais com fêmeas no segundo dia de postura (previamente mantidas em laboratório, criadas em sementes de abacates 'Breda'), em uma gaiola confeccionada de tubo de PVC (23,0 cm de altura por 15,0 cm de diâmetro), apoiada na parte inferior sobre um recipiente plástico (tipo tapware sem tampa) (18,0 cm de diâmetro por 12,0 cm de altura), e na parte superior contendo uma tampa de plástico telada (0,02 cm² de malha). Estas gaiolas foram revestidas internamente com papel toalha dupla face com depressões (SNOB[?]) e os adultos foram alimentados com uma solução de mel a 10% fornecida, em um recipiente por capilaridade, por meio de um rolo dental. Os tratamentos utilizados foram: (A) gaiola com fruto cultivar Breda; (B) gaiola com fruto cultivar Margarida; (C) gaiola com fruto artificial de material de plástico verde (Figura 3); e (D) gaiola sem fruto. Os tratamentos

foram repetidos cinco vezes e avaliou-se após 24 horas, o número de ovos presentes no fruto e no papel.

Figura 3 - Fruto de abacate artificial, confeccionado de plástico, utilizado para o experimento de avaliação de um possível estímulo químico para a oviposição de *S. catenifer*

3.2.3 Determinação do estímulo físico para oviposição

Neste experimento, foi testado um possível estímulo físico do papel, sobre o local de postura. Para isto, as gaiolas foram instaladas de maneira semelhante ao experimento anterior, sendo, porém, utilizados três tipos de papéis (Figura 4), que constituíram os tratamentos: (A) gaiola revestida de papel toalha dupla face com depressões (SNOB²); (B) gaiola revestida de papel toalha dupla face sem depressões (SNOB²); e (C) gaiola revestida de papel liso (sulfite) branco de 75g/m² (RIPAX²). O papel toalha sem depressões foi obtido por meio de passagens sucessivas com ferro elétrico de passar roupa, ajustado a 160°C, sobre o papel toalha com depressões. No interior das gaiolas, foi adicionado um fruto de abacate da cultivar Breda e um recipiente contendo mel a 10%, para alimentação dos adultos. Foram realizadas quatro repetições, avaliando-se o número de ovos presentes no fruto e no papel, após 24 horas. Em cada gaiola foram colocados cinco casais de *S. catenifer*, com fêmeas de segundo dia de postura, obtidas também no laboratório, conforme referido anteriormente.

Figura 4 - Papéis utilizados como substrato para postura de *S. catenifer*, para avaliar possível efeito físico na sua oviposição. (A) Papel toalha dupla face, com depressões (SNOB[®]); (B) Papel toalha dupla face, sem depressões (SNOB[®]); e, (C) Papel sulfite de 75 g/m² (RIPAX[®])

3.2.4 Horário de oviposição

A partir de observações preliminares, determinou-se que a oviposição de *S. catenifer* é realizada durante a noite. Assim, instalou-se um experimento das 16:00 (PM) às 06:00 (AM) horas. A gaiola de PVC (Figura 5A), descrita anteriormente, contendo 5 casais de *S. catenifer* foi acoplada a uma estrutura de ferro (Figura 5B), fixada por presilhas (Figura 5C), cuja lateral interna foi revestida com papel toalha dupla face com depressões (SNOB[®]) (Figura 5D) sobre uma bancada (Figura 5E). Entre a bancada e a base da gaiola foram colocadas sete folhas de papel toalha sobrepostas, correspondendo a uma folha para cada duas horas (Figura 5F). No interior da gaiola e sobre as folhas de papel toalha foi adicionado um fruto, na região central, sem tocar as laterais (Figura 5G). Este fruto foi preso a um fio de barbante (Figura 5H) amarrado a um braço da estrutura de ferro (Figura 5I). Por ocasião da avaliação, o fruto foi suspenso por alguns centímetros no braço da estrutura, sem a remoção da tampa de plástico telada (de 0,02 mm² de malha) (Figura 5J). Em seguida, a gaiola de PVC foi deslocada verticalmente em alguns milímetros, para a retirada da folha de papel toalha do período de estudo, sem que houvesse fuga dos adultos. Posteriormente, o fruto foi substituído por outro, pela parte superior da estrutura, levantando-se parcialmente a tampa de plástico telada.

Os tratamentos foram constituídos pelos horários de postura a cada duas horas, correspondendo às 18, 20, 22, 24, 02, 04 e 06:00 horas, com seis repetições durante dois dias. A contagem dos ovos no papel toalha e no fruto foi realizada somente 24 horas após a sua retirada da gaiola, quando os ovos tornavam-se escuros (devido ao desenvolvimento embrionário), facilitando a sua visualização.

3.2.5 Análise dos resultados

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado. Para a determinação do possível estímulo químico para a oviposição, os dados de número de ovos colocados no papel e no fruto foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P = 0,05$). Para a determinação do possível estímulo físico, os dados foram analisados num esquema fatorial 3×2 , constituído pelos três tipos de papéis (com e sem depressões e papel sulfite branco) e pelos dois locais de postura (fruto e papel). Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P = 0,05$). E para a determinação do horário de postura os dados foram submetidos a uma análise de regressão polinomial de segundo grau.

Figura 5 - Gaiola e estrutura de ferro utilizados para determinação do horário de postura de *S. catenifer* em laboratório. (A) Gaiola de PVC; (B) Estrutura de ferro; (C) Presilhas para prender o tubo na estrutura de ferro; (D) Revestimento interno da gaiola com papel com depressões; (E) Bancada para fixação da gaiola; (F) Papel toalha para postura; (G) Fruto de abacate suspenso por fio; (H) Fio para suspender o abacate; (I) Extensão para amarrar o fio que suspende o fruto e, (J) Tampa de plástico telada (malha de 0,02 mm²)

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Determinação do estímulo químico

Fêmeas de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 necessitam do fruto de abacate (*Persea americana* Mill.) como atraente de oviposição (Tabela 1). Nos frutos naturais, das cultivares Margarida e Breda, foram colocados 432 e 450 ovos. Nos outros tratamentos, sem o fruto, e mesmo naquele com fruto artificial, de plástico e, portanto, sem estímulo químico, a postura foi drasticamente reduzida (Tabela 1). Apesar da necessidade do fruto de abacate na gaiola de postura, observou-se que o número de ovos colocado no papel, para todos os tratamentos, foi significativamente superior àquele colocado nos frutos.

Nos tratamentos sem frutos naturais, 100% dos ovos foram colocados no papel e naqueles com frutos naturais, 74,3 e 72,2% das posturas foram colocadas naquele substrato para as cultivares Margarida e Breda, respectivamente. Fica evidente que, apesar do estímulo químico, as fêmeas procuraram um local protegido para realizar a postura, possivelmente para evitar o ataque de parasitóides e predadores (fato freqüente em condições de campo). Neste experimento, o papel toalha com depressões foi adequado para a oviposição, sendo aparentemente, semelhante aos locais de postura, em condições de campo, onde a postura é feita em fendas, nas áreas necrosadas do abacate e na inserção do pedicelo com o fruto. Hohmann et al. (2003) observaram que mais de 50% dos ovos são colocados no pedicelo, dando subsídios a esta afirmativa.

Este estímulo químico, conferido pelo substrato, para a realização da postura, também foi observado para *Heliothis virescens* (Fabricius, 1777). A colocação de folhas de algodoeiro na parte superior das gaiolas, aumentou a oviposição no “tule” e no papel que revestiu a gaiola internamente (Moreti & Parra, 1983). Segundo Jackson et al. (1986) a postura de *H. virescens* em folhas de fumo foi influenciada principalmente por substâncias químicas do grupo dos terpenos. Para outras espécies, como *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), a associação de um estímulo olfativo (extrato de folhas de tomateiro) com um visual (polietileno verde), possibilitou a obtenção de maior quantidade de

ovos, em relação ao próprio substrato natural de oviposição (folhas de tomateiro) (Mihsfeldt, 1998).

Tabela 1. Número médio ($\pm$ DPM) de ovos de *S. catenifer* colocados no fruto e no papel quando adicionado na gaiola de postura, frutos de abacate cultivares Margarida e Breda e fruto artificial, além de gaiola sem fruto, porém com papel toalha com depressões. Temperatura de 25 $\pm$ 2°C, UR de 60 $\pm$ 20% e fotofase de 14 horas

Tratamento	Número de ovos		
	Fruto	Papel	Total
Fruto 'Margarida' + papel toalha com depressões	110,85 $\pm$ 22,36 aB	321,10 $\pm$ 60,29 aA	431,95 $\pm$ 54,30
Fruto 'Breda' + papel toalha com depressões	87,51 $\pm$ 19,03 aB	362,72 $\pm$ 66,28 aA	450,23 $\pm$ 56,74
Fruto artificial + papel toalha com depressões (testemunha)	-----	10,26 $\pm$ 03,16 b	10,26 $\pm$ 03,16
Sem fruto + papel toalha com depressões	-----	08,06 $\pm$ 02,55 b	8,06 $\pm$ 02,55

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna ou maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P = 0,05).

3.3.2 Determinação do estímulo físico

O tipo de papel colocado na gaiola afetou a escolha do local de postura pelas fêmeas de *S. catenifer* (Tabela 2). O número de ovos postos no fruto foi maior, quando se utilizou para revestimento interno e como base das gaiolas, papel liso (sulfite) (248) e papel toalha sem depressões (184,75), diferindo significativamente dos frutos, cuja gaiola, foi revestida por papel toalha com depressões (74). Isto ocorreu, possivelmente devido à textura do papel empregado, uma vez que o número de ovos colocados no papel, quando a gaiola foi revestida com papel toalha apresentando depressões (315,63) foi estatisticamente superior àquele cuja gaiola foi revestida com papel toalha sem

depressões (137,63) e papel sulfite (8,88). Desta forma, observou-se que quando há um estímulo químico (do fruto) no interior da gaiola e o substrato para postura (papel) é inadequado, a oviposição ocorre preferencialmente no fruto. Ao contrário, se o papel que reveste a gaiola possui depressões (e existe o estímulo químico), a postura é realizada preferencialmente neste substrato (315,63), diferindo significativamente do número de ovos colocados no fruto (74) (Tabela 2). Quando o papel toalha dupla face não possuía depressões, o número de ovos colocados no fruto (184,75) e no papel (137,63) foi estatisticamente semelhante. Por outro lado, quando foram utilizadas gaiolas revestidas com papel sulfite, a postura foi maior no fruto (248) do que no papel (8,88). Em termos gerais, porém a postura é maior quando há o estímulo químico (fruto) e físico (tipo de papel) (Tabelas 1 e 2).

Segundo Ramaswamy (1988) estímulos físicos relacionados ao substrato de oviposição são uma importante pista tátil para as fêmeas de lepidópteros. Entretanto, para *S. catenifer*, demonstrou-se que o estímulo físico isoladamente não tem grande valor, pois ele está associado ao estímulo químico (Tabela 1) já que, no papel toalha com depressões, sem a presença do fruto, não ocorreu postura. Realmente o assunto é controvertido e para o tortricídeo, *Choristoneura fumiferana* (Clemens, 1865), praga de coníferas na América do Norte, Renwick & Radke (1982) sugeriram que estímulos físicos foram mais importantes do que os químicos no comportamento de oviposição, enquanto Städler (1974) concluiu que os estímulos químicos foram os mais importantes.

Desta forma, observa-se que para oviposição de *S. catenifer* em laboratório é necessário um estímulo químico, proporcionado pelo fruto do abacate. No entanto, para obter uma grande quantidade de ovos em um substrato de fácil manipulação, é necessário revestir a gaiola com papel toalha com depressões, que confere, provavelmente, proteção aos ovos e que dá o estímulo físico para tal postura. Neste sentido, torna-se necessário, em futuros trabalhos, determinar quais substâncias químicas do fruto estão envolvidas na postura, para que após a síntese das mesmas, seja possível utilizá-las, substituindo-se o fruto no interior das gaiolas.

Tabela 2. Número médio ($\pm$ DPM) de ovos de *S. catenifer* colocados no fruto e no papel quando a gaiola foi revestida internamente com diferentes tipos de papéis. Temperatura de 25 $\pm$ 2°C, UR de 60 $\pm$ 20% e fotofase de 14 horas

Tratamento	Número de ovos		
	Fruto	Papel	Total
Papel toalha com depressões + fruto	74,00 $\pm$ 13,49 bB	315,63 $\pm$ 34,66 aA	389,63 $\pm$ 32,25
Papel toalha sem depressões + fruto	184,75 $\pm$ 25,00 aA	137,63 $\pm$ 70,95 bA	322,38 $\pm$ 53,07
Papel sulfite + fruto	248,00 $\pm$ 47,21 aA	8,88 $\pm$ 04,25 cB	256,88 $\pm$ 34,62

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna ou maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P = 0,05$).

3.3.3 Horário de oviposição

A análise de regressão polinomial para o fator tempo, acusou efeito quadrático significativo ($P = 0,0013$; $F = 12,95476$; $R^2 = 0,7513$; $y = 16,86 - 3,72x + 0,18x^2$), onde os coeficientes diferiram de zero pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$) (Figura 6). O ponto de máximo, ou seja, o horário de maior postura foi entre as 22 e 24:00 horas, representando cerca de 60% do total de ovos colocados, embora a oviposição tenha ocorrido durante toda a escotofase; entretanto, no período compreendido entre as 20:00 e 24:00 horas ocorreram, aproximadamente, 80% da postura. Este comportamento de postura é variável entre lepidópteros. Assim, Garcia (1998) observou que o tortricídeo *Ecdytoplopha aurantiana* (Lima, 1927) oviposita também durante o dia, sendo registrado das 07:00 às 19:00 horas 16,12% do total da postura. Entretanto, a maior porcentagem de postura concentra-se das 19:00 até às 23:00 horas, quando registraram-se 78,96% da oviposição. Para *S. catenifer* não foi registrado postura durante o dia e desta forma, pode-se dizer que o hábito de postura é crepuscular noturno, uma vez que, a postura iniciou às 18:00 horas e findou ao amanhecer por volta das 6:00 horas. Apesar do estudo ter sido realizado em condições de laboratório, onde a passagem do dia para a noite (fotofase/escotofase) se dá de forma abrupta, acredita-se que este comportamento se

assemelhe àquele das condições de campo, conforme observado por Garcia (1998) para *E. aurantiana*.

Figura 6 - Porcentagem média de ovos de *S. catenifer* colocados em diferentes horários, em laboratório, com início da escotofase às 20:00 horas, com a respectiva equação de ajuste. Temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 20\%$ e fotoperíodo de 14:10

3.4 Conclusões

Os estudos do comportamento de oviposição de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 permitem concluir que:

- Para postura, a broca-do-abacate necessita da associação de um estímulo químico (fruto de abacate) e físico (papel toalha com depressões);

- A oviposição de *S. catenifer* se dá na escotofase, com 80% se concentrando entre 20:00 e 24:00 h.

4 BIOLOGIA DE *Stenoma catenifer* WALSINGHAM, 1912 (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE) EM DIETAS NATURAL E ARTIFICIAL E ESTABELECIMENTO DE UM SISTEMA DE CRIAÇÃO

Resumo

O objetivo deste trabalho foi estudar a biologia de *S. catenifer* em dietas natural e artificial e desenvolver técnicas de criação para as diferentes fases do desenvolvimento. Desta forma, foram conduzidos os seguintes experimentos: a) criação e desenvolvimento de *S. catenifer* em polpa e semente das cultivares Breda e Margarida; b) criação e desenvolvimento de *S. catenifer* em dieta artificial e sementes das cultivares Margarida e Breda; c) efeito do alimento sobre a fase adulta, comparando-se uma solução de mel a 10% com um tratamento constituído por água e uma testemunha (sem água/alimento); e d) adaptação de *S. catenifer* à dieta artificial por sete gerações. Para os quatro experimentos, avaliaram-se parâmetros morfológicos e biométricos. Os insetos foram criados em laboratório com temperatura de 25 ± 2°C, umidade relativa de 70 ± 10 e fotofase de 14 horas. Observou-se que em sementes de abacates, as viabilidade larvais e pupais, a fecundidade e longevidade (de machos e fêmeas) foram maiores do que os valores obtidos quando o inseto foi criado na polpa, sendo portanto, um alimento mais adequado nutricionalmente, apesar da duração da fase larval ter sido maior em relação àqueles criados em polpas. De forma análoga, a duração e a viabilidade da fase larval foram maiores nas sementes de abacates em relação aos resultados obtidos em dieta artificial, sendo que o número de instares das lagartas alimentadas em sementes e em dieta artificial foi constante e igual a cinco. Adultos de *S. catenifer* necessitaram de uma solução de mel a 10% ou água para serem fecundos e longevos. Aparentemente, a umidade no interior da gaiola é importante para maior fecundidade e longevidade de

S. catenifer. A dieta artificial utilizada para a criação de insetos por sete gerações sucessivas, mostrou ser nutricionalmente adequada, já que os valores dos parâmetros biológicos e morfológicos avaliados não sofreram alterações ao longo do tempo. Demonstra-se assim, que é possível criar *S. catenifer* tanto em dieta natural como artificial, a partir das técnicas apresentadas neste trabalho.

BIOLOGY OF *Stenoma catenifer* WALSINGHAM, 1912 (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE) IN NATURAL AND ARTIFICIAL DIETS AND DEVELOPMENT OF A REARING SYSTEM

Summary

The goal of this work was to study the biology of *S. catenifer* under natural and artificial diets and to develop rearing techniques for different development stages. Thus, the following experiments were conducted: a) rearing and development of *S. catenifer* on pulp and seed of cultivars Breda and Margarida; b) rearing and development of *S. catenifer* on artificial diet and seeds of cultivars Margarida and Breda; c) effect of food on the adult stage, comparing a 10% honey solution with a treatment comprising water and control (no water/food); and d) adaptation of *S. catenifer* to the artificial diet for seven generations. Morphological and biometrical parameters were evaluated in all four experiments. The insects were reared in laboratory at 25 ± 2°C temperature, 70 ± 10 relative humidity and 14-hour photophase. The figures of larval and pupal viability, fecundity and longevity (males and females) were observed to be higher in avocado seeds than those found when the insect was reared on the pulp, so nutrition-wise it is a more adequate food despite the longer larval stage in relationship with those reared on pulp. Likewise, the duration and viability of the larval stage were higher in avocado seeds in relationship with the results found in artificial diet, and the number of larval instars fed on seeds and under artificial diet was constant and equal to five. *S. catenifer* adults required a 10% honey solution or water to be fecund and longevous. Apparently, the humidity inside the cage is important for a higher fecundity

and longevity of *S. catenifer*. The artificial diet used for insect rearing for seven successive generations proved to be nutritionally adequate since the values of the biological and morphological parameters evaluated did not change along time. Thus, it is possible have *S. catenifer* reared both under natural and artificial diet through the approaches presented in this paper.

4.1 Introdução

O grande avanço da entomologia como importante componente do Manejo de Pragas, deveu-se, em grande parte, ao desenvolvimento de técnicas de criação de insetos-pragas, especialmente, em dieta artificial.

Nos últimos 50 anos, com o desenvolvimento de técnicas de criação de insetos em dieta artificial, foram implementados programas de criações massais para controle de pragas, envolvendo a produção de milhões de insetos em laboratório. Com tais possibilidades, foram também facilitados estudos em fisiologia, toxicologia, relação inseto-planta, patologia, biotecnologia, entre outros, gerando avanços à entomologia moderna. Apesar disto, no Brasil, são poucos os entomologistas que trabalham com técnicas de criação, quer seja em dieta natural ou artificial. Em nosso país, todos os programas de controle biológico que tiveram sucesso, sempre foram respaldados por laboratórios que desenvolveram métodos para a multiplicação da praga e/ou do parasitóide e do predador (Parra, 2000).

Vários grupos de insetos podem ser mantidos em dietas artificiais, o que facilita a sua criação e permite manter um suprimento contínuo, principalmente nos períodos do ano em que eles não ocorrem no campo (Singh & Moore, 1985; Parra, 2001). Outros, porém, são criados em dietas naturais o que demanda maior mão-de-obra e aumento dos gastos, já que, em laboratórios de criação de insetos, a mão-de-obra representa 80% dos custos de produção. Dentre estes insetos de difícil criação em dieta artificial, destacam-se insetos das Ordens Thysanoptera e Hemiptera (Parra, 2001; Singh, 1977) e, entre os mais facilmente criados, estão os lepidópteros, que representam aproximadamente 40% do total dos grupos taxonômicos criados. As famílias Noctuidae

e Tortricidae estão entre as que apresentam maior número de dietas para criação (Singh & Moore, 1985). Outras famílias, entretanto, como a da broca-do-abacate, Elachistidae, não possuem representantes criados em dieta artificial. Assim sendo, cada espécie possui suas particularidades para o estabelecimento da criação e o fato de não ser multiplicada em laboratórios muitas vezes não se deve à impossibilidade de criação, mas à falta de pesquisas sobre o assunto.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho, estudar a biologia de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 em diferentes dietas e estabelecer um sistema de criação, visando produzir insetos de alta qualidade durante o ano todo. Este inseto, conhecido como broca-do-abacate, foi referido há muito tempo por Costa Lima (1945) como praga do abacateiro (*Persea americana* Mill.), e nesta última década é considerado praga-chave desta frutífera no Brasil, podendo, causar perdas totais na produção. O desenvolvimento desta técnica em dieta natural e a possibilidade de criar o inseto em dieta artificial ao longo do tempo, com características semelhantes àsquelas de inseto selvagem, poderão facilitar o controle da praga com métodos alternativos, desde que atualmente a única opção para controlá-lo é com agroquímicos.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Estabelecimento do sistema de criação

Para iniciar a criação de manutenção foram coletadas lagartas de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 em frutos de abacate (*Persea americana* Mill.) com sintomas característicos de ataque (exsudato branco e excrementos da lagarta na parte externa do fruto), em pomares comerciais pertencentes à Empresa Café Total, situados no município de São Tomás de Aquino, MG (latitude: 20°52'30" S, longitude: 47°07'30" W e altitude de 1000 m).

No laboratório de Biologia dos Insetos do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba, SP, estes frutos foram

dissecados para a retirada das lagartas (Figura 7A), que foram alimentadas com sementes de abacate até a pupação (Figura 7B).

As pupas foram distribuídas em copos plásticos, dispostos sobre uma bandeja, contendo papel de filtro, que foi umedecido diariamente (Figura 7C). Os adultos recém emergidos foram separados por sexo, com base no tamanho (as fêmeas são maiores), na quantidade de pêlos da antena (os machos possuem as antenas com maior número de pêlos) e no formato terminal do abdome (as fêmeas possuem a abertura genital chamada oviporo) (Figura 8). Além dos adultos, a separação por sexo pode ser realizada na fase de pupa, segundo Butt & Cantu (1962) (Figura 8). Em seguida, dois casais foram colocados em copos plásticos (13,0 cm de altura por 8,0 e 6,0 cm de largura para o topo e base, respectivamente) (Figura 7D). Após 24 horas, 10 casais foram transferidos para gaiolas confeccionadas de tubos de PVC (23,0 cm de altura por 15,0 cm de diâmetro), revestidas internamente com papel toalha dupla face, com depressões (item 3). Em uma das extremidades, o tubo foi apoiado sobre um recipiente de plástico tipo "taperware", sendo a outra extremidade tampada com uma tela de plástico de 0,02 mm² de malha. No interior da gaiola, adicionou-se um recipiente contendo uma solução de mel a 10%, fornecida por capilaridade, através de rolo dental, além de um fruto de abacate para estimular a oviposição (item 3) (Figura 7E). O alimento e o papel que revestia a gaiola foram trocados diariamente. Para evitar as contaminações fúngicas nas posturas, os papéis (Figura 7F) foram tratados com uma solução de sulfato de cobre (CuSO₄) a 1% por 5 minutos e acondicionados em recipientes plásticos (Figura 7G).

Com o aumento da criação de *S. catenifer*, as lagartas foram criadas em recipientes de plástico maiores (31 cm de comprimento por 22 cm de largura e 11 cm de altura) (Figura 7H). As sementes foram dispostas em uma camada, entre folhas de papel toalha, com a finalidade de absorver o excesso de umidade causado pela transpiração das mesmas. Em cada recipiente foram colocadas aproximadamente 22 sementes e transferidas 3 lagartas recém eclodidas, por semente, totalizando 66 lagartas.

Os insetos foram criados em salas com temperatura de 25 ± 2,0°C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas.

4.2.2 Desenvolvimento de *S. catenifer* em polpa e semente das cultivares Breda e Margarida

Para estudo da biologia de *S. catenifer* em polpa de abacate utilizaram-se placas de Petri (2 cm de altura x 9 cm de diâmetro) esterilizadas em estufa a 180°C por uma hora. Os frutos foram lavados em água corrente e desinfestados, mergulhando-os em uma solução de hipoclorito de sódio (NaOCL) a 2%, durante 10 minutos. Em seguida, em câmara de “inoculação”, os frutos foram dissecados em “fatias”, de forma que, a parte superior, ficasse protegida pela casca, sendo a seguir colocadas nas placas de Petri. Para retirar o excesso de umidade, colocou-se sob e sobre a “fatia” de abacate, papel de filtro, e realizou-se a “inoculação” de duas lagartas recém-eclodidas (com até 12 horas) por placa de Petri. A cada 5 dias, procedeu-se à troca do alimento e do papel de filtro.

Para o desenvolvimento larval de *S. catenifer* em sementes de abacate, as mesmas foram individualizadas sobre papel de filtro e acondicionadas em potes de plástico (8,0 cm de altura e 8 e 6 cm de largura para o topo e a base, respectivamente). Para cada semente foram transferidas, com o auxílio de um pincel, duas lagartas recém-eclodidas.

Por ocasião da pupação, os insetos foram individualizados sob copos plásticos, dispostos em bandejas contendo no fundo, papel de filtro, umedecido diariamente.

Em cada dieta foram “inoculadas” 140 lagartas e foram determinados a duração e a viabilidade das fases de lagarta e pupa, o peso de pupas com 24 h, a fecundidade e a longevidade de machos e de fêmeas. A fecundidade e a longevidade foram obtidos a partir da formação de 20 casais.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P = 0,05$).

4.2.3 Desenvolvimento de *S. catenifer* em dieta artificial e sementes das cultivares Margarida e Breda

Para o desenvolvimento larval, foram testados dois alimentos naturais (sementes de abacate das cultivares Margarida e Breda) e uma dieta artificial. A metodologia de criação de *S. catenifer* em sementes de abacate foi a descrita no item anterior.

A criação das lagartas de *S. catenifer* em dieta artificial foi realizada a partir da dieta de *Bonagota cranaodes* (Meyrick, 1937) (Parra et al., 1995) (Tabela 3). Nesta dieta, foram realizadas algumas modificações, sendo substituído o feijão 'Carioca' pelo 'Branco' e acrescentados 30 g de cenoura e 2 ml de suplemento vitamínico Vitagol®. A cenoura foi cozida juntamente com o feijão e o suplemento vitamínico adicionado à solução vitamínica (Tabela 3). A dieta foi elaborada segundo metodologia proposta por Parra (2001) e transferida, logo após o preparo, para tubos de vidro de 8,5 cm de altura por 2,5 cm de diâmetro, em aproximadamente 1/3 do volume (Figura 7I). Após 24 horas do preparo, transferiram-se com auxílio de um pincel, duas lagartas recém eclodidas por tubo.

Para cada dieta foram utilizadas 140 lagartas, avaliando-se a duração e a viabilidade das fases de ovo, lagarta, pupa e ciclo biológico (ovo-adulto), número de ínstaes, peso de pupas após 24 horas, razão sexual utilizando-se a fórmula: $rs = \frac{?}{?} + \frac{?}{?}$, fecundidade e a longevidade de machos e fêmeas.

O número de ínstaes foi obtido a partir da medição diária da largura da cápsula cefálica, de uma amostragem de 12 lagartas. Estas lagartas foram retiradas do alimento e mortas em álcool 70%, procedendo-se posteriormente à medição com ocular micrométrica, acoplada a um microscópio estereoscópico. A determinação do número de ínstaes foi realizada segundo Parra & Haddad (1989). A longevidade e a fecundidade de *S. catenifer* foram determinadas a partir da observação de 20 casais.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P = 0,05$).

Figura 7 - Sistema de criação de *S. catenifer* em dieta natural (sementes de abacate) e artificial. A – Retirada de lagartas dos frutos atacados; B – Potes para criação das lagartas provenientes do campo; C – Disposição das pupas sob copos, sobre uma bandeja; D - Gaiolas de acasalamento contendo um casal de adultos e alimento; E – Gaiolas de postura contendo abacate para estimular a oviposição; F – Papel contendo ovos; G – Recipiente contendo o papel com ovos para a incubação; H – Caixa contendo sementes para o desenvolvimento larval; I – Tubo de vidro contendo dieta artificial

Figura 8 - Dimorfismo sexual nos adultos e nas pupas de *S. catenifer*. (A) Antenas das fêmeas com menor pilosidade que machos; (B) Vista ventral do abdome da fêmea com o oviporo, enquanto no macho a abertura genital é recoberta por pêlos; (C) As pupas de fêmeas apresentam a abertura genital entre o oitavo e nono segmento abdominal, na forma de um pequeno risco, enquanto que, nos machos, está no nono segmento abdominal, entre dois escleritos

Tabela 3. Composição da dieta original de *B. cranaodes* (Parra et al., 1995) e da modificada para *S. catenifer*

Componente	Dieta original	Dieta modificada
Feijão 'Carioca'	347,0 g	-----
Feijão 'Branco'	-----	130,0 g
Cenoura	-----	30,0 g
Levedura	52,0 g	20,0 g
Solução vitamínica *	40,6 ml	40,0 ml
Vitagol®	-----	2,0 ml
Ácido sórbico	1,6 g	0,6 g
Ácido ascórbico	4,9 g	1,6 g
Metil parahidroxibenzoato (nipagin)	3,3 g	1,1 g
Ácido propiônico	1,2 ml	0,4 ml
Tetrex (tetraciclina)	0,8 mg	0,3 mg
Formaldeído	3,2 ml	1,0 ml
Agar	21,1 g	7,0 g
Água destilada	1000 ml	500 ml

* Componentes: niacinamida 1mg; pantotenato de cálcio 1 mg; tiamina 1 mg; riboflavina 0,25 mg; piridoxina 0,25 mg; ácido fólico 0,25 mg; biotina 0,02 mg, vitamina B₁₂ 0,002 mg; inositol 20 mg.

4.2.4 Efeito do alimento sobre os adultos de *S. catenifer*

Neste experimento, foi verificada a influência do alimento sobre a fecundidade, longevidade, viabilidade de ovos e número de cópulas, determinado, por meio da determinação do número de espermátóforos presentes na bolsa copulara de *S. catenifer*. Para tanto, foram testados três tratamentos: a) solução de mel a 10%; b) água destilada; e c) testemunha (sem água e sem solução de mel). As gaiolas foram semelhantes àsquelas descritas para a criação de manutenção (4.2.1). Em cada tratamento foram observados 20 casais.

Para determinar o número de espermatóforos, as fêmeas mortas foram deixadas por 24 horas em uma solução de NaOH à 10%, quando então foram dissecadas para a retirada dos espermatóforos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P=0,05$).

4.2.5 Desenvolvimento de *S. catenifer* em dieta artificial por sucessivas gerações

A dieta artificial selecionada para a manutenção de *S. catenifer* foi testada por 7 gerações sucessivas. As lagartas recém eclodidas (140) foram transferidas para os tubos contendo a dieta selecionada anteriormente (item 4.2.3). Para avaliação da qualidade da dieta artificial e conseqüentemente dos insetos produzidos, foram avaliados critérios morfológicos (deformação de pupas e adultos) e critérios biométricos (duração e a viabilidade do período lagarta-pupa, viabilidade da fase de ovo, peso de pupas com 24 h, razão sexual, fecundidade e longevidade de machos e fêmeas).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P=0,05$).

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Desenvolvimento da broca-do-abacate em polpa e semente das cultivares Breda e Margarida

Os diversos parâmetros biológicos de *Stenomoma catenifer* Walsingham, 1912 foram variáveis em função do alimento e da cultivar de abacate (*Persea americana* Mill.) utilizados (Tabela 4). Para a duração da fase larval observou-se uma variação de 18,4 a 22,6 dias, sendo registrados os maiores valores para os insetos alimentados com sementes. Para a duração da fase de pupa, não foram observadas diferenças estatísticas significativas, com variação de 12,3 a 12,7 dias (Tabela 4). Estes valores estão próximos dos relatados por Boscán de Martinez & Godoy (1984) (19,8 e 11,1 dias para as fases larval e pupal, respectivamente) em polpa de cultivar desconhecida, e superiores aos

relatados por Hohmann & Meneguim (1993) (15,3 e 10,6, respectivamente a 25°C), também em polpa da cultivar Margarida. Embora os primeiros autores não citem a temperatura utilizada no experimento, observa-se que há uma grande variação nos dados na literatura existente, indicando que a cultivar e o alimento exercem importante influência sobre o desenvolvimento de *S. catenifer*, especialmente na fase larval.

A viabilidade de lagartas alimentadas com sementes sempre foi superior a 80%, ao contrário daquelas alimentadas com polpa, em que a viabilidade ficou abaixo deste valor, próximo de 70%, diferindo significativamente daquele primeiro valor. A viabilidade pupal dos insetos alimentados com sementes das duas cultivares diferiu significativamente dos alimentados com polpa, exceto para os alimentados com polpa da cultivar Breda (Tabela 4). Segundo Hohmann & Meneguim (1993), a viabilidade da fase larval foi de 25,4% e a da fase pupal de 82,8%. Esta baixa viabilidade larval, provavelmente esteja ligada ao método de criação, uma vez que, os referidos autores, utilizaram a cultivar 'Margarida' com as polpas colocadas sobre suportes de bambu e dispostas sobre bandejas de alumínio, contendo vermiculita umedecida para servir de substrato de pupação, diferentemente do utilizado neste trabalho, onde o desenvolvimento larval e pupal ocorreram em placas de Petri.

Para o peso de pupas, também foi observado que os insetos alimentados com sementes foram mais pesados do que os alimentados com polpa (Tabela 4). Esta diferença de peso, provavelmente refletiu na capacidade de postura de *S. catenifer*, já que, o número de ovos colocados por lagartas alimentadas com sementes foi estatisticamente superior (365,0 e 329,7 para 'Breda' e 'Margarida', respectivamente) aos alimentados com polpa (251,0 e 267,2, respectivamente) (Tabela 4). A capacidade de postura de *S. catenifer* em polpa de abacate é variável de 164 (Hohmann & Meneguim, 1993) a 240 ovos (Acevedo et al., 1972), enquanto em outros hospedeiros como "greenheart" [*Chlorocardium rodiei* (Schomb.) Rohwer, Richter & van der Werff], Cervantes Peredo et al. (1999) determinaram uma média de 206,3 ovos por fêmea. Assim, pode-se concluir que a fecundidade está relacionada com a qualidade nutricional do substrato alimentar, sendo que, na presente pesquisa, a semente pode ser considerada a de melhor qualidade.

A longevidade, tanto de machos como de fêmeas, também foi afetada pelos diferentes substratos alimentares, e semelhante aos parâmetros biológicos anteriormente relatados, insetos alimentados com sementes foram mais longevos do que os alimentados com polpa, exceto para as fêmeas alimentadas com polpa 'Breda' (Tabela 4). Apesar disto, se comparado com os dados de literatura (Hohmann & Meneguim, 1993) os insetos são bem mais longevos, indicando que além de fatores nutricionais, as técnicas de criação podem influenciar a longevidade de *S. catenifer*.

Tabela 4. Média ($\pm$ DPM) de duração e viabilidade das fases larval e pupal, peso de pupas, fecundidade e longevidade de machos e de fêmeas de *S. catenifer* criados em polpas e sementes das cultivares Breda e Margarida. Temperatura de 25 $\pm$ 2°C, UR de 70 $\pm$ 10 e fotofase de 14 horas

Parâmetros biológicos	Polpa		Semente	
	Breda	Margarida	Breda	Margarida
Duração da fase larval (dias)	19,1 $\pm$ 0,20 b	18,4 $\pm$ 0,18 b	22,6 $\pm$ 0,30 a	22,0 $\pm$ 0,31 a
Viabilidade larval (%)	71,0 $\pm$ 3,14 b	72,0 $\pm$ 2,91 b	85,0 $\pm$ 3,07 a	81,0 $\pm$ 4,33 a
Duração da fase pupal (dias)	12,7 $\pm$ 0,10 a	12,3 $\pm$ 0,15 a	12,6 $\pm$ 0,09 a	12,5 $\pm$ 0,27 a
Viabilidade pupal (%)	74,3 $\pm$ 7,17 ab	69,3 $\pm$ 7,34 b	81,4 $\pm$ 5,86 a	80,0 $\pm$ 6,06 a
Peso de pupas (mg)	50,2 $\pm$ 2,20 b	54,1 $\pm$ 2,76 b	65,3 $\pm$ 0,38 a	63,1 $\pm$ 0,77 a
Fecundidade	251,0 $\pm$ 52,8 b	267,2 $\pm$ 46,6 b	365,0 $\pm$ 37,3 a	329,7 $\pm$ 35,3 a
Longevidade de machos (dias)	13,6 $\pm$ 1,38 ab	11,5 $\pm$ 1,57 b	16,9 $\pm$ 1,05 a	14,1 $\pm$ 0,94 a
Longevidade de fêmeas (dias)	12,3 $\pm$ 1,38 b	13,1 $\pm$ 1,63 b	15,5 $\pm$ 1,01 a	13,9 $\pm$ 0,72 ab

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P = 0,05).

4.3.2 Desenvolvimento de *S. catenifer* em dieta artificial e sementes das cultivares Breda e Margarida

Após a definição de que as sementes são mais adequadas para a criação em relação às polpas de abacate, esquematizou-se o presente experimento, comparando-se as sementes com um meio artificial.

A duração e a viabilidade das diferentes fases e do ciclo biológico de *S. catenifer* foram influenciados pelo alimento utilizado durante a fase larval (Tabela 5).

A duração da fase de ovo foi próxima de 5 dias, não diferindo estatisticamente para os três alimentos utilizados (Tabela 5). Para as fases de lagarta e pupa, a duração foi maior quando os insetos foram alimentados com sementes de abacate das cultivares Breda (25,0 e 13,4 dias) e Margarida (24,5 e 13,4 dias), diferindo significativamente da duração dos insetos alimentados em dieta artificial (17,6 e 12, 4 dias). Desta forma, a duração do ciclo biológico dos insetos criados em sementes de 'Breda' e 'Margarida' foi significativamente maior do que aqueles alimentados em dieta artificial (Tabela 5). Para *S. catenifer* criada em polpa de abacate, a duração das fases de lagarta e pupa é muito variável, segundo a literatura, pois Boscán de Martínez & Godoy (1984) determinaram 19,8 e 11,1 dias e Hohmann & Meneguim (1993) relataram 15,3 e 10,6 dias, respectivamente. Desta forma, essa variação poderia estar ligada à cultivar e ao alimento, utilizados para o desenvolvimento larval, pois o crescimento, o desenvolvimento e a reprodução estão diretamente relacionados com a quantidade e a qualidade do alimento ingerido (Parra, 1991).

Quanto à viabilidade dos ovos, observou-se que os insetos criados em dieta artificial (80,2%) realizaram postura com viabilidade significativamente inferior aos criados em sementes (caroços) de abacate 'Margarida' (95,0%) e 'Breda' (94,5%) (Tabela 5). Hohmann & Meneguim (1993) também determinaram um valor (81,4%), próximo ao da presente pesquisa. Esta mesma tendência foi observada para a fase de lagarta, havendo, entretanto, algumas variações, pois a viabilidade dos insetos criados em sementes de abacate 'Margarida' (72,3%) foi significativamente superior à da dieta artificial (60,0%), embora sem diferir de 'Breda' (69,2%). Estes valores, nos três

substratos, são superiores aos 25,4% determinados por Hohmann & Meneguim (1993), que criaram as lagartas em frutos (polpa). Esta diferença poderia também estar relacionada com o alimento utilizado, uma vez que, a polpa se deteriora mais rapidamente do que o caroço e, conseqüentemente ocorre uma diminuição da qualidade do alimento ingerido. Para a fase de pupa, a duração foi significativamente semelhante para os três tratamentos, sendo superior a 76,3%. Em termos médios, a viabilidade do ciclo biológico para os insetos criados em sementes foi estatisticamente superior à viabilidade daqueles criados em dieta artificial (Tabela 5).

Normalmente, em insetos, os alimentos mais adequados, propiciam menores durações das fases de desenvolvimento e maiores viabilidades (Parra, 2001). Para *S. catenifer*, tem sido observado que a duração e a viabilidade são maiores quando os insetos são alimentados com sementes, em relação a dieta, contrariando esta afirmação. Porém, as durações em dieta artificial são próximas àquelas obtidas em dieta natural, à base de polpa de abacate (Hohmann & Meneguim, 1993), indicando que a dieta artificial, aparentemente, possui os mesmos nutrientes da polpa. Desta forma, provavelmente a composição da dieta pode estar superestimada, contendo nutrientes em excesso, fato comum em dietas artificiais (Parra J.R.P., comunicação pessoal).

O peso de pupas de *S. catenifer*, quando as lagartas foram alimentadas com sementes de 'Breda' (66,4 mg) e 'Margarida' (63,8 mg) foi significativamente superior ao peso das alimentadas com dieta artificial (56,2 mg) (Tabela 6). Esta diferença, provavelmente esteja ligada ao fato de que, a duração da fase larval em dieta artificial é menor do que em alimento natural.

A fecundidade dos insetos criados em sementes de abacate 'Breda' (261,3) e 'Margarida' (240,1), não diferiu significativamente dos provenientes da dieta artificial (246,7) (Tabela 6). Verificou-se desta forma que, apesar da viabilidade das diferentes fases do desenvolvimento, especialmente do período embrionário e do ciclo biológico serem menores do que a viabilidade dos insetos criados em dieta natural, os adultos foram fecundos, produzindo uma quantidade de ovos estatisticamente semelhante nos três tratamentos. O número de ovos colocado, tanto para os que se alimentaram de dieta natural como artificial foi superior aos 164 ovos relatados por Hohmann &

Meneguim (1993) e próximo do intervalo de 180 a 240 ovos registrados por Acevedo et al. (1972). Segundo estes últimos autores, o número de ovos colocados poderia aumentar, visto que, ao dissecarem fêmeas, observaram um grande número de óvulos. Embora a fecundidade tenha sido avaliada a partir de insetos criados em sementes de abacates e dieta artificial e portanto, diferente dos dados registrados pelos citados autores, em todos os alimentos testados, demonstrou-se o grande potencial reprodutivo desta espécie.

A longevidade de machos e de fêmeas foi significativamente semelhante para os três alimentos. Para os machos alimentados com sementes das cultivares Breda e Margarida e dieta artificial, determinaram-se durações de 10,9, 9,6 e 10,5 dias, respectivamente, enquanto que, para as fêmeas, as durações foram um pouco superiores, registrando-se 11,1, 10,8 e 11,9 dias (Tabela 6). Para *S. catenifer* criados em polpa de abacate, Acevedo et al. (1972) registraram uma longevidade variável de 5,7 a 7,8 dias, enquanto Hohmann & Meneguim (1993) determinaram valores médios de 5,1 dias para os machos e 4,7 dias para as fêmeas.

A razão sexual foi próxima de 0,5, não diferindo significativamente entre os três tratamentos (Tabela 6), sendo similar do valor relatado por Hohmann & Meneguim (1993), que determinaram uma proporção sexual de 1:1. Portanto, ambos os sexos comportaram-se igualmente com relação aos alimentos estudados.

Tabela 5. Médias ($\pm$ DPM) de duração e viabilidade das fases de ovo, lagarta e pupa e do ciclo biológico (ovo-adulto) de *S. catenifer*, criado em sementes de abacate das cultivares Breda e Margarida e em dieta artificial. Temperatura de 25 $\pm$ 2°C, UR de 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas

Dietas	Duração (dias)				Viabilidade (%)			
	Ovo	Lagarta	Pupa	Ciclo (ovo-adulto)	Ovo	Lagarta	Pupa	Ciclo (ovo-adulto)
Natural 'Breda'	4,8 $\pm$ 0,10 a	25,0 $\pm$ 0,36 a	13,4 $\pm$ 0,16 a	42,8 $\pm$ 0,45 a	94,5 $\pm$ 3,51 a	69,2 $\pm$ 2,10 ab	88,8 $\pm$ 3,50 a	50,1 $\pm$ 4,68 a
Natural 'Margarida'	5,0 $\pm$ 0,08 a	24,5 $\pm$ 0,39 a	13,4 $\pm$ 0,10 a	43,0 $\pm$ 0,28 a	95,0 $\pm$ 3,56 a	72,3 $\pm$ 2,30 a	82,5 $\pm$ 3,66 a	52,6 $\pm$ 3,93 a
Artificial	5,0 $\pm$ 0,03 a	17,6 $\pm$ 0,16 b	12,4 $\pm$ 0,21 b	35,6 $\pm$ 0,33 b	80,2 $\pm$ 1,87 b	60,0 $\pm$ 3,75 b	76,3 $\pm$ 2,63 a	32,1 $\pm$ 3,01 b

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P = 0,05).

Tabela 6. Médias ($\pm$ DPM) de longevidade de machos e de fêmeas, fecundidade, peso e deformação de pupas e razão sexual de *S. catenifer* criado em sementes de abacate das cultivares Breda e Margarida e em dieta artificial. Temperatura de 25 $\pm$ 2°C, UR de 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas

Dieta	Peso de pupas (mg)	Longevidade (dias)		Fecundidade	Razão sexual
		Macho	Fêmea		
Natural 'Breda'	66,4 $\pm$ 1,30 a	10,9 $\pm$ 0,68 a	11,1 $\pm$ 0,73 a	261,3 $\pm$ 33,88 a	0,51 $\pm$ 0,048 a
Natural 'Margarida'	63,8 $\pm$ 1,60 a	9,6 $\pm$ 0,73 a	10,8 $\pm$ 0,60 a	240,1 $\pm$ 29,93 a	0,47 $\pm$ 0,055 a
Artificial	56,2 $\pm$ 0,80 b	10,5 $\pm$ 0,98 a	11,9 $\pm$ 0,71 a	246,7 $\pm$ 38,79 a	0,48 $\pm$ 0,060 a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P = 0,05).

Pela distribuição de frequência das medidas das larguras de cápsulas cefálicas das lagartas de *S. catenifer* foram determinados 5 ínstaes, para os insetos criados nas duas dietas naturais e na dieta artificial, com um coeficiente de determinação (R^2) próximo de 1, encontrando-se a constante de Dyar (K) entre 1,51 e 1,59 (Figura 9, Tabela 7). Estes resultados demonstram que a razão de crescimento (K) da broca-do-abacate está dentro do intervalo de variação proposto por Dyar (Dyar, 1890; Parra & Haddad, 1989). Acevedo (1970) determinou 4 ínstaes para lagartas de *S. catenifer* coletadas no campo e 5 ínstaes para os insetos criados em laboratório. Segundo o autor, este quinto ínstar corresponde à forma inativa antes da fase de pupa. Entretanto, tem-se observado em laboratório, que antes da fase inativa (correspondendo à fase de pré-pupa), ocorre uma fase ativa, responsável por cerca de 80% do consumo. Isto pode ser afirmado, pois a largura da cápsula cefálica do quinto ínstar e da pré-pupa são semelhantes. Alimentos nutricionalmente inadequados podem aumentar o número de ínstaes de uma espécie (Parra et al., 1977; Slansky & Rodriguez, 1987). No presente estudo, os três alimentos foram nutricionalmente adequados, desde que *S. catenifer* apresentou, nas dietas natural e artificial, o mesmo número de ínstaes.

Figura 9 - Curva de distribuição de freqüência de larguras de cápsulas cefálicas de lagartas de *S. catenifer* criadas em sementes de abacates Breda (A), Margarida (B) e dieta artificial (C). As setas indicam os prováveis ínstares

Tabela 7. Médias ($\pm$ DPM) (valores entre parênteses indicam o intervalo de variação) de largura da cápsula cefálica, constante de Dyar e coeficiente de correlação para *S. catenifer*, criado em sementes de abacate cultivares Breda e Margarida e em dieta artificial. Temperatura de 25 $\pm$ 2°C, UR de 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas

Dieta	Largura média da cápsula cefálica (mm)					Constante de Dyar (K)	Coeficiente de correlação (R)
	1ª instar	2ª instar	3ª instar	4ª instar	5ª instar		
Natural 'Breda'	0,26 $\pm$ 0,01	0,41 $\pm$ 0,01	0,63 $\pm$ 0,04	1,06 $\pm$ 0,05	1,63 $\pm$ 0,05	1,59	1,000
	(0,24-0,28)	(0,39-0,44)	(0,56-0,72)	(0,97-1,17)	(1,50-1,72)		
Natural 'Margarida'	0,26 $\pm$ 0,01	0,41 $\pm$ 0,02	0,63 $\pm$ 0,02	1,04 $\pm$ 0,04	1,62 $\pm$ 0,05	1,58	1,000
	(0,23-0,28)	(0,38-0,47)	(0,57-0,67)	(0,94-0,13)	(1,51-1,74)		
Artificial	0,24 $\pm$ 0,01	0,42 $\pm$ 0,04	0,62 $\pm$ 0,03	0,94 $\pm$ 0,06	1,47 $\pm$ 0,06	1,51	0,999
	(0,21-0,26)	(0,34-0,46)	(0,51-0,68)	(0,83-1,05)	(1,33-1,61)		

4.3.3 Efeito do alimento sobre os adultos

A longevidade de machos e de fêmeas de *S. catenifer* alimentados com a solução de mel a 10% (10,8 e 11,0 dias) e água (10,1 e 9,8 dias) diferiu significativamente dos que não foram alimentados (testemunha) (2,9 e 2,9 dias) (Tabela 8).

A fecundidade dos insetos alimentados com a solução de mel a 10% (236,1 ovos) e água (222,4 ovos) também diferiu significativamente dos que não foram alimentados (61,0 ovos) (Tabela 8). Este baixo número de ovos colocados por fêmeas que não foram alimentadas com mel ou água, deve estar, provavelmente, relacionada com a pequena longevidade registrada. Além disto, demonstrou-se que, das 20 fêmeas avaliadas no tratamento testemunha, apenas 20% acasalaram, indicando que, para ocorrer a oviposição (maior porcentagem de acasalamento), é necessário que as fêmeas consumam água nos primeiros dias após a emergência (Tabela 8).

Determinadas espécies de lepidópteros necessitam se alimentar na fase adulta, de fontes de néctar floral e extrafloral, para suplementar as exigências nutricionais da fase larval (Gilbert & Singer, 1975; Parra, 1991, Parra et al., 1999). Segundo Jensen et al. (1974), a disponibilidade de néctar para alguns lepidópteros pragas está diretamente correlacionada com os danos causados nas culturas. Para as espécies *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville, 1842) e *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) das famílias Lyonetiidae e Pyralidae, respectivamente, foi observado que, se os adultos não forem alimentados, a longevidade e a capacidade de postura são drasticamente afetados (Menten & Parra, 1978; Nantes & Parra, 1978). Esta necessidade foi referida por Wei et al. (1998), para *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 que tem o maior consumo de líquidos nos dois primeiros dias de vida. Existem lepidópteros da família Noctuidae que necessitam carboidratos (frutose, glicose e sacarose) para reprodução adequada (Lukefahr & Martin, 1964); a concentração de açúcares exigida pode variar de espécie para espécie (Parra, 2001). Jensen et al. (1974) observaram que quando *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) recebeu somente água, a longevidade, fecundidade e viabilidade da fase de ovo foram drasticamente reduzidos. Pelos resultados da presente pesquisa, pode-se concluir que *S. catenifer* não necessita de carboidratos, sendo a água suficiente para a

sua atividade reprodutiva. Este fato já fora observado por Parra et al. (1999) para *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794), que em alguns casos, dependendo do carboidrato, teve a longevidade e fecundidade prejudicadas, quando ele foi oferecido às fêmeas. Neste caso, esta resposta se deve ao fato do grande número de aerópilas que o córion do ovo daquela espécie apresenta. Assim, é fundamental a água na gaiola para manter a umidade no local, não se sabendo se o inseto se alimenta ou não da água. O mesmo, aparentemente se aplica a *S. catenifer*, embora sejam sugeridas pesquisas nesta direção.

O número de espermatóforos presentes na bolsa copuladora (*bursa copulatrix*), de fêmeas alimentadas com solução de mel (1,4) e água (1,3) e as da testemunha (1) foi estatisticamente semelhante (Figura 10), sendo que nos dois primeiros tratamentos houve uma variação de 1-3 e 1-2, enquanto, no último não houve variação. Apesar disto, observou-se que para o tratamento testemunha, as 20% das fêmeas que realizaram postura copularam uma única vez, pois apresentaram apenas um espermatóforo. Já para as fêmeas alimentadas com a solução de mel ou água foram encontrados, em certos casos, três e dois espermatóforos, respectivamente, indicando que os adultos de *S. catenifer* necessitam de água para copularem mais de uma vez.

A viabilidade dos ovos quando os insetos receberam como alimento a solução de mel a 10% (81,3%) e água (75,0%) diferiu estatisticamente dos da testemunha (sem água/alimento) (63,3%), indicando que há necessidade de alimento e/ou água, como fonte de umidade, para o desenvolvimento embrionário (Tabela 8).

Tabela 8. Médias ($\pm$ DPM) de longevidade de machos e fêmeas, fecundidade, viabilidade de ovos e porcentagem de fêmeas de *S. catenifer* que não copularam quando alimentados com uma solução de mel a 10%, com água, além do tratamento sem alimento. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Tratamentos	Longevidade (dias)*		Fecundidade	Viabilidade de ovos (%)**	Fêmeas que não copularam (%)
	Macho	Fêmea			
Solução de mel a 10%	$10,8 \pm 0,85$ a (5-18)	$11,0 \pm 0,96$ a (4-16)	$236,1 \pm 40,09$ a (55-376)	$81,3 \pm 4,2$ a (63-96)	35
Água	$10,1 \pm 1,02$ a (3-18)	$9,8 \pm 0,77$ a (5-15)	$222,4 \pm 31,9$ a (60-490)	$75,0 \pm 4,3$ a (50-93)	25
Testemunha	$2,9 \pm 0,67$ a (2-4)	$2,9 \pm 0,13$ b (2-4)	$61,0 \pm 28,6$ b (13-112)	$63,3 \pm 9,9$ b (45-79)	80

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, (Duncan* e Tukey**, $P = 0,05$).

Figura 10 - Número médio de espermatóforos de fêmeas de *S. catenifer* quando alimentadas com uma solução de mel a 10%, água e um tratamento testemunha sem alimento e sem água. Temperatura de 25 ? 2°C, UR de 70 ? 10% e fotofase de 14 horas. O número entre parênteses corresponde ao intervalo de variação de espermatóforos por tratamento. Colunas seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P = 0,05)

4.3.4 Desenvolvimento de *S. catenifer* em dieta artificial por sucessivas gerações

A dieta artificial utilizada para o crescimento larval, permitiu o desenvolvimento de *S. catenifer* ao longo de sete gerações sucessivas (Tabela 9).

A duração e a viabilidade do período lagarta-adulto foi variável, ao longo das gerações, de 32,9 a 35,6 dias e de 22,7 a 67,3%, respectivamente (Tabela 9). Estas diferenças nas durações podem estar relacionadas com a temperatura, uma vez que, as biologias foram realizadas ao longo de 10 meses. Apesar de serem utilizadas temperaturas e umidades constantes, houve pequenas variações que podem ter contribuído para as oscilações nas durações do período lagarta-adulto. Quanto à viabilidade, observa-se que as três primeiras gerações diferiram estatisticamente da quinta, e nas demais, houve uma estabilização na viabilidade, variando entre 22,7 a

58,0% (Tabela 9). Esta viabilidade está abaixo dos 75% preconizado por Singh (1983) para que uma dieta artificial seja considerada adequada, e apesar de não ser observada uma melhora substancial nos parâmetros biológicos avaliados, ao longo das gerações, especialmente entre a 5ª e 6ª gerações, demonstrou-se que há uma estabilização dos valores.

A criação de insetos em laboratório provoca uma diminuição da variabilidade genética da população nas primeiras gerações, devido à deriva genética, seleção e ao “inbreeding” (cruzamento entre irmãos) (Bartlett, 1984). Com o passar do tempo, ocorrerá uma recuperação desta variabilidade genética, por meio da recombinação e das mutações dos genes. Assim, a seleção realizada em laboratório, planejada ou não, pode levar à perda de alelos, que contribuem para o menor vigor da população, principalmente se as condições ambientais do insetário forem constantes (Joslyn, 1984). Para microlepidópteros, (Parra J.R.P., informação pessoal) a perda do vigor genético ocorre nas primeiras gerações, havendo em seguida, geralmente entre a 5ª e 7ª gerações uma recuperação deste vigor pelos motivos mencionados por Bartlett (1984). No entanto, recomenda-se que periodicamente, sejam introduzidos insetos selvagens na criação de laboratório, visando aumentar esta variabilidade genética (Parra, 2001).

Quanto ao peso de pupas, observaram-se diferenças significativas entre a quarta (52,8 mg) e a quinta gerações (62,3 mg), e estas por sua vez não diferiram estatisticamente das demais, que variaram de 54,4 a 57,9 mg (Tabela 9). Estes resultados, demonstram que o peso, de certa maneira, manteve-se constante ao longo das gerações.

As porcentagens de pupas e adultos deformados variaram de 2 a 9% e de 2 a 8%, respectivamente; entretanto, não foram observadas diferenças significativas entre as gerações (Tabela 9). A maior porcentagem das pupas deformadas apresentou atrofia das asas, pernas, antenas e apêndices bucais. Já para adultos, a grande maioria dos deformados, apresentou anomalias nas asas ou não conseguiu emergir das pupas, ficando presos à exúvia. Esta porcentagem de deformados, em ambas as fases é considerada normal entre os insetos criados em dieta artificial e quando a porcentagem

de deformação for alta nas asas, pode estar relacionada à falta de algum ácido graxo como o linoléico e o linolênico (Dadd, 1977).

A razão sexual permaneceu próxima de 0,5, indicando que ambos os sexos foram igualmente afetados ao longo das gerações (Tabela 9).

A capacidade de postura variou, ao longo das gerações, de aproximadamente, 240 a 320 ovos, sendo observadas diferenças significativas da quinta geração em relação às demais, exceto com a terceira (Figura 11A). Estes valores estão dentro do intervalo determinado nos experimentos anteriores e ao relatado por Acevedo et al., (1972) (240 ovos), demonstrando que a capacidade de postura em dieta artificial se mantém próximo do alimento natural e estável ao longo das gerações.

De maneira semelhante, a longevidade tanto a de machos como a de fêmeas (Figura 11B), manteve-se entre onze e quinze dias, sendo superior aos 5 dias determinados por Hohmann & Meneguim (1993).

Assim, demonstrou-se que a dieta artificial, testada ao longo de sete gerações sucessivas, permitiu a estabilidade dos parâmetros biológicos de *S. catenifer*, indicando que as propriedades químicas e físicas devem estar próximas daquelas da dieta natural e são, aparentemente, adequadas. Além disto, torna-se possível manter uma criação da broca-do-abacate em laboratório, sem precisar estocar sementes de abacates em câmaras climatizadas, para suprir épocas de entressafra. Os resultados obtidos na presente pesquisa poderão facilitar pesquisas futuras relacionadas às alternativas de controle da praga.

Tabela 9. Médias ($\pm$ DPM) (valores entre parênteses indicam o intervalo de variação) de duração e viabilidade média do período ovo-adulto, peso de pupas, deformação de pupas e adultos, razão sexual e viabilidade de ovos de *S. catenifer* criada em dieta artificial por sete gerações sucessivas. Temperatura de 25 $\pm$ 2°C, UR de 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas

Gerações	Duração (dias)	Viabilidade (%) ¹	Peso de pupas (mg)	Deformação (%)		Razão sexual
				Pupas	Adultos*	
F1	35,4 $\pm$ 0,26 a (31-37)	53,5 $\pm$ 5,00 b (45-80)	55,8 $\pm$ 0,80 ab (53,4-59,3)	7,0 $\pm$ 2,60 a (0-20)	3,0 $\pm$ 0,89 a (0-7)	0,48 $\pm$ 0,06 a (0,3-0,7)
F2	35,3 $\pm$ 0,31 a (32-38)	53,0 $\pm$ 2,63 b (60-75)	55,4 $\pm$ 1,50 ab (51,3-61,9)	9,0 $\pm$ 3,48 a (0-30)	5,0 $\pm$ 0,62 a (0-10)	0,55 $\pm$ 0,06 a (0,4-0,7)
F3	33,5 $\pm$ 0,20 b (30-36)	56,8 $\pm$ 3,18 b (30-75)	54,4 $\pm$ 1,13 ab (50,3-58,4)	9,0 $\pm$ 2,33 a (0-20)	5,0 $\pm$ 1,0 a (0-8)	0,53 $\pm$ 0,04 a (0,3-0,7)
F4	35,6 $\pm$ 0,29 a (32-35)	56,3 $\pm$ 3,05 ab (20-70)	52,8 $\pm$ 1,77 b (48,5-62,2)	2,0 $\pm$ 1,33 a (0-10)	2,0 $\pm$ 0,7 a (0-4)	0,54 $\pm$ 0,05 a (0,4-0,7)
F5	35,5 $\pm$ 0,21 a (31-38)	67,3 $\pm$ 3,16 a (47-74)	62,3 $\pm$ 2,55 a (54,3-73,3)	6,0 $\pm$ 3,40 a (0-30)	6,0 $\pm$ 1,05 a (0-10)	0,50 $\pm$ 0,07 a (0,3-0,7)
F6	34,3 $\pm$ 0,30 ab (30-39)	58,0 $\pm$ 2,94 ab (32-75)	55,6 $\pm$ 0,94 ab (51,0-59,2)	7,0 $\pm$ 2,23 a (0-20)	8,0 $\pm$ 1,20 a (0-12)	0,47 $\pm$ 0,06 a (0,1-0,7)
F7	32,9 $\pm$ 0,17 b (29-37)	22,7 $\pm$ 4,60 ab (15-60)	57,9 $\pm$ 2,21 ab (51,2-69,0)	6,0 $\pm$ 2,60 a (0-20)	3,0 $\pm$ 0,74 a (0-10)	0,50 $\pm$ 0,04 a (0,4-0,6)

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, (Tukey, P $\geq$ 0,05)

*Deformação nas asas

¹Dados transformados em arc sen $\sqrt{x+4}$

Figura 11 - Fecundidade (A) e longevidade (B) média de machos e fêmeas de *S. catenifer* criados em dieta artificial ao longo de sete gerações. Temperatura de 25 °C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas. Colunas seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P = 0,05)

4.4 Conclusões

Os estudos de biologia de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 em dietas natural e artificial e do estabelecimento de um sistema de criação permitem concluir que:

- Sementes de abacate (*Persea americana* Mill.) são mais adequadas nutricionalmente para a criação de *S. catenifer*, em relação às polpas;
- A dieta artificial, à base de feijão branco, cenoura e levedura, pode substituir o alimento natural (sementes);
- O número de ínstar das lagartas de *S. catenifer*, alimentadas com dieta natural (sementes) e dieta artificial, é constante e igual a cinco;
- A umidade, fornecida por meio de água ou de solução de mel a 10%, é fundamental para maior fecundidade e longevidade de *S. catenifer*;
- A metodologia desenvolvida para a manutenção de *S. catenifer* é adequada para a criação contínua do inseto em laboratório;
- Insetos criados em dieta artificial por sete gerações sucessivas, mantêm as características biológicas de insetos criados em dieta natural.

5 EXIGÊNCIAS TÉRMICAS, ESTIMATIVA DO NÚMERO DE GERAÇÕES DE *Stenoma catenifer* WALSINGHAM, 1912 (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE) E COMPROVAÇÃO DO MODELO EM CAMPO

Resumo

O objetivo do trabalho foi estudar a biologia de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 em diferentes temperaturas, determinar suas exigências térmicas e estimar com base nestes dados de laboratório, o número de gerações anuais para o município de São Tomás de Aquino, MG, bem como durante o ciclo de produção da cultivar de abacate Breda. A comprovação da eficiência do modelo foi testada tendo como base a dinâmica populacional da praga em condições de campo. Para a determinação da duração, viabilidade, fecundidade, longevidade e exigências térmicas, criaram-se insetos em sementes de abacate (*Persea americana* Mill.) cultivar Breda com diferentes temperaturas, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. A duração das fases de desenvolvimento e do ciclo biológico (ovo-adulto), foi afetada pela temperatura, sendo maior, nas temperaturas mais baixas; a viabilidade, foi maior na faixa térmica de 18 a 30°C. Os valores de limiar térmico inferior de desenvolvimento (T_b) (em °C) e a constante térmica (K) (em GD) para as fases de ovo, lagarta, pupa e período ovo-adulto, foram de 9,1 e 82,3; 8,3 e 398,4; 10,1 e 164,7 e 8,9°C e 644,5 GD, respectivamente. A temperatura afetou a capacidade de postura e a longevidade de machos e fêmeas. Baseando-se nas normais térmicas, o número de gerações anuais e por ciclo de produção, para a região testada, foi de 7,8 e 5,1, respectivamente. A flutuação populacional de *S. catenifer* pode ser utilizada como um indicativo do número de gerações, baseando-se nas exigências térmicas da praga.

TEMPERATURE REQUIREMENTS, ESTIMATE OF THE NUMBER OF GENERATIONS OF *Stenoma catenifer* WALSINGHAM, 1912 (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE), AND VALIDATION OF THE MODEL IN THE FIELD

Summary

The objective of this work was to study the biology of *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 under different temperatures, determine its temperature requirements, and estimate the annual number of generations for the municipality of São Tomás de Aquino, MG. The model's efficiency was tested based on the population dynamics of the pest under field conditions. In order to determine duration, viability, fecundity, longevity, and temperature requirements, the insects were reared on cultivar Breda avocado seeds (*Persea americana* Mill.) at different temperatures, under $70 \pm 10\%$ relative humidity and a 14-hour photophase. The duration of the developmental stages and of the biological cycle (egg-adult) were affected by the temperature, with higher values at lower temperatures, while the viability was higher at the temperature ranging from 18 to 30°C. The lower temperature development threshold (T_b) and thermal constant (K) for the egg, caterpillar, and pupal stages, and for the egg-adult period were 9.1 and 82.3; 8.3 and 398.4; 10.1 and 164.7; and 8.9°C and 644.5 GD, respectively. The temperature influenced the egg-laying capacity and longevity of both females and males. Based on the normal values of temperature, the numbers of generations per year and per production cycle were 7.8 and 5.1, respectively. The population dynamics of *S. catenifer* can be used as an indicator of number of generations, based on the temperature requirements of the pest.

5.1 Introdução

Stenoma catenifer Walsingham, 1912, conhecida como broca-do-abacate, é uma espécie neotropical relatada na Venezuela (Boscán de Martínez & Godoy, 1984), Peru (Arellano Cruz, 1998) e México (Acevedo et al., 1972). No Brasil, Costa Lima (1945) se

referiu à presença desse inseto em 1923, e, desde então, vem sendo relatado como praga do abacateiro (*Persea americana* Mill.), possuindo distribuição generalizada e sendo freqüente nos principais estados produtores (SP, MG, ES e PR). As mariposas realizam posturas em fissuras, pedicelos e pedúnculos dos frutos. As lagartas eclodem e perfuram a casca (exocarpo), alimentando-se inicialmente da polpa (endocarpo), até atingir o caroço, causando sérios danos nos frutos e perdas de até 100% da produção (Hohmann & Meneguim, 1993).

Atualmente, é considerada a principal praga do abacate, provocando graves prejuízos econômicos, e, em muitos casos, abandono das áreas de produção pelo agricultor, devido à falta de um conjunto de medidas que sejam eficazes e causem pequeno impacto ambiental. O principal método de controle empregado é o químico, sendo os inseticidas do grupo dos piretróides os mais utilizados (Hohmann et al., 2000). Entretanto, a falta de tecnologias de aplicação para a cultura, aliada ao desconhecimento da bioecologia da praga têm sido fatores determinantes para o insucesso do controle químico. O controle biológico aplicado não é utilizado, por falta de técnicas de criação e de liberação, já que, vários inimigos naturais da broca-do-abacate podem ocorrer no campo, destacando-se os parasitóides de ovos da família Tricogrammatidae, com registros de parasitismos naturais de até 40% (Hohmann & Meneguim, 1993) e parasitóides larvais das famílias Braconidae e Ichneumonidae, com parasitismos variando de 9% (Hohmann & Meneguim, 1993) a 30% (Boscán de Martínez & Godoy, 1982). O controle cultural, através da catação dos frutos atacados, na planta e no chão, também auxilia no manejo da praga, porém, é uma medida de alto custo.

Muitas vezes, o insucesso no controle se deve à época inadequada da aplicação dos diferentes métodos utilizados. A previsão de ocorrência da praga, com base nas exigências térmicas, pode melhorar tal eficiência de controle. A utilização de modelos de graus-dia de laboratório, tem auxiliado programas de manejo (Ávila et al., 2002; Higley et al., 1986; Nava & Parra, 2003a), permitindo conhecer a dinâmica populacional de pragas e determinar, com mais eficiência, a época de amostragem pela definição do número de gerações da praga.

Desta forma, o objetivo da pesquisa foi estudar a biologia das fases de desenvolvimento de *S. catenifer*, em diferentes temperaturas, determinar suas exigências térmicas em laboratório e estimar o número de gerações anuais e durante o ciclo de produção (dezembro-agosto), para a região de São Tomás de Aquino, MG, com base nas normais térmicas da área. A comprovação da eficiência do modelo foi testada tendo como base a dinâmica populacional da praga, em condições de campo.

5.2 Material e Métodos

Os insetos utilizados nos experimentos foram criados no Laboratório de Biologia dos Insetos do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba, SP, conforme técnica de criação descrita no item 4.2.1. Para estabelecimento da criação de manutenção, coletaram-se insetos num pomar de abacate (*Persea americana* Mill.) das cultivares Breda e Margarida da Empresa Café Total, situada no município de São Tomás de Aquino, MG (latitude: 20°52'30" S, longitude: 47°07'30" W e 1000 m de altitude).

Para o estudo das exigências térmicas do período embrionário, foram utilizados ovos de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912, da criação de manutenção. O papel que serviu de substrato de postura foi recortado com 25 ovos e transferido para placas de Petri contendo no fundo papel de filtro tratado com CuSO₄ a 1% por 5 minutos, para evitar contaminações fúngicas. As placas de Petri foram fechadas e vedadas com filme plástico de PVC, sendo levadas a sete câmaras climatizadas, reguladas a 18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32°C, umidade relativa de 70 ? 10% e fotofase de 14 horas, verificando-se, diariamente, a eclosão de lagartas. Para a determinação das exigências térmicas da fase de lagarta, os insetos foram criados em sementes de abacate da cultivar Breda (item 4.2.3). As lagartas foram individualizadas em recipientes de acrílico transparentes (10 cm de altura e 10 e 8 cm de base e topo, respectivamente) contendo no seu interior papel de filtro para reter a umidade e, sobre este, uma semente de abacate. As lagartas

foram criadas nas temperaturas anteriormente citadas, até a fase de pupa, avaliando-se a duração e a viabilidade pupal.

Para o desenvolvimento pupal, foram utilizados insetos provenientes da criação de manutenção, sendo as pupas individualizadas em placas de acrílico (6,0 cm diâmetro x 1,5 cm de altura), contendo algodão embebido em água, para a manutenção da umidade. Diariamente, a duração e a viabilidade da fase de pupa foram avaliadas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com sete tratamentos (temperatura) e seis repetições, sendo cada uma delas constituída de 25 ovos, 25 lagartas e 25 pupas, totalizando 150 insetos por tratamento. A partir dos resultados obtidos, determinou-se o limiar térmico inferior de desenvolvimento (T_b) e a constante térmica (K), pelo método da hipérbole, utilizando-se o software MOBAE (Modelos Bioestatísticos Aplicados à Entomologia) (Haddad et al., 1999). Os dados de duração e viabilidade foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

O número provável de gerações anuais e por ciclo de produção (dezembro-agosto) de *S. catenifer* foi estimado segundo Parra (1985), utilizando-se o número de graus-dia necessários para o desenvolvimento do inseto, determinado em laboratório, e as normais térmicas (1986-2002) do município de São Tomás de Aquino - MG, obtidas na estação meteorológica da Empresa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig). O número de gerações estimado, a partir do modelo de exigências térmicas determinado em laboratório, foi confrontado com a flutuação populacional da broca-do-abacate, durante as safras agrícolas de 2001/2002 e 2002/2003, para comprovação da eficiência do modelo. A duração de cada geração foi obtida por meio do somatório diário dos graus-dia, determinado em laboratório para o período de ovo-adulto, tendo como início o mês de dezembro. Para o estudo da flutuação populacional, foi realizado um levantamento no município de São Tomás de Aquino, MG, em pomares de abacate da cultivar Breda, de aproximadamente 3 hectares, duas vezes por mês, durante o período de dezembro a agosto. A amostragem foi realizada de forma seqüencial em onze plantas, sendo coletados 4 frutos na parte mediana, totalizando 44 frutos. Os frutos

foram transportados para o laboratório e examinados, verificando-se a presença de lagartas.

Para a determinação da longevidade e da fecundidade, foram individualizados 25 casais em gaiolas de PVC (item 4.2.1) e mantidos em temperatura constante de 20, 25 e 30°C, umidade relativa de 70 ? 10% e fotofase de 14 horas. A escolha destas temperaturas, deve-se ao fato, de representarem a faixa térmica da região em estudo. Diariamente, foi trocado o alimento, registrado-se o número de ovos e a mortalidade de machos e fêmeas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três tratamentos (temperaturas) e 25 repetições (casais). Os dados de fecundidade e longevidade de machos e fêmeas foram submetidos à análise da variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P = 0,05$).

5.3 Resultados e Discussão

A duração e a viabilidade das diferentes fases do ciclo biológico de *Stenomacrus catenifer* Walsingham, 1912 foram variáveis em função da temperatura (Tabela 10 e 11). Para o período embrionário, houve uma diminuição da duração com o aumento da temperatura, na faixa térmica de 18°C (9,98 dias) a 30°C (4,11 dias), sendo que a 32°C o período de incubação não se alterou, mostrando uma tendência de inadequação à fase de ovo nas temperaturas superiores a 30°C, embora este valor tenha sido estatisticamente semelhante a 28, 30 e 32°C. Na temperatura de 25°C, a duração foi de 5 dias, sendo próxima àquela relatada por Acevedo et al., (1972) (5 a 6 dias) e Hohmann & Meneguim (1993) (6 dias). A viabilidade foi elevada em todas as temperaturas, exceto na de 32°C, cujo valor foi bem aquém daquele registrado nas demais temperaturas (Tabela 11), mostrando a inadequação anteriormente comentada.

Para a fase larval, a tendência do efeito negativo de altas temperaturas foi mantido, pois não ocorreu desenvolvimento larval a 32°C e não ocorreram diferenças na duração da fase larval a 28 e 30°C (Tabela 10). Este efeito negativo das altas temperaturas sobre o desenvolvimento larval pôde ser evidenciado na viabilidade, já

que a 30°C, 43% dos insetos morreram. Na temperatura de 25°C a duração da fase larval de *S. catenifer* foi de 24,30 dias, valor superior aos 15,3 dias encontrados por Hohmann & Meneguim (1993) e aos 19,8 dias observados por Bóscan de Martínez & Godoy (1984) que criaram o inseto com polpa de abacate variedade Margarida e variedade Ceniap, respectivamente. Também Cervantes Peredo et al. (1999) relataram uma duração de 20 dias para insetos criados em “greenheart”, *Chlorocardium rodiei* (Schomb.) Rohwer, Richter & van der Werff.

Assim, estas diferenças podem estar relacionadas com o substrato alimentar, uma vez que, no presente trabalho, utilizou-se semente de abacate (cultivar Breda), alimento superior às polpas (4.3.1) enquanto, os autores citados, criaram *S. catenifer* em polpa de abacate de diferentes cultivares ou sementes de outra espécie (*C. rodiei*). A viabilidade também foi afetada pelas diferentes temperaturas, sendo menor, na temperatura de 30°C (57,78%) e diferindo das demais, que foram superiores a 72% (Tabela 11). Este alto percentual de viabilidade, contrasta com o valor de 25,4%, obtido por Hohmann & Meneguim (1993), a 25°C, em relação aos 79,99% obtidos na presente pesquisa (Tabela 11). Isto pode ser explicado pelo fato daqueles autores terem utilizado polpa para o desenvolvimento larval, enquanto, no presente trabalho, o inseto foi criado em sementes, que são mais resistentes ao ataque dos microorganismos e aparentemente, conservam a qualidade nutricional do alimento, além de propiciarem melhor desenvolvimento do inseto (4.3.1).

De maneira semelhante ao ocorrido na fase larval, as altas temperaturas foram prejudiciais para o desenvolvimento da fase pupal, de modo que, a duração a 30°C (8,41 dias) não diferiu significativamente de 28°C (8,93 dias) (Tabela 10). Na temperatura de 25°C, a duração foi de 11,04 dias, próxima dos 10,6 e 12,1 dias relatada por Hohmann & Meneguim (1993) e Cervantes Peredo et al. (1999), respectivamente. A viabilidade da fase pupal foi superior a 80%, em todas as temperaturas (Tabela 11), com exceção dos 30°C, onde foi de 60,83%. A alta viabilidade desta fase também foi verificada por Hohmann & Meneguim (1993).

A duração total do ciclo biológico (ovo-adulto) aumentou com a diminuição da temperatura, variando de 69,46 dias a 18°C a 31,44 dias a 30°C (Tabela 10). Apesar da

duração na temperatura de 30°C (31,44 dias) ser menor do que a de 28°C (32,36 dias), não se observaram diferenças significativas entre tais durações. A viabilidade total foi superior a 52,26%, com exceção da temperatura de 30°C, que foi de 28,7% (Tabela 11). Desta forma, conclui-se que temperaturas altas (superiores a 30°C), são prejudiciais ao desenvolvimento de *S. catenifer*, uma vez que, a viabilidade, nas diferentes fases do desenvolvimento, com exceção à de ovo, sempre foi inferior, diferindo significativamente das demais temperaturas estudadas. Já na menor temperatura (18°C), apesar de haver um alongamento do ciclo biológico, observou-se que a viabilidade foi alta, indicando que, para esta espécie, as baixas temperaturas são favoráveis ao desenvolvimento, que é prejudicado. Estes resultados são compatíveis com o comportamento da praga, pois São Tomás de Aquino, MG é uma região fria e aí a praga encontra um habitat favorável ao seu desenvolvimento, causando prejuízos relevantes à abacaticultura local.

Para as fases de ovo, lagarta, pupa e ciclo biológico (ovo-adulto), determinou-se um limiar térmico inferior de desenvolvimento de 9,1; 8,3; 10,1 e 8,9°C, respectivamente, sendo as constantes térmicas de 82,3; 398,4; 164,7 e 644,5 GD, respectivamente (Tabela 12, Figura 12). O coeficiente de determinação foi superior a 0,974, acima do preconizado pelo método da hipérbole (0,900). Verificou-se que o limite térmico inferior de desenvolvimento da fase de pupa diferiu estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, dos limites térmicos inferiores das fases de ovo, lagarta e do período ovo-adulto, pois seus intervalos de confiança não se sobrepuseram (Tabela 12). Segundo Honék (1996), o limiar térmico inferior de desenvolvimento diminui com o aumento da latitude. Espécies que vivem nos trópicos possuem uma temperatura base maior (13,7°C) do que espécies que vivem em regiões subtropicais (10,5°C) e regiões temperadas (7,9°C). Desta forma, o limiar térmico inferior do ciclo biológico (ovo-adulto) (8,9°C) de *S. catenifer*, não está classificado nesta categoria, já que esta espécie ocorre na região neotropical. Entretanto, fatores como a altitude, também deveriam, ser levados em conta para a classificação dos insetos quanto às exigências térmicas, já que, a temperatura diminui com o aumento da altitude. Além disto, sabe-se que a alimentação (Zeiss et al., 1996; Mihsfeldt, 1998) e a origem geográfica (diferentes

populações) (Bleicher & Parra, 1989) também influenciam na determinação das exigências térmicas.

Tabela 10. Duração média ($\pm$ DPM) (dias) e intervalo de variação das fases de ovo, larval, pupal e do ciclo biológico (ovo-adulto) de *S. catenifer* em sementes de abacate da cultivar Breda em diferentes temperaturas. UR de 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas

Temperatura (°C)	Fase de ovo	Fase larval	Fase pupal	Ciclo biológico
18	9,98 $\pm$ 0,07 a (9 - 11)	39,35 $\pm$ 0,24 a (36 - 43)	20,23 $\pm$ 0,64 a (18 - 21)	69,46 $\pm$ 0,57 a (63 - 75)
20	7,51 $\pm$ 0,11 b (6 - 8)	36,79 $\pm$ 0,12 b (32 - 39)	16,89 $\pm$ 0,58 b (15 - 18)	61,19 $\pm$ 0,36 b (53 - 65)
22	6,31 $\pm$ 0,05 c (5 - 7)	27,96 $\pm$ 0,23 c (23 - 32)	14,15 $\pm$ 0,18 c (13 - 15)	47,28 $\pm$ 0,25 c (41 - 54)
25	5,00 $\pm$ 0,02 d (4 - 6)	24,30 $\pm$ 0,34 d (19 - 27)	11,04 $\pm$ 0,23 d (9 - 12)	40,34 $\pm$ 0,33 d (32 - 45)
28	4,25 $\pm$ 0,17 e (4 - 5)	19,18 $\pm$ 0,90 e (17 - 24)	8,93 $\pm$ 0,08 e (8 - 10)	32,36 $\pm$ 0,84 e (29 - 39)
30	4,11 $\pm$ 0,03 e (4 - 5)	18,92 $\pm$ 0,15 f (16 - 21)	8,41 $\pm$ 0,25 e (7 - 9)	31,44 $\pm$ 0,11 e (27 - 35)
32	4,24 $\pm$ 0,02 e (4 - 5)	-----	-----	-----

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P = 0,05).

Tabela 11. Viabilidade média ($\pm$ DPM) (%) e intervalo de variação das fases de ovo, larval, pupal e do ciclo biológico (ovo-adulto) de *S. catenifer* em sementes de abacate da cultivar Breda em diferentes temperaturas. UR de 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas

Temperatura (°C)	Fase de ovo	Fase larval	Fase pupal	Ciclo biológico
18	90,83 $\pm$ 03,00 a (70 - 100)	85,56 $\pm$ 3,18 a (80 - 100)	84,17 $\pm$ 10,20 a (70 - 100)	65,41 $\pm$ 4,71 a (50,4 - 82,3)
20	90,81 $\pm$ 03,00 a (85 - 100)	81,18 $\pm$ 3,18 a (70 - 90)	87,50 $\pm$ 09,87 a (75 - 100)	64,46 $\pm$ 3,09 a (49,5 - 69,9)
22	90,80 $\pm$ 03,00 a (75 - 100)	78,88 $\pm$ 4,01 a (60 - 90)	88,33 $\pm$ 10,32 a (75 - 100)	63,28 $\pm$ 5,58 a (43,9 - 79,8)
25	91,67 $\pm$ 03,33 a (80 - 100)	79,90 $\pm$ 6,21 a (55 - 95)	87,50 $\pm$ 06,12 a (80 - 100)	64,16 $\pm$ 3,51 a (50,6 - 75,4)
28	81,16 $\pm$ 04,13 a (60 - 90)	72,22 $\pm$ 4,36 a (50 - 90)	89,17 $\pm$ 07,35 a (80 - 100)	52,26 $\pm$ 2,78 a (43,1 - 62,7)
30	81,67 $\pm$ 05,28 a (60 - 90)	57,78 $\pm$ 7,83 b (35 - 80)	60,38 $\pm$ 21,31b (30 - 85)	28,70 $\pm$ 2,90 b (14,4 - 33,0)
32	62,33 $\pm$ 02,75b (50 - 75)	-----	-----	-----

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P = 0,05).

A quantidade de graus-dia (GD) acumulados acima do limiar térmico inferior de desenvolvimento (8,89°C) anualmente e por ciclo de produção (dezembro-agosto) foi de 4996,8 e 3302,0 GD, perfazendo 7,8 e 5,1 gerações, respectivamente. A partir da análise da flutuação populacional de *S. catenifer*, na safra agrícola 2001/2002, foram observados 6 picos populacionais, correspondendo às prováveis gerações (Figura 13), com base nos dados de laboratório. Para a safra agrícola 2002/2003, observou-se que a flutuação populacional apresentou um pico a menos em relação à safra anterior, ou seja, 5 gerações (Figura 13), sendo próximo ao número determinado em laboratório, que foi de 5,1 gerações. Durante os meses mais frios (maio, junho, julho e agosto) deve ter havido um alongamento do período de desenvolvimento de *S. catenifer*, levando a uma maior distância entre as gerações detectadas no campo (Figura 13). Apesar de, na safra agrícola 2002/2003, ocorrerem cinco picos populacionais, observa-se que nas primeiras amostragens praticamente não foram encontrados insetos, diferentemente da safra agrícola anterior. Isto pode ser explicado pelo fato de que no início do desenvolvimento dos frutos a população do inseto é pequena, pois os frutos neste estágio não são adequados para a sua multiplicação, com uma baixa viabilidade larval, quando comparada à cultivar Margarida, por exemplo (Nava D.E., dados não publicados). Além disto, outro fator que deve ser levado em conta é o fato de não ter sido observado se, no campo, ocorrem gerações sobrepostas. Desta forma, para implementação do modelo no campo, recomenda-se um acompanhamento local para corrigir possíveis distorções, adaptando-o à ecologia do inseto. Entretanto, pelos resultados obtidos, pode-se concluir que, a partir da flutuação populacional da praga, dispõe-se de um indicativo do momento de controle de *S. catenifer*, seja ele químico, comportamental, biológico etc.

Tabela 12. Temperatura base (Tb), constante térmica (K), equação de regressão (1/D) e coeficiente de determinação (R²) das fases de ovo, lagarta, pupa e do ciclo biológico (ovo-adulto) de *S. catenifer*, em condições de laboratório

Fases/ Período	Tb (°C)	IC _{95%} ?	K (GD)	Equação de regressão	R ²	P
Ovo	9,14	08,76 - 10,13?	82,28	1/D= 0,0126t _i - 0,1111	0,985	= 0,05
Lagarta	8,26	07,44 - 09,51?	398,40	1/D= 0,0025t _i - 0,0207	0,974	= 0,05
Pupa	10,08	09,85 - 10,27?	164,74	1/D= 0,0061t _i - 0,0612	0,995	= 0,05
Ovo - adulto	8,89	08,61 - 09,34?	644,53	1/D= 0,0016t _i - 0,0138	0,986	= 0,05

IC = Intervalo de confiança; GD = Graus-dia

Figura 12 - Relação entre a velocidade do desenvolvimento e a temperatura para as fases de ovo, lagarta, pupa e do ciclo biológico (ovo-adulto) de *S. catenifer*, criado em sementes de abacate cultivar Breda e diferentes temperaturas. UR de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas

Figura 13 - Flutuação populacional de *S. catenifer* em abacate cultivar Breda e provável número de gerações, com base na constante térmica do período ovo-adulto, determinada em laboratório. As prováveis gerações são representadas pelas linhas pontilhadas verticais. São Tomás de Aquino, MG. As setas contínuas e pontilhadas indicam os picos que podem corresponder às gerações durante as safras agrícolas 2001/2002 e 2002/2003, respectivamente

A capacidade de postura de *S. catenifer* foi influenciada pela temperatura, uma vez que a 30°C as fêmeas colocaram 133,4 ovos, diferindo estatisticamente dos números colocado nas temperaturas de 25 e 20°C, que foram de 318,3 e 318,9 ovos, respectivamente (Tabela 13). Para *S. catenifer*, diversos autores citam diferentes fecundidades, em temperaturas médias próximas de 25°C. Desta forma, Hohmann & Meneguim (1993) relataram capacidades médias de posturas de 164 ovos, enquanto Acevedo et al. (1972) observaram posturas variáveis de 180 a 240 ovos e Cervantes Peredo et al. (1999) relataram uma postura média de 206,3 ovos. Esta variação no

número de ovos, pode estar relacionada com as técnicas de criação utilizadas, bem como o substrato utilizado para postura e o alimento utilizado para o desenvolvimento larval (polpa ou/e semente de abacate, diferentes variedades etc).

A temperatura também afetou a longevidade dos adultos de *S. catenifer*. Os machos viveram mais a 20°C (18,3 dias), diferindo significativamente da longevidade observada nas temperaturas de 25°C (13,4 dias) e 30°C (10,6 dias) (Tabela 13). Este é um fenômeno comum entre insetos, pois em temperaturas mais baixas a atividade metabólica é menor e o inseto vive mais (Parra, 2001). Para as fêmeas, a longevidade também diferiu estatisticamente, sendo maior a 20°C (18,0 dias) do que a 25°C (12,1 dias) e 30°C (9,9 dias) (Tabela 13). Pôde-se observar que a longevidade a 25°C, tanto para machos como para fêmeas é bem superior aos 5 dias relatados por Acevedo et al. (1972), Boscán de Martínez & Godoy (1982) e Hohmann & Meneguim (1993).

Tabela 13. Efeito de diferentes temperaturas (20, 25 e 30°C) sobre a fecundidade e longevidade médias ($\pm$ DPM) de *S. catenifer* criado em sementes de abacate da cultivar Breda. UR de 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas

Temperatura (°C)	Número de ovos/fêmea	Longevidade (dias)	
		Macho	Fêmea
20	318,3 $\pm$ 34,35 a	18,3 $\pm$ 1,30 a	18,0 $\pm$ 1,39 a
25	318,9 $\pm$ 28,46 a	13,4 $\pm$ 1,16 b	12,1 $\pm$ 0,64 b
30	133,4 $\pm$ 17,85 b	10,6 $\pm$ 0,60 b	09,9 $\pm$ 0,74 b

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P = 0,05).

5.4 Conclusões

Os estudos de exigências térmicas, de estimativa do número de gerações de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 e da comprovação do modelo em campo, permitem concluir que:

- A duração e a viabilidade das diferentes fases do ciclo biológico de *S. catenifer* são variáveis em função da temperatura;
- A viabilidade e a fecundidade de *S. catenifer* diminuem nas temperaturas elevadas (30 e 32°C);
- A longevidade de machos e de fêmeas é maior a 20°C em relação a 25 e 30°C;
- Os valores do limiar térmico inferior de desenvolvimento (Tb) e a constante térmica (K) para *S. catenifer* são de 8,9°C e 644,5 GD, respectivamente;
- Estes limiares térmicos e as constantes térmicas são variáveis dependendo da fase de desenvolvimento de *S. catenifer*;
- Com base nas exigências térmicas, podem ser estimadas 7,8 gerações anuais e 5,1 gerações por ciclo de produção, para *S. catenifer* em São Tomás de Aquino, MG;
- A flutuação populacional de *S. catenifer* pode ser utilizada como um indicativo do número de gerações, baseando-se nas exigências térmicas da praga.

6 DINÂMICA POPULACIONAL DE *Stenoma catenifer* WALSINGHAM, 1912 (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE) E DE SEUS PARASITÓIDES LARVAIS EM SÃO TOMÁS DE AQUINO, MG

Resumo

O objetivo deste trabalho foi quantificar, identificar os parasitóides larvais de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 e verificar as épocas de ocorrência da fase larval deste hospedeiro e de cada espécie de parasitóide, no município de São Tomás de Aquino, MG, durante as safras agrícolas 2001/2002 e 2002/2003. A maior porcentagem de frutos atacados por *S. catenifer* foi verificada no período próximo à colheita, a partir do mês de junho. A porcentagem de frutos infestados na primeira safra agrícola foi de aproximadamente 60%, sendo superior à da segunda safra, cerca de 11%. Foram encontrados cinco parasitóides da família Braconidae (*Dolichogenidea* sp., *Hypomicrogaster* sp., *Apanteles* sp., *Chelonus* sp. e *Hymenochaonia* sp.) e dois da família Ichneumonidae (*Eudeleboea* sp. e *Pristomerus* sp.). *Dolichogenidea* sp. e *Apanteles* sp. foram os parasitóides que apresentaram maior potencial como reguladoras da população de *S. catenifer*, por serem encontradas em maior quantidade nos dois anos de estudo. Nas duas safras, o pico de emergência dos parasitóides ocorreu no mês de agosto, quando foi verificado um parasitismo larval total de cerca de 30%.

POPULATION DYNAMICS OF *Stenoma catenifer* WALSINGHAM, 1912 (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE) AND RELATED LARVAL PARASITOIDS IN SÃO TOMÁS DE AQUINO, MG

Summary

The aim of this paper is to quantify, to identify *S. catenifer* larval parasitoids and to verify the occurrence times of the larval stage of this host and that of each parasitoid species in the municipality of São Tomás de Aquino, MG, throughout the agricultural seasons of 2001/2002 and 2002/2003. The highest percentage of fruit attacked by *S. catenifer* was verified in the period close to cropping, starting in the month of June. The percentage of infested fruit in the first agricultural season was approximately 60%, about 11% higher than that of the second season. Five parasitoid species in the family Braconidae (*Dolichogenidea* sp., *Hypomicrogaster* sp., *Apanteles* sp., *Chelonus* sp. and *Hymenochaonia* sp.) and two species in the family Ichneumonidae (*Eudeleboea* sp. and *Pristomerus* sp.) were found. *Dolichogenidea* sp. and *Apanteles* sp. were the species with the highest potential as *S. catenifer* population regulators. In both seasons, the emergence peak of parasitoids occurred in August, when at least a 30% total larval parasitism was observed.

6.1 Introdução

Até há pouco tempo, os pomares de abacate (*Persea americana* Mill.) do Brasil não eram atacados por insetos que causassem perdas consideráveis, apesar de serem mencionadas várias pragas, tais como: cochonilhas, lagartas-das-folhas, coleobrocas e o besouro-de-limeira (Gallo et al., 1988; Teixeira, 1992). Entretanto, no final da década de 80 e início da de 90, os pomares dos estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo passaram a ser atacados com maior intensidade pela broca-do-abacate *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912. Esta vem sendo hoje considerada a praga mais importante do abacateiro nas principais regiões produtoras, onde pode ocasionar perdas totais na produção (Hohmann & Meneguim, 1993).

Diversos trabalhos têm sido realizados, visando ao estabelecimento de um manejo adequado para o controle da praga; entretanto, os poucos estudos relacionados à sua bioecologia, aliados à falta de técnicas para a condução dos pomares, dificultam

tal manejo. Os trabalhos relacionados com o controle químico são os mais frequentes (Fornazier et al., 1994; Hohmann et al., 2000) e a sua utilização esbarra em falta de métodos de amostragem da praga, uma vez que os inseticidas não entram em contato com as lagartas, que ficam protegidas no interior dos frutos.

Entre as formas de controle alternativo de *S. catenifer*, destaca-se o biológico, especialmente por parasitóides da família Trichogrammatidae (Hymenoptera, Chalcidoidea), específicos de ovos. No estado do Paraná, foram registradas taxas de até 40% de parasitismo natural por *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *Trichogrammatoidea annulata* De Santis, 1972 (Hohmann & Meneguim, 1993). Além deste trabalho, também foram realizados estudos visando determinar a influência da temperatura sobre estas duas espécies (Maceda et al., 2003) e a seleção de linhagens de *Trichogramma* spp. para estudos de campo, baseando-se nos parâmetros biológicos destes parasitóides (Nava & Parra, 2003b). Por outro lado, tal como verificado para outras espécies hospedeiras, a falta de técnicas de criação de *S. catenifer* em laboratório, tem impossibilitado o estudo de seus parasitóides larvais.

Em levantamentos realizados no Paraná e na Venezuela, o parasitismo de lagartas de *S. catenifer* variou de 9% (Hohmann & Meneguim, 1993) a 30% (Boscán de Martínez & Godoy, 1982), respectivamente. Neste sentido, a determinação da época de ocorrência de cada espécie e a identificação dos parasitóides larvais transforma-se numa medida auxiliar ao controle biológico da broca-do-abacate. Isso devido ao fato da lagarta ser a causadora do prejuízo agrícola, ao mesmo tempo em que, por encontrar-se protegida no interior do fruto, não é satisfatoriamente controlada com inseticidas.

Desta forma, o objetivo da pesquisa foi identificar e quantificar os parasitóides larvais de *S. catenifer* e estudar a sua dinâmica populacional ao longo do ciclo de produção, no município de São Tomás de Aquino, MG, visando fornecer subsídios para o estabelecimento de estratégias de controle da referida praga.

6.2 Material e Métodos

6.2.1 Local do estudo

O presente estudo foi realizado num pomar comercial de abacate, cultivar Margarida, pertencente à Empresa Café Total, situado no município de São Tomás de Aquino, MG (latitude: 20°52'30" S, longitude: 47°07'30" W e altitude de 1000 m). O experimento foi conduzido nas safras agrícolas 2001/2002 e 2002/2003, entre os meses de dezembro a setembro.

O pomar possui cerca de 4 hectares e os abacateiros são cultivados com espaçamento de 10 m entre plantas e 15 m entre linhas, totalizando aproximadamente 100 plantas por hectare. O levantamento foi realizado quinzenalmente, totalizando 15 e 20 coletas de frutos para os estudos da dinâmica populacional de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 e de seus parasitóides larvais, respectivamente. Na primeira safra, foram realizadas sete pulverizações, alternando inseticidas piretróides e fosforados, e na segunda, 11 aplicações concentradas especialmente nos primeiros meses, quando a população da praga era pequena (Gonçalves J.C., informação pessoal).

6.2.2 Dinâmica populacional de *S. catenifer*

Para o estudo da dinâmica populacional de *S. catenifer* realizou-se uma amostragem em zigue-zague, em onze plantas, sendo coletados quatro frutos na parte mediana da copa (item 7). A escolha da primeira planta para a amostragem foi realizada de forma aleatória na parte central do pomar. Os frutos foram transportados para o Laboratório de Biologia dos Insetos do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba, SP, para a dissecação e retirada das lagartas. Foi calculada a porcentagem de frutos infestados pela broca em relação ao total de frutos amostrados ao longo do ciclo de produção (dezembro-agosto).

6.2.3 Parasitóides associados a *S. catenifer*

Para o levantamento dos parasitóides larvais, foram coletados, aleatoriamente, 50 frutos atacados pela broca. Os frutos foram transportados para o laboratório para a dissecação e retirada das lagartas, as quais foram individualizadas em recipientes plásticos (10 cm de altura x 6 e 8 cm de topo e base, respectivamente) e alimentadas com sementes de abacate, até a emergência de adultos de *S. catenifer* ou dos parasitóides. Para os parasitóides foram investigados a fase de emergência, a localização no hospedeiro e o número de parasitóides emergidos por hospedeiro. Todos os insetos foram mantidos em laboratório com temperatura de 25 ± 1°C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas.

A porcentagem de parasitóides foi determinada com base no número de lagartas parasitadas em relação ao total coletado. Os exemplares obtidos foram conservados em álcool 70%. Os Braconidae e o Perilampidae foram identificados pelo Dr. Valmir Antônio Costa do Instituto Biológico em Campinas, SP, e os Ichneumonidae pela Dra. Tânia Mara Guerra da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. Exemplares representativos das espécies de parasitóides foram depositados na coleção entomológica do Laboratório de Controle Biológico, do Instituto Biológico do estado de São Paulo, em Campinas, SP, Brasil.

6.3 Resultados e Discussão

6.3.1 Flutuação populacional da broca-do-abacate

O percentual de frutos infestados por lagartas de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 foi menor durante as primeiras coletas, realizadas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, aumentando nos meses seguintes até atingir o maior percentual nos meses próximos da colheita (Figura 14). Na safra agrícola de 2001/2002, a porcentagem de frutos infestados foi de até 60% (junho), sendo bastante superior à porcentagem observada em agosto de 2002/2003, que foi próxima de 10%. Embora a porcentagem de

infestação da primeira safra seja elevada, estudos realizados na Venezuela demonstraram que esse número pode ser ainda maior, atingindo uma infestação de 80% dos frutos (Boscán de Martínez & Godoy, 1982).

A diferença no nível de infestação, entre as duas safras, provavelmente, deve estar ligada ao fato de que na segunda safra agrícola, o controle químico da broca-do-abacate foi mais rigoroso, sendo realizado um maior número de aplicações de inseticidas (11), quando comparado à safra anterior (7 aplicações) e que poderia ter determinado a elevada infestação de 60%. Esta dificuldade em estabelecer estratégias de controle deve-se ao fato, de que a cultivar Margarida é de ciclo médio e tardio e o fruto pode permanecer no campo por, aproximadamente, um ano. Assim, deve ser feito um melhor acompanhamento dos pomares pelos agricultores e a aplicação deve ser feita quando surgirem os primeiros frutos com sintomas de ataque (pontuações nos frutos com exsudado branco), quando as lagartas estão perfurando o exocarpo (casca) do abacate.

Figura 14 - Dinâmica populacional da fase larval de *S. catenifer* em abacateiro cultivar Margarida, durante as safras agrícolas (dezembro-agosto) 2001/2002 e 2002/2003. São Tomás de Aquino, MG

6.3.2 Parasitóides associados à *S. catenifer*

Foram obtidos os parasitóides *Dolichogenidea* sp., *Hypomicrogaster* sp., *Apanteles* sp., *Chelonus* sp., *Hymenochaonia* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Eudeleboea* sp. e *Pristomerus* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), totalizando sete espécies de parasitóides de *S. catenifer* (Figura 15A e B). A primeira espécie é gregária, enquanto que as demais são solitárias; todos são endoparasitóides coinobiontes, sendo que os Braconidae emergem do hospedeiro ainda na fase larval, e os Ichneumonidae, na pré-pupa.

Trata-se da primeira constatação de *Dolichogenidea* sp., *Hypomicrogaster* sp., *Hymenochaonia* sp. e *Pristomerus* sp. como parasitóides da broca-do-abacate. Os gêneros *Chelonus* e *Eudeleboea* já foram encontrados associados à *S. catenifer*, na Guiana (Cervantes Peredo et al., 1999) e *Apanteles* foi registrado na Venezuela (Boscán de Martínez & Godoy, 1982). No Brasil, Hohmann & Meneguim (1993) relataram o parasitismo de lagartas de *S. catenifer*, por duas espécies de braconídeos e uma de icleumonídeo, sem especificar o gênero. Em outro estudo, Hohmann et al. (2003) mencionaram a coleta de um icneumonídeo, possivelmente do gênero *Eudeleboea*, e um braconídeo do gênero *Apanteles*.

Os primeiros parasitóides emergiram das lagartas de *S. catenifer* a partir do mês de fevereiro, sendo registradas as espécies *Dolichogenidea* sp. e *Chelonus* sp. (Figura 16). No mês seguinte, ocorreram as emergências de *Apanteles* sp. e *Hypomicrogaster* sp., embora na segunda safra agrícola, *Hypomicrogaster* sp. tenha sido registrado a partir de junho. Já a emergência de *Eudeleboea* sp. teve um comportamento irregular, pois na safra agrícola 2001/2002, coletaram-se exemplares nos meses de março e abril e no ano seguinte no mês de setembro. As espécies *Pristomerus* sp. e *Hymenochaonia* sp. foram registradas nos meses de maio e junho, respectivamente (Figura 16).

Figura 15 - Porcentagem de parasitismo de lagartas de *S. catenifer* por espécies de braconídeos e ichneumonídeos coletados em pomares de abacate cultivar Margarida, ao longo de um ciclo de produção (dezembro-setembro), nas safras agrícolas 2001/2002 (A) e 2002/2003 (B). São Tomás de Aquino, MG

Dolichogenidea sp. e *Apanteles* sp. foram coletados nas duas safras de estudo, supondo tratem-se de espécies com maior habilidade para buscar hospedeiros não parasitados e/ou com pouca suscetibilidade aos inseticidas aplicados (Figura 16). *Dolichogenidea* sp., por ser gregária e estar presente a partir de fevereiro, revelou

destacado potencial como espécie controladora de *S. catenifer*, uma vez que cada hospedeiro parasitado pode resultar em dezenas de parasitóides. Embora numericamente menos representativo que *Dolichogenidea* sp., possivelmente em decorrência do desenvolvimento solitário, *Apanteles* sp. também apresentou este potencial.

Figura 16 - Distribuição das espécies de parasitóides larvais de *S. catenifer* coletados em pomar de abacate cultivar Margarida ao longo de um ciclo de produção (dezembro-setembro), nas safras agrícolas 2001/2002 (A) e 2002/2003 (B). São Tomás de Aquino, MG

Chelonus sp., *Hymenochaonia* sp. e *Pristomerus* sp. não ocorreram na safra de 2002/2003 (Figura 15B). Isto pode estar associado a uma menor habilidade na busca por hospedeiros, que se refletiria pela baixa frequência verificada na safra de 2001/2002 (3%, 2% e 1%, respectivamente) e/ou à grande suscetibilidade destas espécies aos produtos químicos aplicados.

Na safra agrícola 2001/2002 foram verificadas as sete espécies de parasitóides, enquanto na safra 2002/2003, ocorreram apenas quatro delas. Entre as prováveis causas desta diminuição na diversidade de parasitóides, destaca-se o maior sucesso competitivo dos parasitóides gregários, que além de emergirem em maior número,

podem se desenvolver em hospedeiros já parasitados, ao contrário dos solitários. Com isso, eles tornam-se potencialmente mais hábeis na busca de hospedeiros na safra seguinte. Esta pressão competitiva sobre as demais espécies de parasitóides, associada à diminuição do número de hospedeiros, verificada de uma safra para outra, podem ter conduzido à redução numérica e ao retardamento na época de ocorrência de *Hypomicrogaster* sp. e *Eudeleboea* sp. (Figura 16 B). Além disso, podem ter provocado o deslocamento de populações de *Chelonus* sp. *Hymenochaonia* sp. e *Pristomerus* sp., que já eram pequenas, para outras áreas. Este deslocamento competitivo é definido como sendo, a eliminação num determinado hábitat de uma espécie, por outra, que possui idêntico nicho ecológico (DeBach, 1966). Neste caso, vários fatores poderiam ter mediado este deslocamento, tais como, a falta de hospedeiros, causado por questões reprodutivas (acasalamento, tipo de reprodução e fecundidade) (Hassell & Moran, 1976; Taylor, 1988) ou à habilidade de busca dos parasitóides (Reitz & Trumble, 2002). Além deste fator, as mudanças do ambiente causadas pela ação do homem, também poderiam estar interferindo nas relações específicas, favorecendo uma das espécies, já que as práticas agrícolas causam grande impacto sobre a fauna (Reitz & Trumble, 2002).

Como os pomares constituem agroecossistemas semi-permanentes e menos perturbados do que as culturas anuais, eles proporcionam habitats mais estáveis à colonização e ao estabelecimento dos parasitóides. Em geral, uma ampla gama de parasitóides está presente em pomares livres de pesticidas ou abandonados e qualquer alteração nesta condição de manejo causa um decréscimo acentuado na composição e diversidade de espécies, chegando até a eliminação destes inimigos naturais (Altieri et al., 1993).

Segundo Elzen & King (1999) a utilização de inseticidas é o principal fator a ser levado em conta quando se pretende manipular e manter os inimigos naturais nas lavouras, devendo neste caso, pensar-se na utilização de inseticidas mais seletivos. No presente estudo, verifica-se que a aplicação mais freqüente de inseticidas, na segunda safra agrícola, pode ter contribuído para a diminuição do número de espécies de parasitóides (Figura 15). Entretanto, o maior número de aplicações de inseticidas não diminuiu o parasitismo total (soma do parasitismo de todas as espécies) na segunda

safrá agrícola 2002/2003, que ficou próximo de 47% no mês de agosto, sendo superior aos 32% registrados na safrá agrícola 2001/2002 (Figura 17). Observa-se também que a porcentagem de parasitismo aumentou conforme a população de *S. catenifer* cresceu (Figuras 14 e 17), revelando o mecanismo da densidade recíproca, onde a densidade populacional do agente de mortalidade depende diretamente da densidade populacional do hospedeiro herbívoro (Huffaker & Messenger, 1976).

Boscán de Martínez & Godoy (1982) verificaram que, na Venezuela o parasitismo de *S. catenifer* foi de até 30%, devido a *Apanteles*. No Brasil, no estado do Paraná, Hohmann & Meneguim (1993) observaram um parasitismo de 9%, também por *Apanteles*. O presente estudo verificou que o nível de parasitismo foi variável ao longo das safras agrícolas (Figura 17) e como os autores supra-citados não mencionam a época do levantamento, fica difícil comparar os resultados.

Também foi observada a ocorrência de *Perilampus* sp. (Hymenoptera: Perilampidae), como parasitóide secundário (hiperparasitóide), de *Dolichogenidea* sp.. Muitas vezes, a interação hiperparasitóide e parasitóide primário pode reduzir a população deste último e interferir negativamente na redução da população do herbívoro. Neste caso, embora tenha sido registrado um percentual de parasitismo de 7%, acredita-se que este hiperparasitóide não interferiu no controle de *S. catenifer*, pois foi registrado somente no mês de agosto, momento em que se iniciou a coleta dos frutos, não resultando em redução numérica de *Dolichogenidea* sp..

Figura 17 - Parasitismo total de lagartas de *S. catenifer*, coletados em pomar de abacate cultivar Margarida, ao longo de um ciclo de produção (dezembro-setembro), em duas safras agrícolas. São Tomás de Aquino, MG

Acredita-se que estes parasitóides larvais tenham um importante papel na dinâmica populacional de *S. catenifer* e que devam ser conservados com a manipulação adequada do agroecossistema, contribuindo para o Manejo Integrado da Praga. Assim, recomenda-se um controle mais criterioso da broca-do-abacate com a aplicação de inseticidas seletivos, durante os meses de janeiro e fevereiro, época em que a população dos parasitóides larvais é praticamente nula. Por outro lado, em função do ciclo da praga (Tabela 10) é de se supor que os ovos de *S. catenifer* comecem a ser colocados em dezembro-janeiro, época propícia para a liberação de parasitóides de ovos como *Trichogramma* e/ou *Trichogrammatoidea*.

6.4 Conclusões

Os estudos de dinâmica populacional de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 e de seus parasitóides larvais permitem concluir que:

- Os parasitóides larvais de *S. catenifer* coletados, no período de estudo, são: *Dolichogenidea* sp., *Hypomicrogaster* sp., *Apanteles* sp., *Chelonus* sp., *Hymenochaonia* sp. (Hymenoptera: Braconidae) e *Eudeleboea* sp. e *Pristomerus* sp (Hymenoptera: Ichneumonidae);

- As espécies *Dolichogenidea* sp. e *Apanteles* sp. foram as mais freqüentes no período de estudo;

- O pico de emergência dos parasitóides ocorreu no mês de agosto, quando foi verificado um parasitismo larval total de 30%;

- A população de *S. catenifer* é crescente de dezembro a julho, sendo registrado, próximo à colheita, uma porcentagem de ataque de 60% dos frutos presentes;

- Medidas químicas de controle da praga devem ser realizadas em janeiro-fevereiro, quando a população de parasitóides larvais é praticamente nula.

7 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL, PERDAS E CONTROLE CULTURAL DE *Stenoma catenifer* WALSINGHAM, 1912 (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE) EM POMARES DE ABACATE

Resumo

Stenoma catenifer Walsingham, 1912 é a principal praga do abacateiro (*Persea americana* Mill.) na região Neotropical. O seu manejo tem sido dificultado por uma série de fatores relacionados à falta de conhecimento da sua bioecologia e aos sistemas de condução dos pomares. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estudar a distribuição espacial de *S. catenifer* nos pomares de abacate, as perdas ocasionadas devido ao seu ataque e o efeito do ensacamento, dos frutos infestados, na sua sobrevivência. Os experimentos foram conduzidos num pomar comercial, situado no município de São Tomás de Aquino, MG, durante as safras agrícolas 2001/2002 e 2002/2003. A distribuição de ataque de *S. catenifer* foi observada especialmente na altura inferior e média da planta, sendo que o interior da copa foi o local menos atacado quando comparado com os quadrantes norte, sul, leste e oeste. Estes resultados podem dar importante indicação para amostragem da praga. A maior porcentagem dos frutos atacados possuía de uma a quatro lagartas, havendo casos em que foram encontrados até oito indivíduos por fruto. As perdas ocasionadas pela broca variaram ao longo da safra agrícola, podendo atingir valores próximos de 5% numa única avaliação, sendo que, a perda na safra pode chegar a 27%. O ensacamento dos frutos infestados é uma medida cultural adequada para redução da população de *S. catenifer*. A mortalidade de lagartas nos frutos ensacados é proporcional à temperatura vigente na época do ensacamento. Assim, em temperaturas mais elevadas, a mortalidade total ocorre em 4 dias, demorando mais tempo para ocorrer em temperaturas mais amenas.

SPATIAL DISTRIBUTION, LOSSES AND CULTURAL CONTROL OF *Stenoma catenifer* WALSINGHAM, 1912 (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE) IN AVOCADO GROVES

Summary

Stenoma catenifer Walsingham, 1912 is the major pest of the avocado plant (*Persea americana* Mill.) in the Neotropical region. Management has been difficult for various reasons related to the scarce knowledge on its bioecology and the groves conduction systems. Thus, the goal of this work was to study the spatial distribution of *S. catenifer* in avocado groves, the losses caused by the attacks and the bagging effect of infested fruit on its survival. The experiments were conducted in a commercial grove located in the municipality of São Tomás de Aquino, MG, during the 2001/2002 and 2002/2003 agricultural seasons. The distribution of *S. catenifer* attack was observed especially at the lower and central plant part, and the inner canopy was the least attacked in comparison with the north, south, east and west quadrants. These results may be important indicators for pest sampling. The highest percentage of attacked fruit had one to four larvae, and in some cases up to eight individuals per fruit were found. The losses caused by the borer varied along the agricultural season, with figures close to 5% in a single evaluation, and the harvest loss may reach 27%. Bagging of infested fruit is an adequate cultural method to reduce the population of *S. catenifer*. The larvae mortality in the bagged fruit is proportional to the temperature at the time of bagging. Thus, at higher temperatures, the total mortality occurs within 4 days, taking longer time to occur at milder temperatures.

7.1 Introdução

A broca-do-abacate, *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 é considerada praga-chave do abacateiro (*Persea americana* Mill.) nas principais regiões produtoras brasileiras, incluindo os Estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo

(Medina, 1978). Além do Brasil, ocorre também em toda a região Neotropical, sendo registrada desde o México até o norte da Argentina (Artigas, 1994 citado por Landry & Roque-Albelo, 2003).

As lagartas podem atacar os frutos em várias fases do seu desenvolvimento, alimentando-se inicialmente da polpa e posteriormente da semente (Gallo et al., 2002; Hohmann et al., 2000). Além deste dano, Wille (1952) observou ainda ataque em galhos novos e pedúnculos de frutos pequenos, fazendo galerias próximas à casca. Os frutos recém atacados apresentam-se com manchas brancas devido à exudação externa, e, com o desenvolvimento larval, nota-se um depósito de excrementos e restos alimentares próximo do orifício de penetração da lagarta. Segundo Boscán de Martinez & Godoy (1984), em ataques severos, podem ser encontradas várias lagartas num único fruto, advindo, como consequência, a queda mais rápida do mesmo. De um modo geral, os danos provocados por esta praga em pomares de abacate variam em função da cultivar, do ano, do local e do manejo da cultura, sendo que em determinados casos, as perdas podem ser totais (Hohmann & Meneguim, 1993). Ventura et al. (1999) observaram que a cultivar Beatriz é mais susceptível ao ataque da broca em relação à 'Margarida', embora ambas possam apresentar, no final do ciclo, perdas próximas de 97 e 81%, respectivamente. O ataque ocorre em todas as fases do desenvolvimento dos frutos, sendo, porém, observada uma maior queda nos primeiros meses após a formação do abacate (Boscán de Martinez & Godoy, 1984), constatação também feita no México por Acevedo et al. (1972).

Estudos de distribuição de *S. catenifer* em abacateiro são escassos, embora sejam essenciais para a compreensão do comportamento relacionado ao ataque e para estabelecimento de estratégias de controle, a partir das características da cultura e do inseto. Características das plantas, tais como a altura e a arquitetura podem ser fatores limitantes para a eficácia dos inseticidas utilizados, desde que os pulverizadores disponíveis para o uso em pomares de abacate, não propiciam uma boa cobertura dos frutos, especialmente daqueles encontrados na parte superior das plantas (Hohmann et al., 2000). Por outro lado, o controle cultural tem sido citado como complementar ao químico, e se baseia na coleta dos frutos infestados localizados na planta e no chão, e

posterior destruição dos mesmos (Gallo et al., 2002); tal método, em áreas extensas, exige uma mão-de-obra elevada, com um alto custo. Neste sentido, os abacaticultores utilizam algumas alternativas para a destruição das lagartas, como o ensacamento dos frutos infestados (Gonçalves, J.C., informação pessoal).

Assim, o objetivo deste estudo foi determinar a distribuição espacial, estimar as perdas e verificar o efeito do ensacamento dos frutos infestados na sobrevivência de *S. catenifer*, em um pomar comercial de abacate, visando fornecer subsídios para o seu manejo.

7.2 Material e Métodos

Os experimentos foram realizados num pomar comercial de abacate da cultivar Margarida, situado em São Tomás de Aquino, MG (latitude: 20°52'30" S, longitude: 47°07'30" W e altitude de 1000 m), durante as safras agrícolas de 2001/2002 e 2002/2003. O pomar recebeu adubação orgânica e química, sendo realizadas 11 aplicações de inseticidas, alternando-se piretróides e fosforados para o controle da broca.

7.2.1 Distribuição espacial da broca-do-abacate

Estudos sobre a distribuição espacial de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 na planta foram realizados em um pomar de abacate de 2 hectares com 8 anos de idade e 10 m de altura, cultivados num espaçamento de 10 m entre plantas e 15 m entre linhas. Foram amostradas, quinzenalmente, quatro plantas, ao acaso, avaliando-se o número de frutos atacados pela broca em três alturas: inferior (abaixo de 3m), média (entre 3 e 6m) e superior (acima de 6m). Para determinar as três alturas, utilizou-se como indicador, um bambu dividido em três partes e fixado ao lado do abacateiro. O número de frutos infestados nos quatro quadrantes da planta também foi avaliado, seguindo-se os pontos cardeais, realizando-se observações nas faces norte, sul, leste e oeste, além da

coleta de frutos no centro da planta. As avaliações foram realizadas durante a safra agrícola 2001/2002.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram analisados em um esquema fatorial 5 x 3 x 17, representados pelos quadrantes e a parte central da planta, alturas e datas de coletas, respectivamente. Os dados foram transformados em $\sqrt{(x + 4)}$ e submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey (P = 0,05).

7.2.2 Número de lagartas por fruto

Frutos de abacate atacados pela broca em 5 plantas casualizadas, foram coletados mensalmente, durante a safra agrícola 2002/2003 e transportados para o Laboratório de Biologia dos Insetos do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP, em Piracicaba, SP. Os frutos foram dissecados, com o auxílio de uma faca, para a contagem do número de lagartas.

7.2.3 Estimativa das perdas por *S. catenifer*

Num pomar de abacate de 2 hectares, foram demarcadas 50% das plantas, totalizando 105 abacateiros em plena produção. A escolha das plantas foi realizada de forma alternada na fileira. Quando a planta não possuía frutos, a planta seguinte era a escolhida. Assim, de cada planta, foram selecionados 4 frutos da parte média, sendo um em cada quadrante (norte, sul, leste e oeste). Os frutos foram identificados por uma fita colorida fixada no galho mais próximo. As avaliações foram realizadas quinzenalmente, registrando-se os frutos atacados, caídos devido ao ataque da broca e caídos naturalmente, durante a safra agrícola 2002/2003.

7.2.4 Efeito do ensacamento dos frutos infestados sobre a sobrevivência da broca-do-abacate

Para determinar o efeito do ensacamento dos frutos na sobrevivência das lagartas, realizou-se um experimento onde foram coletados 20 frutos caídos com sintomas de ataque da broca (excrementos no orifício de entrada). A pesquisa foi realizada em duas épocas, sendo que as temperaturas médias ao longo do experimento variaram de 20 a 23°C e de 17 a 19°C para o primeiro e segundo experimentos, respectivamente. Os sacos plásticos contendo os frutos foram colocados invertidos, sob as copas dos abacateiros e diariamente, ao longo de quatro dias, foram abertos três sacos, avaliando-se a presença de lagartas vivas e mortas, no saco e no interior dos frutos, neste caso, dissecando-os com o auxílio de uma faca.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (dias de avaliação) e três repetições (sacos). Os dados de lagartas vivas foram submetidos à análise de regressão polinomial, visando avaliar o efeito do ensacamento sobre a sobrevivência ao longo do tempo.

7.3 Resultados e Discussão

7.3.1 Distribuição espacial da broca-do-abacate

A interação dos fatores localização e altura dos frutos na planta foi significativa em relação ao número de frutos infestados por *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912. O número de frutos broqueados no terço inferior, foi estatisticamente superior no quadrante norte, quando comparado com o sul e centro, porém, sem diferir estatisticamente dos frutos oriundos dos quadrantes leste e oeste. Na altura média, houve um menor número de frutos infestados na parte central, diferindo estatisticamente das demais direções. Para a altura superior o número de frutos infestados nos diversos quadrantes não diferiu estatisticamente (Tabela 14). A média de frutos broqueados ao longo da safra agrícola, nas alturas inferior, média e superior foi

de 2,65, 4,05 e 0,73, correspondendo a 35,66, 54,51 e 9,83%, do total coletado, portanto, em termos percentuais, com predominância na parte média do abacateiro.

Nos quadrantes norte, leste e oeste, o número de frutos infestados foi maior nas alturas inferior e média, diferindo significativamente da parte superior (Tabela 14). Para a direção sul, o número de frutos infestados diferiu significativamente nas três alturas, sendo que a altura média apresentou o maior número de frutos atacados, seguida das partes inferior e superior. Para o centro também foram observadas diferenças significativas, sendo a região superior a mais infestada, seguida da média e da inferior (Tabela 14). Assim, observa-se que para os quadrantes norte, leste e oeste a praga se encontra em maior quantidade na parte inferior, enquanto para a região sul e centro o maior número de insetos concentra-se na altura média.

Tabela 14. Média ($\pm$ DPM) do número total de frutos infestados por *S. catenifer* em diferentes alturas e quadrantes, em um pomar de abacate da cultivar Margarida em São Tomás de Aquino, MG, durante a safra agrícola 2001/2002

Quadrante	Altura		
	Inferior	Média	Superior
Norte	4,02 $\pm$ 0,97 aA	3,74 $\pm$ 0,73 aA	0,60 $\pm$ 0,21 aB
Leste	3,81 $\pm$ 0,78 abA	4,04 $\pm$ 1,04 aA	0,50 $\pm$ 0,32 aB
Oeste	3,04 $\pm$ 0,76 abA	4,09 $\pm$ 0,65 aA	0,71 $\pm$ 0,32 aB
Sul	2,63 $\pm$ 0,62 bB	4,84 $\pm$ 0,97 aA	0,67 $\pm$ 0,36 aC
Centro	0,17 $\pm$ 0,12 cC	0,91 $\pm$ 0,73 bB	1,18 $\pm$ 0,36 aA

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P = 0,05).

A distribuição do ataque de insetos nas plantas é peculiar da espécie envolvida e das características de cada planta. Em citros, para *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927), foi observado que mais de 50% dos frutos de laranja atacados, se encontravam entre 1 e 2 metros de altura, distribuídos de modo uniforme em todos os quadrantes, com uma tendência de se concentrar na região leste (Garcia, 1998). Em pessegueiro, para

Grapholita molesta (Busck, 1916), houve uma maior intensidade de ataque no terço superior das plantas, especialmente, nos quadrantes sudoeste e nordeste (Salles & Marini, 1989).

Os resultados da presente pesquisa permitem afirmar que para a amostragem da fase de lagarta de *S. catenifer*, os frutos devem ser coletados nas alturas inferior e média, pois é nestes locais que se concentram 35,67 e 54,51%, respectivamente, do ataque da praga. Entretanto, em um estudo realizado em Arapongas, PR, foi observado que 56% dos danos ocasionados pela broca-do-abacateiro ocorreram na parte superior da planta e 44% na parte inferior (Hohmann et al., 2003). Os mesmos autores, relataram, no entanto, que estes valores diferiram em outra localidade (Cambé, PR), registrando-se 72% de frutos infestados na parte superior e apenas 28% na parte inferior. É conveniente salientar que isto pode ser variável dependendo da cultivar. Assim, para cultivares que possuem um crescimento verticalizado, a grande quantidade de abacates se concentra na parte média; no caso da cultivar Margarida, como o crescimento é horizontal, os frutos estão melhor distribuídos nas diferentes alturas da planta.

A interação dos fatores localização dos frutos infestados na planta e tempo de avaliação foi significativa. Assim, ao longo do tempo, no terço inferior da planta, foram observadas diferenças significativas entre os quadrantes nas avaliações realizadas entre a 11ª e a 16ª semanas (14.05 a 25.07.02) (Figura 18). Em geral, foi observado um maior número de frutos atacados no quadrante oeste das plantas. No terço médio, diferenças significativas foram encontradas em dois períodos, da 7ª a 8ª semanas (19.03 a 01.04.02) e da 13ª a 15ª semanas (11.06 a 08.07.02), não havendo uma relação de ataque entre os quadrantes, já que no primeiro período, os frutos dos quadrantes oeste e norte e no segundo período, centro, sul e leste, foram os menos atacados. No terço superior, não foram observadas diferenças significativas entre os quadrantes das plantas de abacate ao longo do tempo (Figura 18). Uma das possíveis causas por este aumento de ataque nos diferentes quadrantes nos dois períodos pode estar relacionado às próprias características comportamentais de *S. catenifer*, aliada às condições microclimáticas, causadas pelo desenvolvimento vegetativo diferencial do abacateiro.

Os resultados sugerem que, para amostragem de infestação de *S. catenifer*, sejam amostrados frutos das alturas média e inferior das plantas.

Figura 18 - Número de frutos infestados por *S. catenifer* nas alturas inferior (A), média (B) e superior (C), ao longo de um ciclo de produção (dezembro-agosto), da safra agrícola 2001/2002 em São Tomás de Aquino, MG

7.3.2 Número de lagartas por fruto

Os frutos do abacateiro foram infestados por mais de uma lagarta, sendo registrados casos de até 8 brocas por fruto (Figura 19). No entanto, na maioria dos casos, foram observadas de uma a quatro lagartas por fruto, correspondendo a 20,7; 28,9; 15,0 e 15,9%, para frutos com 1, 2, 3 e 4 lagartas, respectivamente, coincidindo com as observações de Costa Lima (1923). Cervantes Peredo et al. (1999) observaram que em *Chlorocardium rodiei* (Schomb.) Rohwer, Richter & van der Werff, a maior porcentagem de frutos atacados possuía apenas uma lagarta, sendo o valor médio de 3 e o máximo de 21 brocas de *S. catenifer* por semente. Estes dados demonstram que o número de lagartas por fruto é variável e provavelmente dependa muito do nível populacional de *S. catenifer* nos pomares, uma vez que, nas coletas realizadas nos meses de julho e agosto (maior população da praga) foram encontradas num mesmo fruto, lagartas de diferentes instares. Assim, é possível que enquanto a população seja pequena, as fêmeas realizem a postura, de modo mais uniforme, colocando um ou dois ovos por fruto. Com o aumento da população, provavelmente, ocorra uma maior pressão de oviposição, devido a uma maior competição, fazendo com que um único fruto apresente várias lagartas de estádios diferentes. Contudo, o maior número de brocas por fruto não significa um maior dano, uma vez que, a presença de uma única lagarta é suficiente para destruir o fruto. Por outro lado, em determinadas situações, principalmente quando o fruto é atacado na sua fase intermediária do desenvolvimento e a galeria construída pela broca é superficial, observa-se uma recuperação do mesmo, porém, com formação de uma área necrosada, que na comercialização, deprecia o fruto em cerca de 10% (Gomes, R.O., CEAGESP informação pessoal). Assim, embora a presença de uma única lagarta já seja suficiente para depreciar o produto, a contagem do número de lagartas por fruto pode dar uma indicação da população de insetos presentes na área.

Figura 19 - Porcentagem de abacates com uma, duas, três, quatro, cinco, seis, sete e oito lagartas de *S. catenifer*, cultivar Margarida em São Tomás de Aquino, MG, durante a safra agrícola 2002/2003

7.3.3 Perdas devido ao ataque de *S. catenifer*

Nas avaliações quinzenais, observou-se que as perdas causadas por *S. catenifer* foram variáveis ao longo da safra agrícola de 2002/2003 (Figura 20). Os primeiros frutos com sintomas de ataque na planta foram observados a partir de meados de março, e os primeiros frutos caídos devido ao ataque da broca, foram registrados no final do mesmo mês. A queda natural dos frutos também foi observada a partir do final de março, e geralmente representou menos de 1% em cada avaliação (Figura 20A). Entretanto, a maior perda pela queda natural de abacates é observada já nos dois primeiros meses de desenvolvimento (dezembro e janeiro), sendo um processo fisiológico natural, pois estima-se que apenas 10% dos frutos permaneçam nas plantas (Gazit, 1976). A queda de frutos, devido ao ataque da broca, ocorreu em 3 épocas, correspondendo a primeira ao final de março e início de abril, a segunda ao mês de julho e a terceira ao final da safra agrícola, no mês de agosto. Estas perdas, apesar de variáveis, foram crescentes ao longo da safra, sendo registradas quedas de até 6% nos

frutos em uma única quinzena. Assim, de março a agosto, a perda acumulada foi de 27%, correspondendo a 1/4 da produção (Figura 20B).

Figura 20 - Perdas quinzenais (A) e totais (B) provocadas por *S. catenifer* em abacate, cultivar Margarida em São Tomás de Aquino, MG, durante a safra agrícola 2002/2003 e perdas naturais de frutos

Embora se tenha realizado o controle da broca com produtos químicos, as perdas foram altas, demonstrando que, provavelmente, ocorreram falhas no manejo, principalmente relacionadas com a época de aplicação dos inseticidas, já que ao perfurarem a casca e a polpa, as brocas ficam protegidas da ação daqueles produtos. Assim, pode-se preconizar que a fase mais sensível aos inseticidas seria a adulta e para tanto, a realização de estudos comportamentais visando a produção e síntese do

feromônio sexual para monitoramento de *S. catenifer*, seria uma importante alternativa com vistas ao seu controle.

No campo, observaram-se ataques nos frutos ainda novos, ocorrendo a destruição total da polpa e da semente, já nos primeiros meses do desenvolvimento dos frutos ou seja, nos meses de dezembro e janeiro, em pequenas infestações (Figura 20). Este comportamento de ataque assegura a sua permanência nos pomares, uma vez que, no Brasil, o abacateiro tem sido registrado como único hospedeiro de *S. catenifer*. Em outros países como o México, a broca ataca também frutos silvestres de espécies da família Lauraceae, conhecidos por “chinini” (*Persea schiedeana* Nees) e “anayo” (*Beilschneidia* sp.) (Acevedo, 1970); além destes hospedeiros, na Guiana, *S. catenifer* alimenta-se de sementes de “greenheart” [*Chlorocardium rodiei* (Schomb.) Rohwer, Richter & van der Werff], espécie arbórea destinada à produção de madeira, com uma infestação que pode afetar até 10% das sementes (Cervantes Peredo et al., 1999). A porcentagem de infestação dos abacates por *S. catenifer* pode chegar a 80%, como registrado na Venezuela por Boscán de Martínez & Godoy (1984). No Brasil, as perdas são variáveis sendo que na safra agrícola 2001/2002, no mesmo pomar onde se realizou o estudo com a cultivar Margarida, as perdas na produção foram totais, confirmando constatação de Hohmann & Meneguim (1993). Portanto, à luz dos conhecimentos atuais, a utilização de inseticidas no momento correto é a chave para o controle da broca, principalmente nos primeiros meses (dezembro, janeiro e fevereiro), em que a população da *S. catenifer* é ainda pequena.

7.3.4 Efeito do ensacamento dos frutos infestados sobre a sobrevivência da broca-do-abacate

O número de lagartas vivas em frutos ensacados durante o primeiro experimento, é representado por uma equação de regressão linear, enquanto que o número de lagartas vivas durante o segundo experimento, é representada por uma equação de regressão de segundo grau (Figura 21). Observa-se que, no quarto dia de avaliação, o número de lagartas vivas para o experimento I ficou próxima de zero,

enquanto que para o experimento II este número ficou próximo de 7, indicando que em temperaturas mais baixas os frutos devem ficar por mais tempo no interior dos sacos, uma vez que a temperatura média durante a realização do primeiro e do segundo experimentos ficou entre 20 a 23°C e de 17 a 19°C, respectivamente (Tabela 15).

A grande vantagem desta técnica é que os frutos podem permanecer na lavoura, sob os abacateiros, não havendo a necessidade de retirá-los do pomar, para a destruição dos mesmos, o que demandaria muita mão-de-obra. Além disto, os frutos podem ser aproveitados como fonte de matéria orgânica. Como desvantagem do método do ensacamento, a destruição das brocas, pode ocasionar também a morte dos possíveis parasitóides que ajudam a manter o nível populacional de *S. catenifer* em pomares que utilizam o Manejo Integrado de Pragas (item 6). Neste caso, uma opção consistiria em colocar os frutos infestados em trincheiras feitas no pomar, sob uma tela que permitisse a saída somente dos parasitóides e não adultos de *S. catenifer*, especialmente em épocas de altas populações dos parasitóides; esta técnica é recomendada para moscas-das-frutas em pomares cítricos (Malavasi et al., 1994).

O ensacamento dos frutos infestados pela broca, pode ser considerado um método cultural de controle, sendo que a morte das lagartas estaria ligada à elevação da temperatura no interior dos sacos ocasionada pela incidência de raios solares. Além disto, a decomposição dos frutos e a conseqüente liberação de gases, como o dióxido de carbono, poderia acelerar a mortalidade das lagartas. Este método pode ser recomendado como uma alternativa eficiente e de baixo custo a ser utilizada como medida auxiliar ao controle químico ou mesmo biológico, em locais de altas infestações de *S. catenifer*.

Tabela 15. Efeito do ensacamento dos frutos infestados por *S. catenifer* da cultivar Margarida, na porcentagem média ($\pm$ DPM) de lagartas vivas e mortas ao longo de quatro dias e em duas épocas do ano. São Tomás de Aquino, MG, 2003

Avaliação	Primeiro experimento		Segundo experimento	
	Lagartas vivas	Lagartas mortas	Lagartas vivas	Lagartas mortas
	(%)	(%)	(%)	(%)
1º dia	13,45 $\pm$ 0,99	47,10 $\pm$ 6,68	16,15 $\pm$ 0,21	32,89 $\pm$ 6,82
2º dia	6,28 $\pm$ 0,66	57,88 $\pm$ 2,98	20,53 $\pm$ 1,15	53,21 $\pm$ 6,23
3º dia	2,93 $\pm$ 0,51	60,50 $\pm$ 8,74	18,89 $\pm$ 0,64	36,16 $\pm$ 5,28
4º dia	0,79 $\pm$ 0,44	58,85 $\pm$ 3,72	7,05 $\pm$ 0,72	47,47 $\pm$ 5,28

Figura 21 - Efeito do ensacamento dos frutos infestados da cultivar Margarida, na porcentagem de lagartas vivas de *S. catenifer*, durante o verão (experimento I - setembro) e o inverno (experimento II - julho) de 2003, em São Tomás de Aquino, MG

7.4 Conclusões

Os estudos de distribuição espacial, perdas e controle cultural de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 permitem concluir que:

- A maior porcentagem de frutos atacados por *S. catenifer* ocorre nas alturas inferior e média da planta, dando uma indicação para amostragem da praga;
- A maior porcentagem dos frutos atacados possui de uma a quatro lagartas, com variações de um a oito indivíduos por fruto;
- As perdas ocasionadas pela broca variam ao longo da safra agrícola, podendo atingir valores próximos de 5% numa única avaliação, resultando em perdas que podem chegar a 27%;
- O ensacamento dos frutos infestados é uma medida cultural adequada para redução da população de *S. catenifer*;
- A mortalidade de lagartas nos frutos ensacados é proporcional à temperatura vigente na época do ensacamento;
- Em temperaturas mais elevadas, a mortalidade total ocorre em 4 dias, demorando mais tempo para ocorrer em temperaturas mais amenas.

8 SELEÇÃO DE LINHAGENS DE *TRICHOGRAMMA* E *TRICHOGRAMMATOIDEA* VISANDO AO CONTROLE DE *Stenoma catenifer* WALSINGHAM, 1912 (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE) EM POMARES DE ABACATE

Resumo

A utilização de parasitóides de ovos pode ser uma alternativa viável no controle de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912, considerada a principal praga do abacateiro (*Persea americana* Mill.). Assim, objetivou-se com este trabalho selecionar uma espécie/linhagem de *Trichogramma* ou *Trichogrammatoidea* com potencial para controle de *S. catenifer*. Para tal, realizaram-se experimentos em condições de laboratório (determinação do número de ovos de *S. catenifer* a ser oferecido para cada parasitóide e preferência pela idade hospedeira, além de se determinarem, em laboratório, aspectos biológicos de 12 espécies/linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983, *Trichogramma bruni* Nagaraja, 1983 e *Trichogrammatoidea annulata* De Santis, 1972). Em semi-campo estudou-se o número de parasitóides a ser liberado por ovo de *S. catenifer*. Os parâmetros biológicos avaliados em laboratório foram: duração do período ovo-adulto, emergência, parasitismo, razão sexual, número de parasitóides emergidos por ovo de *S. catenifer* e longevidade de fêmeas e machos. Já em semi-campo, avaliou-se o número de ovos parasitados. A relação ideal para se obter o maior parasitismo, em laboratório foi de 1 fêmea de *T. pretiosum* para 20-30 ovos de *S. catenifer*, por um período de exposição de 24 horas. Os ovos de *S. catenifer* com até 60 horas de idade são os mais indicados para parasitismo por *T. pretiosum*. Houve uma grande variação no parasitismo de ovos de *S. catenifer* por tricogramatídeos, sendo portanto, a seleção de linhagens, básica para estudos de controle da praga. As espécies/linhagens *T. annulata* e *T. atopovirilia* foram selecionadas

por serem as que parasitaram maior número de ovos de *S. catenifer*. Em condições de semi-campo, determinou-se que o maior parasitismo foi obtido com uma proporção estimada de 28 e 30 parasitóides:ovo da praga, respectivamente, para *T. annulata* e *T. atopovirilia*.

SELECTION OF *TRICHOGRAMMA* AND *TRICHOGRAMMATOIDEA* STRAINS VIEWING THE CONTROL OF *Stenoma catenifer* WALSINGHAM, 1912 (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE) IN AVOCADO GROVES

Summary

The use of egg parasitoids can be a viable alternative to control *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912, considered the main avocado (*Persea americana* Mill.) pest (*Persea americana* Mill.). Thus, the goal of this paper is to select a *Trichogramma* or *Trichogrammatoidea* species/strain with potential control over *S. catenifer*. Laboratory experiments were carried out to determine the number of *S. catenifer* eggs to be offered to each parasitoid and preference by host age, also determining in laboratory the biological aspects of 12 species/strains of *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983, *Trichogramma bruni* Nagaraja, 1983 and *Trichogrammatoidea annulata* De Santis, 1972. The number of parasitoids to be released per *S. catenifer* egg under semi-field conditions was studied. The biological parameters evaluated in laboratory were the egg-adult development time, survivorship, parasitization capacity, sex ratio, number of parasitoids emerged per *S. catenifer* egg, and adult longevity. In semi-field experiment, the number of parasitized eggs was evaluated. The ideal relation to achieve the highest parasitism in laboratory was 1 *T. pretiosum* female to 20-30 *S. catenifer* eggs for a 24-hour exposition period. *S. catenifer* eggs up to 60 hours of development are more adequated for *T. pretiosum* parasitization. The parasitism of *S. catenifer* by Trichogrammatidae insects varied considerably, therefore, strain selection is fundamental for studies on this pest control. species/strains *T. annulata* and *T. atopovirilia* were selected in that they parasitized the

largest number of *S. catenifer* eggs. Under semi-field conditions, the highest parasitism was achieved with an estimated ratio of 28 and 30 parasitoids:pest egg, respectively, for *T. annulata* and *T. atopovirilia*.

8.1 Introdução

O controle biológico de insetos pragas em frutíferas tem sido uma alternativa viável em várias regiões do mundo. Dentre os insetos entomófagos da família Trichogrammatidae, os gêneros *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea*, de características biológicas semelhantes (Pinto, 1997), destacam-se como os mais utilizados para o controle de pragas agrícolas da ordem Lepidoptera (Stinner, 1977). Parasitóides do gênero *Trichogramma* são comercializados em diversos países para diferentes culturas, destacando-se: França (uva e castanha), Bulgária (uva, ameixa e maçã), Alemanha (maçã), Honduras (banana), Irã (romã), Itália (uva), Peru (maçã e laranja) e África do Sul (laranja) (Hassan, 1997). Já os do gênero *Trichogrammatoidea* são utilizados em menor escala, destacando-se a Malásia (cacau) e a África do Sul (citros). No Brasil, têm sido demonstrada a viabilidade da utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 em citros, para o controle do tortricídeo *Ecdytoplopha aurantiana* (Lima, 1927), embora ainda sem liberações dos parasitóides em campo (Garcia, 1998; Molina, 2003).

Estudos de levantamento de espécies de *Trichogramma* parasitando ovos de lepidópteros pragas, em abacateiro, têm demonstrado grande potencial para o controle biológico. Assim, *Trichogramma* spp. é utilizado nos EUA (Honda & Luck, 2001) e Israel (Wysoki & De Jong, 1989). Na Califórnia, EUA, *Trichogramma platneri* Nagarkatti, 1975 é empregado para o controle do geometrídeo *Sabulodes aegrotata* (Guenée, 1857) e do tortricídeo *Amorbia cuneana* (Walsingham, 1879) (Oatman et al., 1983), pragas do abacateiro (*Persea americana* Mill.). No Brasil, no Estado do Espírito Santo, *T. acacioi* Brun, Moraes & Soares, 1984 foi registrado como parasitóide de *Nipteria panacea* (Thierry-Mieg), 1892 importante geometrídeo que causa desfolha em abacateiros (Pratissoli & Fornazier, 1999). Em levantamentos realizados no município de

Arapongas, Estado do Paraná, foi registrada a ocorrência natural dos parasitóides *T. pretiosum* e *Trichogrammatoidea annulata* De Santis, 1972 sobre ovos de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 (Lepidoptera: Elachistidae), alcançando níveis de parasitismo natural de até 40% (Hohmann & Meneguim, 1993).

Nos últimos anos, a produção de frutas destinadas à exportação (melão, uva de mesa, maçã, citros etc.), principalmente para o mercado europeu aumentou consideravelmente, diferentemente da exportação de abacates que vem diminuindo ano a ano (FNP, 2004). Dentre os vários fatores que dificultam as exportações, pode ser destacada a broca-do-abacate, *S. catenifer*, considerada praga quarentenária em vários países, entre eles, os EUA (Wolfenbarger & Colburn, 1979). Esta praga, tornou-se, nos últimos anos, uma seria ameaça à produção de abacates no Brasil, podendo acarretar perdas totais (Hohmann & Meneguim, 1993). A falta de métodos eficientes de controle tem levado muitos produtores a abandonarem os pomares ou substituí-los por outras culturas, já que as características biológicas e a falta de métodos de monitoramento do inseto são fatores que dificultam a aplicação de inseticidas, principal medida de controle utilizada. Neste contexto, o emprego do controle biológico, com os parasitóides dos gêneros *Trichogramma* e/ou *Trichogrammatoidea*, poderá contribuir para um controle mais efetivo, levando em considerações as características da frutífera e da praga.

Embora a maioria das espécies do gênero *Trichogramma* sejam consideradas polífagas, atacando predominantemente ovos de lepidópteros, existem evidências de consideráveis variações inter e intra-específicas na preferência hospedeira (Hassan, 1989). As espécies de *Trichogramma* apresentam grande variação no seu comportamento de procura, preferência hospedeira e respostas às condições ambientais (Hassan, 1997). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi selecionar, em condições de laboratório e semi-campo, uma linhagem de *Trichogramma* ou *Trichogrammatoidea* para a sua utilização no controle biológico da broca-do-abacate, em condições de campo.

8.2 Material e Métodos

8.2.1 Criação da broca-do-abacate

A broca-do-abacate, *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 foi criada em sementes de abacate, segundo método descrito em 4.2.1. Para a obtenção dos ovos, 10 casais foram colocados em gaiolas, constituídas de tubos de PVC (23,0 x 15,0 cm), revestidas internamente com papel toalha com depressões (item 3), que serviu de substrato para a oviposição. Este substrato, contendo a postura, foi retirado diariamente, e os ovos recortados em grupos de 30, para a realização dos experimentos.

8.2.2 Obtenção e criação das espécies/linhagens de parasitóides

Foram testadas oito linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (identificadas como G1, G2, G11, G18, L3, L4, F29 e TP). A linhagem F29 foi coletada em ovos de *S. catenifer* pelo Dr. Celso L. Hohmann, pesquisador do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Londrina, PR, e as demais, coletadas em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), em lavouras de milho no município de Piracicaba, SP. Além destas, foram testadas duas linhagens de *Trichogramma bruni* Nagaraja, 1983 (identificadas como BR1 e BR10) coletadas em ovos de *Heliconius erato phyllis* (Fabricius, 1775), em Piracicaba, SP, uma de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (identificada como ATP), obtida junto ao Laboratório de Entomologia da Empresa de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Petrolina, PE e uma linhagem de *Trichogrammatoidea annulata* De Santis, 1972 (identificada como OIDEA), coletada em ovos de *S. catenifer* pelo Dr. Celso L. Hohmann.

Os parasitóides foram criados sobre ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879), mantido em dieta à base de farinha de trigo integral (97%) e levedura de cerveja (3%), de acordo com metodologia proposta por Parra (1997). Os ovos de *A. kuehniella* foram colados em cartolina azul (8,0 x 2,0 cm), por meio de goma arábica diluída em água a 50% e esterilizados em luz germicida durante 45 minutos

(Stein & Parra, 1987). Os ovos fixados nas cartelas foram submetidos ao parasitismo, em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm), por, no máximo, 12 horas e os parasitóides foram alimentados com uma gotícula de mel depositada na parede do tubo. Para o desenvolvimento, tanto das fases imaturas como dos adultos, utilizaram-se câmaras climatizadas com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

A confirmação das espécies foi feita pelo professor Dr. Roberto A. Zucchi do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), com base em montagens em lâminas contendo machos de todas as linhagens, em meio "Hoyers".

8.2.3 Definição do número de ovos de *S. catenifer* a ser oferecido por parasitóide

Este experimento foi realizado com o objetivo de se evitar o superparasitismo ou para que não seja subestimado o potencial dos parasitóides em experimentos de laboratório. Desta forma, em tubos de vidro (7,3 x 1,0 cm), foram oferecidos 10, 20, 30, 40 e 50 ovos da broca-do-abacate para cada fêmea de *T. pretiosum*. Esta espécie foi utilizada por ser considerada padrão nos experimentos realizados no laboratório. As fêmeas foram alimentadas com uma gotícula de mel puro e os tubos vedados com filme plástico de PVC. Após 24 horas, as fêmeas foram retiradas e os ovos foram mantidos em câmaras climatizadas com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, até o escurecimento dos mesmos, indicativo de parasitismo. A avaliação foi realizada por meio da porcentagem de parasitismo.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (número de ovos) e 15 repetições (fêmeas). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).

8.2.4 Efeito da idade do ovo no parasitismo por *S. catenifer*

Fêmeas de *T. pretiosum* foram individualizadas em tubos de vidro (7,3 x 1,0 cm) contendo na lateral interna uma gotícula de mel puro, sendo o número de ovos da broca-do-abacate definido no experimento anterior (item, 8.2.3). Os tubos foram vedados com filme plástico de PVC e colocados em uma grade de metal. Após 24 horas de parasitismo, as fêmeas foram retiradas dos tubos e os ovos foram colocados em câmaras climatizadas com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Próximo à emergência dos parasitóides foi avaliada a porcentagem de parasitismo, por ocasião do escurecimento dos ovos.

Foram testados ovos de 12, 36, 60 e 84 horas de idade no parasitismo de *T. pretiosum*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos (ovos de idades diferentes) e 15 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).

8.2.5 Seleção das linhagens em laboratório

As linhagens testadas foram mantidas por uma geração em ovos de *S. catenifer*, a fim de se eliminar o efeito do hospedeiro alternativo, por provável condicionamento pré-imaginal. Fêmeas de até 24 horas foram individualizadas em tubos de vidro (7,3 x 1,0 cm), vedados com filme plástico de PVC. No tubo, foi oferecida uma cartela contendo o número de ovos de *S. catenifer*, definido anteriormente (8.2.3), com até 12 horas de desenvolvimento embrionário. As fêmeas foram alimentadas com uma gotícula de mel puro, adicionado na lateral interna do tubo com o auxílio de um estilete. Após 24 horas, as fêmeas foram retiradas e os ovos de *S. catenifer* acondicionados em câmaras climatizadas com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Cinco dias após, foi realizada a contagem dos ovos que apresentavam coloração preta (ovos parasitados).

A seleção das linhagens foi realizada por meio da avaliação de alguns parâmetros biológicos: duração do período ovo-adulto, porcentagem de emergência e

de parasitismo, número de parasitóides emergidos por ovo de *S. catenifer*, longevidade de fêmeas e machos e razão sexual, utilizando-se a fórmula $rs = \frac{?}{?+?}$.

A avaliação da emergência dos parasitóides foi realizada sob microscópio estereoscópico, sendo a porcentagem estimada com base no número de ovos que apresentavam orifícios de emergência em relação ao número total de ovos parasitados. O número de adultos emergidos por ovo foi calculado por meio da divisão do número total de adultos pelo número total de orifícios observados em cada tubo contendo 30 ovos. A separação de sexos foi realizada por meio do dimorfismo apresentado nas antenas, pelos adultos (Bowen & Stern, 1966), utilizando-se um microscópio estereoscópico. Para determinar a longevidade, individualizaram-se em tubos de vidro (7,3 x 1,0 cm), 15 machos e 15 fêmeas, alimentados com uma gotícula de mel puro, sendo realizadas observações diárias, desde a emergência até a morte dos parasitóides.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos pelas diferentes linhagens/espécies, utilizando-se vinte repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Para uma melhor discriminação das linhagens realizou-se também a análise de agrupamento ("cluster analyses").

8.2.6 Determinação do número de parasitóides a ser liberado por ovo de *S. catenifer*

Foram estudadas as linhagens/espécies selecionadas em laboratório que apresentavam maior capacidade de parasitismo e maior porcentagem de emergência. O experimento foi instalado em condições de semi-campo (telado), sem controle de temperatura, umidade relativa e fotofase, utilizando-se mudas de abacate de até 1 m de altura, cultivadas em vasos de plástico de 15 litros. Estas mudas foram colocadas no interior de gaiolas (40 x 40 x 120 cm) confeccionadas de armação de ferro e revestidas por "voile". Em cada muda foram fixados, com o auxílio de um alfinete, três papéis contendo 10 ovos cada, distribuídos na altura superior, média e inferior da planta.

Foram utilizados 30 ovos de *S. catenifer* por planta e liberados 24, 48, 96, 192, 384, 768 e 1536 fêmeas do parasitóide, correspondendo às proporções de 0,8; 1,6; 3,2; 6,4;

12,8, 25,6 e 51,2 parasitóides por ovo de *S. catenifer*. Os ovos de *S. catenifer* foram expostos ao parasitismo durante 24 horas, quando então foram recolhidos e mantidos em placas de Petri a 25°C até o seu escurecimento, para a avaliação da porcentagem de parasitismo.

O estudo foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado com sete tratamentos (diferentes proporções de parasitóides por ovo da praga) e seis repetições. Os dados de porcentagem de parasitismo foram submetidos à análise de regressão polinomial, relacionando-se o número de fêmeas de *T. pretiosum* por ovo de *S. catenifer* e porcentagem de parasitismo.

8.3 Resultados e Discussão

8.3.1 Definição do número de ovos da broca-do-abacate a ser oferecido para cada parasitóide

Fêmeas de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 possuem uma capacidade de parasitar de 9,33 a 23,50 ovos de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912, durante 24 horas (Tabela 16). Observou-se que, quando foram oferecidos 10 ovos de *S. catenifer*, o parasitismo foi de 9,33 ovos, diferindo significativamente de quando foram oferecidos 20, 30, 40 e 50 ovos, que corresponderam a 18,00; 23,50; 21,83 e 22,50 ovos parasitados, respectivamente (Tabela 16). A determinação da necessidade de aproximadamente 20 a 30 ovos de *S. catenifer* para cada fêmea de *T. pretiosum* durante 24 horas, está próxima do número utilizado por Pratissoli & Parra (2001), para a seleção de linhagens de *Trichogramma* visando ao controle de *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) e *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), pois os referidos autores ofereceram 25 ovos do hospedeiro para as duas espécies de traças. Para *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927), Garcia (1998) e Molina (2003) utilizaram 30 ovos para cada parasitóide.

Esta diferença no número de ovos, encontrado no presente trabalho, com os da literatura, pode estar relacionada ao tamanho dos hospedeiros, já que os mesmos, fornecem ao parasitóide uma medida aproximada da quantidade de nutrientes contido

no seu interior. Normalmente, hospedeiros maiores permitem o desenvolvimento de mais de um parasitóide por ovo (Gomes, 1997), levando a uma menor quantidade de ovos parasitados. Desta forma, o oferecimento de 20-30 ovos de *S. catenifer* durante 24 horas é uma quantidade aparentemente adequada para que não seja subestimado o parasitismo e nem ocorra superparasitismo.

Tabela 16. Número médio de ovos ($\pm$ DPM) (intervalo de variação) parasitados por fêmea de *T. pretiosum* quando foram oferecidos diferentes números de ovos de *S. catenifer*. Temperatura de 25 $\pm$ 1,5°C, UR de 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas

Número de ovos	Número de ovos parasitados
10	9,33 $\pm$ 0,49 b (07 - 10)
20	18,00 $\pm$ 0,52 a (16 - 19)
30	23,50 $\pm$ 1,52 a (17 - 28)
40	21,83 $\pm$ 1,64 a (17 - 28)
50	22,50 $\pm$ 2,62 a (16 - 31)

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P = 0,05).

8.3.2 Efeito da idade do ovo no parasitismo por *T. pretiosum*

Observou-se que ovos de *S. catenifer* com 12, 36 e 60 horas foram igualmente parasitados por *T. pretiosum*, correspondendo a 74,56; 63,68 e 68,42%, respectivamente, que por sua vez, diferiram estatisticamente daqueles com 84 horas, que apresentaram um parasitismo de 46,84% (Figura 22). Esta queda na porcentagem de parasitismo de ovos em estágios embrionários mais desenvolvidos, também foi demonstrado por Lopes & Parra (1991); Reznik & Umarova (1990) e Reznik et al. (1997). Segundo Vinson (1997), este comportamento pode estar relacionado a alterações na composição dos ovos, tornando-se, com o passar do tempo, de nutrientes de reserva para tecidos mais complexos quimicamente. No entanto, há divergências a respeito da qualidade do desenvolvimento dos parasitóides em ovos de diferentes idades, pois o recurso nutricional e a energia que um ovo contém, permanecem constantes durante o

desenvolvimento embrionário (Pak et al., 1986). De uma maneira geral, a maioria dos trabalhos contradiz a hipótese destes autores, pois para o eulofídeo *Edovum puttleri* Grissel, 1981 houve redução na oviposição e maior mortalidade em ovos mais velhos (Ruberson et al., 1987). De forma análoga, ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) colocados há mais tempo, propiciaram um maior tempo de desenvolvimento do período ovo-adulto e um menor tamanho de espécimens de *T. pretiosum* (Sá & Parra, 1994).

Assim, para futuros estudos de laboratório recomenda-se a utilização de ovos de *S. catenifer* com até 60 horas, para estudos com *Trichogramma* spp.

Figura 22 - Efeito da idade de ovos de *S. catenifer* sobre a porcentagem de parasitismo de *T. pretiosum*, mantidos em câmaras climatizadas com temperatura de 25 $\pm$ 1°C, UR de 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas. Colunas seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P = 0,05)

8.3.3 Seleção de linhagens

O período de desenvolvimento (ovo-adulto) variou de 9,27 a 10,34 dias, diferindo estatisticamente entre as espécies/linhagens testadas (Tabela 17). Desta forma, as linhagens BR10 (10,34), ATP (10,20) e OIDEA (10,09) apresentaram as maiores durações e a L3 (9,33) e G1 (9,27) apresentaram as menores valores. Embora tenha havido diferenças estatísticas, estes valores estão bem abaixo dos determinados para duas linhagens de *T. pretiosum* criados em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) e *H. zea* que variaram de 13,04 a 13,18 e 11,47 a 11,97 dias, respectivamente (Sá & Parra, 1994). De uma maneira geral, estes valores estão próximos aos registrados para cinco linhagens de *T. pretiosum* criadas em ovos de *T. absoluta* e *P. operculella* (Pratissoli & Parra, 2001), 13 espécies/linhagens de *Trichogramma* spp. criadas em ovos de *E. aurantiana* (Molina, 2003) e muito próximos dos valores determinados para 20 linhagens de *T. pretiosum* criadas em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Beserra et al., 2003). Acredita-se que estas diferenças podem estar relacionadas às características nutricionais do hospedeiro, uma vez que, os fatores abióticos como a temperatura, umidade e fotoperíodo são os mesmos para os trabalhos citados.

A capacidade de parasitismo variou de 30,85 a 84,11%, diferindo estatisticamente entre as linhagens estudadas. Os maiores valores para a porcentagem de parasitismo foram observados para as espécies/linhagens OIDEA (84,11) e ATP (78,85), que diferiram estatisticamente das demais, uma vez que, apresentaram uma taxa de parasitismo variável de 30,85 a 57,03% (Tabela 17). Diferente potencial de parasitismo entre linhagens tem sido relatado em diversos estudos (Beserra et al., 2003; Molina, 2003; Pratissoli & Parra, 2001). Para a seleção de linhagens de *T. pretiosum* em ovos de *S. frugiperda* o percentual de parasitismo variou de 27,50 a 89,33 permitindo discriminar as melhores linhagens (Beserra et al., 2003). Da mesma forma, o percentual de parasitismo forneceu uma boa indicação para a seleção de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 dentre 13 linhagens/espécies, visando ao controle de *E. aurantiana* (Molina, 2003). No entanto, Pratissoli & Parra (2001) relataram que as cinco linhagens de *T. pretiosum* testadas em ovos de *T. absoluta* e *P. operculella* apresentaram

estatisticamente o mesmo potencial de parasitismo, apesar da variação de 43,5 a 69,5 e 41,7 a 71,5%, respectivamente, ocorrida.

O percentual de emergência foi alto, sendo superior a 82,38%. Apesar disto, foram detectadas diferenças estatísticas significativas entre as espécies/linhagens BR1 (97,59) e ATP (82,38) que apresentaram a maior e a menor porcentagem de emergência, respectivamente (Tabela 17). Este percentual de emergência está próximo daquele relatado para linhagens de *T. pretiosum* em ovos de *S. frugiperda* (de 55,77 a 95,37%) (Beserra et al., 2003) e em ovos de *A. kuehniella* e *H. zea* (de 86,66 a 95,00%) (Sá & Parra, 1994) e superior à porcentagem de emergência de espécies/linhagens de *Trichogramma* em ovos de *E. aurantiana*, que variou de 30,9 a 42,1% (Molina, 2003). Segundo Molina (2003) esta baixa emergência pode estar relacionadas às dificuldades de manutenção da umidade no interior dos tubos para evitar o ressecamento dos ovos de *E. aurantiana*, fator este, que aparentemente não é necessário para o desenvolvimento e emergência dos parasitóides em ovos de *S. catenifer*.

O número de parasitóides emergidos por ovo de *S. catenifer* foi estatisticamente semelhante para as 12 espécies/linhagens testadas, variando de 1,03 a 1,22 parasitóides por ovo (Tabela 18). Estes valores são inferiores ao número determinado para outras espécies, como para *E. aurantiana*, que variou de 1,4 a 1,8 (Molina, 2003) e próximos àqueles determinados para *S. frugiperda*, variável de 1,17 a 1,55 (Beserra et al., 2003). O desenvolvimento e emergência de mais de um parasitóide por ovo está relacionado ao volume do hospedeiro, pois, teoricamente, quanto maior o hospedeiro, maior será a quantidade de nutrientes contida no ovo (Vinson, 1997). Assim, para programas de controle biológico, o fato de emergir um menor número de parasitóides por ovo pode ser vantajoso, pois uma maior quantidade de nutrientes estará disponível para o seu desenvolvimento, gerando indivíduos mais fortes e competitivos. Além disto, o aumento no número de adultos por ovo, poderá reduzir a eficiência de controle, com uma menor quantidade de ovos parasitados (Beserra, 2000).

A longevidade dos machos das diferentes espécies/linhagens testadas diferiu significativamente, de maneira que, na linhagem L4 os machos viveram 11,50 dias, enquanto que na G1, a longevidade foi de 8,47 dias, sendo que as demais

espécies/linhagens, não diferiram destas quanto a este parâmetro biológico (Tabela 18). Para as fêmeas, não foram observadas diferenças significativas, embora os dados tenham variado de 9,27 a 11,39 dias (Tabela 18). Estes valores são superiores aos registrados para tricogramatídeos em ovos de *E. aurantiana*, uma vez que, para machos foram observados valores variáveis de 5,6 a 6,8 dias e para fêmeas de 6,5 a 9,3 dias (Molina, 2003). A longevidade juntamente com a capacidade de parasitismo são dois importantes parâmetros biológicos para se determinar o potencial destes parasitóides como agentes de controle biológico (Molina, 2003).

Os valores da razão sexual das diferentes espécies/linhagens não diferiram significativamente, variando de 0,61 a 0,79 (Tabela 18). Valores superiores a estes foram registrados para 20 linhagens de *T. pretiosum* em ovos de *S. frugiperda* (0,71 a 0,81) (Beserra et al., 2003) e em 13 espécies/linhagens de *E. aurantiana* (0,60 a 0,80) (Molina, 2003); valores inferiores foram registrados para duas linhagens de *T. pretiosum* em ovos de *A. kuehniella* (0,44 e 0,57) e *H. zea* (0,56 e 0,52) (Sá & Parra, 1994). Em geral os valores encontrados para os parâmetros biológicos avaliados, evidenciam a boa adequação dos ovos de *S. catenifer* ao desenvolvimento de tricogramatídeos, o que sugere a possibilidade de sua utilização para o controle dessa praga.

As espécies/linhagens OIDEA e ATP, com base na análise de agrupamento, foram selecionadas por apresentar nível de semelhança de 0,623 (Figura 23), confirmando os resultados obtidos a partir dos parâmetros biológicos estudados.

Vários autores têm demonstrado variações entre as linhagens de uma mesma espécie ou mesmo para a espécie, enfatizando a importância da escolha de uma linhagem apropriada para o uso em controle biológico (Beserra et al., 2003; Molina, 2003; Pratissoli & Parra, 2001). Segundo Hassan (1997) as espécies de *Trichogramma* apresentam grande variação no seu comportamento de procura, preferência hospedeira e resposta às condições ambientais. Esta etapa inicial da seleção de espécies/linhagens de *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* foi realizada em laboratório avaliando-se a preferência hospedeira com base em parâmetros biológicos, sendo selecionadas duas espécies/linhagens, que deverão ser avaliados em condições de semi-campo e campo.

Tabela 17. Média (? DPM) da duração do período ovo-adulto e porcentual de parasitismo e emergência de linhagens/espécies de *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* criadas em ovos de *S. catenifer*. Temperatura de 25 ? 1°C, UR de 70 ? 10% e fotofase de 14 horas

Linhagem/ Espécie	Duração (ovo-adulto) (dias)	Parasitismo (%) ¹	Emergência (%)
BR10	10,34 ± 0,02 a	41,26 ? 1,76 bcd	89,02 ± 2,98 ab
ATP	10,20 ± 0,08 ab	78,85 ? 2,96 a	82,38 ± 4,00 b
OIDEA	10,09 ± 0,07 abc	84,11 ? 2,85 a	95,86 ± 3,69 ab
G2	9,90 ± 0,12 bcd	34,37 ? 4,22 cd	95,46 ± 3,39 ab
L4	9,86 ± 0,04 bcd	49,50 ? 4,82 bc	92,68 ± 2,52 ab
BR1	9,84 ± 0,04 bcd	45,48 ? 3,44 bcd	97,59 ± 1,30 a
F29	9,68 ± 0,11 cde	57,03 ? 5,50 b	94,83 ± 3,10 ab
G18	9,64 ± 0,11 de	37,93 ? 2,53 cd	91,33 ± 3,16 ab
G11	9,52 ± 0,12 de	32,19 ? 3,69 cd	90,40 ± 3,16 ab
TP	9,52 ± 0,13 de	30,85 ? 3,65 d	91,57 ± 3,57 ab
L3	9,33 ± 0,05 e	56,25 ? 2,90 b	87,51 ± 2,05 ab
G1	9,27 ± 0,06 e	48,08 ? 3,45 bcd	90,41 ± 3,16 ab

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, (Tukey, P = 0,05). ATP = *T. atopovirilia*; BR1 e BR2 = Linhagens de *T. bruni*; G1, G2, G11, G18, L3, L4, F29 e TP = Linhagens de *T. pretiosum*; OIDEA = *T. annulata*. ¹ Dados transformados em arc sen ? (x / 100)

Tabela 18. Número médio ($\pm$ DPM) de adultos emergidos por ovo, longevidade de machos e fêmeas e razão sexual de 12 linhagens/espécies de *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* criadas em ovos de *S. catenifer*. Temperatura de 25 $\pm$ 1°C, UR de 70 $\pm$ 10% e fotofase de 14 horas

Linhagem/ Espécie	Número de adultos por ovo	Longevidade de machos (dias)	Longevidade de fêmeas (dias)	Razão sexual ¹
BR10	1,05 $\pm$ 0,02 a	9,89 $\pm$ 0,44 ab	9,99 $\pm$ 0,45 a	0,79 $\pm$ 0,02 a
ATP	1,21 $\pm$ 0,03 a	10,38 $\pm$ 0,54 ab	9,72 $\pm$ 0,71 a	0,78 $\pm$ 0,02 a
OIDEA	1,06 $\pm$ 0,02 a	10,00 $\pm$ 0,43 ab	10,56 $\pm$ 0,07 a	0,73 $\pm$ 0,23 a
G2	1,22 $\pm$ 0,03 a	10,60 $\pm$ 0,42 ab	10,67 $\pm$ 0,67 a	0,68 $\pm$ 0,06 a
L4	1,09 $\pm$ 0,04 a	11,50 $\pm$ 0,60 a	11,39 $\pm$ 0,25 a	0,74 $\pm$ 0,01 a
BR1	1,15 $\pm$ 0,04 a	10,67 $\pm$ 0,44 ab	10,33 $\pm$ 0,82 a	0,60 $\pm$ 0,06 a
F29	1,20 $\pm$ 0,06 a	9,95 $\pm$ 0,45 ab	10,00 $\pm$ 0,54 a	0,63 $\pm$ 0,04 a
G18	1,14 $\pm$ 0,04 a	10,44 $\pm$ 0,52 ab	11,33 $\pm$ 0,35 a	0,66 $\pm$ 0,05 a
G11	1,12 $\pm$ 0,03 a	10,11 $\pm$ 0,61 ab	10,77 $\pm$ 0,54 a	0,61 $\pm$ 0,02 a
TP	1,18 $\pm$ 0,06 a	9,39 $\pm$ 0,38 ab	9,27 $\pm$ 0,99 a	0,68 $\pm$ 0,02 a
L3	1,03 $\pm$ 0,01 a	10,50 $\pm$ 0,60 ab	11,36 $\pm$ 0,43 a	0,68 $\pm$ 0,03 a
G1	1,19 $\pm$ 0,05 a	8,47 $\pm$ 0,36 b	10,22 $\pm$ 0,59 a	0,64 $\pm$ 0,02 a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, (Tukey, P= 0,05).

ATP = *T. atopovirilia*; BR1 e BR2 = Linhagens de *T. bruni*; G1, G2, G11, G18, L3, L4, F29 e TP = Linhagens de *T. pretiosum*, OIDEA = *T. annulata*. ¹ Dados transformados em Log (x + 1)

Figura 23 - Fenograma comparativo de 11 linhagens de *Trichogramma* e uma de *Trichogrammatoidea* criadas sobre ovos de *S. catenifer*, resultante da análise de agrupamento realizada com base nos parâmetros biológicos avaliados (duração do período ovo-adulto, porcentagem de emergência, porcentagem de parasitismo, longevidade, número de adultos emergidos por ovo e razão sexual). Linhagens G1, G2, G11, G18, L3, L4, F29 e TP = *T. pretiosum*; BR1 e BR10 = *T. bruni*; ATP = *T. atopovirilia*; OIDEA = *T. annulata*

8.3.4 Determinação do número de parasitóides a ser liberado por ovo de *S. catenifer*

A partir da seleção realizada em laboratório, determinou-se que as espécies / linhagens ATP e OIDEA apresentaram parâmetros biológicos mais consistentes, sobretudo com a maior porcentagem de parasitismo, sendo, portanto, escolhidas para o teste em semi-campo (telado), visando determinar o número ideal de parasitóides a ser liberado por ovo de *S. catenifer*.

O percentual de parasitismo para ambas as espécies *T. atopovirilia* ($y = 41,264 + 2,3667x - 0,0394x^2$) e *T. annulata* ($y = 36,516 + 3,0755x - 0,0554x^2$) apresentou efeito quadrático com o aumento da quantidade de parasitóides liberados por ovo da praga, sendo que, o ponto máximo de parasitismo estimado foi de 78,1 e 79,0%, o que seria obtido com uma proporção estimada de 30 e 28 parasitóides:ovo, respectivamente (Figura 24). Este comportamento quadrático é observado com o aumento da relação parasitóide:ovo, em uma mesma área e demonstrado para várias outras espécies de *Trichogramma* (Lopes, 1988; Sá, 1991; Molina, 2003). Segundo Knipling (1977) números crescentes de parasitóides por unidade de área levam a uma redução na eficiência de *Trichogramma* pois, à medida que cresce a sua densidade, a probabilidade de um indivíduo encontrar um ovo diminui e, neste caso, a competição intra-específica torna bastante improvável a ocorrência de um parasitismo próximo de 100% em condições de campo.

Figura 24 - Relação entre números variáveis de *T. atopovirilia* (A) e *T. annulata* (B) liberados por ovo de *S. catenifer* e porcentagem de parasitismo em semi-campo. Piracicaba, SP – Maio de 2004

Assim, a quantidade de *T. atovovirilia* (ATP) e *T. annulata* (OIDEA) a ser liberado em pomares de abacates vai ser muito grande e próximo da quantidade liberada para outras frutíferas. Para controle de *S. aegrotata* e *A. cuneana*, em abacates na Califórnia, EUA foram liberados 50.000 parasitóides por planta, para atingir um parasitismo de até 70% (Oatman & Platner, 1985). Para o controle de *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) e *A. cuneana*, em macieiras na Europa, são realizadas liberações inundativas de 9.000 a 12.000 parasitóides por planta, reduzindo os danos em 61,4 e em 72,8%, respectivamente (Hassan, 1989). Em pomares cítricos para o controle do tortricídeo *Cryptophlebia leucotreta* (Meyrick, 1913), são necessárias liberações sucessivas de 2,3 a 2,8 milhões de *Trichogrammatoidea cryptophlebiae* Nagaraja, 1979 para atingir uma redução do dano na ordem de 61,1% (Newton & Odendaal, 1990).

Em cultivos anuais, a quantidade de parasitóides liberados para o controle de lepidópteros pragas é bem menor, conforme demonstrado para *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (1,6 parasitóides por ovo) em *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) na cultura da cana-de-açúcar (Lopes, 1988); para *T. pretiosum* (10,7 parasitóides por ovo) para controle de *H. zea* (Boddie) em milho (Sá, 1991) ou de *T. pretiosum* (5,3 parasitóides por ovo) para *Anticarsia gemmatilis* Hüeb., 1818 na cultura da soja (Zachrisson, 1997).

Apesar de serem utilizados em larga escala, especialmente para culturas anuais, parasitóides dos gêneros *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* necessitam, para abacateiros, de alguns estudos de campo para que possam ser utilizados visando ao controle de *S. catenifer*; de forma análoga ao que acontece com os lepidópteros pragas nos pomares da Califórnia e para vários outras frutíferas de diversos países (Hassan, 1997). Tais estudos referem-se principalmente ao custo/benefício, levando-se em conta o grande número de parasitóides que deverão ser liberados por hectare, e, obviamente a eficiência de controle da praga com tais parasitóides.

8.4 Conclusões

Os estudos de seleção de linhagens de *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* visando ao controle de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 permitem concluir que:

- A relação ideal para se obter o maior parasitismo, em laboratório, é de 1 fêmea de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para 20-30 ovos de *S. catenifer*, por um período de exposição de 24 horas;

- Os ovos de *S. catenifer* com até 60 horas de idade são os mais indicados para parasitismo por *T. pretiosum* ;

- Há uma grande variação no parasitismo de ovos de *S. catenifer* por tricogramatídeos, sendo portanto, a seleção de linhagens, básica para estudos de controle da praga;

- As espécies/linhagens *Trichogrammatoidea annulata* De Santis, 1972 e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 foram selecionadas por apresentarem as maiores porcentagens de parasitismo em ovos de *S. catenifer*;

- Em condições de semi-campo determinou-se que o maior parasitismo é obtido com uma proporção estimada de 28 e 30 parasitóides:ovo da praga, respectivamente, para *T. annulata* e *T. atopovirilia*.

9 CONCLUSÕES GERAIS

Os estudos de comportamento de oviposição, bioecologia e controle biológico de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 permitem concluir que:

- Para postura, a broca-do-abacate necessita da associação de um estímulo químico (fruto de abacate) e físico (papel toalha com depressões);

- A oviposição de *S. catenifer* se dá na escotofase, com 80% se concentrando entre 20:00 e 24:00h;

- Sementes de abacate são mais adequadas nutricionalmente para a criação de *S. catenifer*, em relação às polpas;

- A dieta artificial, à base de feijão branco, cenoura e levedura, pode substituir o alimento natural (sementes);

- O número de ínstar de *S. catenifer* alimentada com dietas natural (sementes) e artificial é constante e igual a cinco;

- A umidade, fornecida por meio de água ou solução de mel a 10%, é fundamental para maior fecundidade e longevidade de *S. catenifer*;

- A metodologia, desenvolvida para a manutenção de *S. catenifer*, é adequada para a criação contínua do inseto em laboratório;

- Insetos criados em dieta artificial por sete gerações sucessivas, mantêm as características biológicas de insetos criados em dieta natural;
- A duração e a viabilidade das diferentes fases do ciclo biológico de *S. catenifer* são variáveis em função da temperatura;
- A viabilidade e a fecundidade de *S. catenifer* diminuem nas temperaturas elevadas (30 e 32°C);
- A longevidade de machos e de fêmeas é maior a 20°C em relação a 25 e 30°C;
- Os valores do limiar térmico inferior de desenvolvimento (Tb) e a constante térmica (K) para *S. catenifer* são de 8,9°C e 644,5 GD, respectivamente;
- Estes limites térmicos e as constantes térmicas são variáveis dependendo da fase de desenvolvimento do inseto;
- Com base nas exigências térmicas, podem ser estimadas 7,8 gerações anuais e 5,1 gerações por ciclo de produção, para *S. catenifer* em São Tomás de Aquino, MG;
- A flutuação populacional de *S. catenifer* pode ser utilizada como um indicativo do número de gerações, baseando-se nas exigências térmicas da praga;
- Os parasitóides larvais de *S. catenifer* coletados, no período de estudo, são: *Dolichogenidea* sp., *Hypomicrogaster* sp., *Apanteles* sp., *Chelonus* sp., *Hymenochaonia* sp. (Hymenoptera: Braconidae) e *Eudeleboea* sp. e *Pristomerus* sp (Hymenoptera: Ichneumonidae);
- Os parasitóides *Dolichogenidea* sp. e *Apanteles* sp. foram os mais freqüentes no período de estudo;

- O pico de emergência dos parasitóides ocorreu no mês de agosto, quando foi verificado um parasitismo larval total de 30%;
- A população de *S. catenifer* é crescente de dezembro a julho, sendo registrada, próximo à colheita, uma porcentagem de ataque de 60% dos frutos presentes;
- Medidas químicas de controle da praga devem ser realizadas em janeiro-fevereiro, quando a população de parasitóides larvais é praticamente nula;
- A maior porcentagem de frutos atacados por *S. catenifer* ocorre nas alturas inferior e média da planta, dando uma indicação para amostragem da praga;
- A maior porcentagem dos frutos atacados possui de uma a quatro lagartas, com variações de um a oito indivíduos por fruto;
- As perdas ocasionadas pela broca variam ao longo da safra agrícola, podendo atingir valores próximos de 5% numa única avaliação, resultando em perdas que podem chegar a 27%;
- O ensacamento dos frutos infestados é uma medida cultural adequada para redução da população de *S. catenifer*;
- A mortalidade de lagartas nos frutos ensacados é proporcional à temperatura vigente na época do ensacamento;
- Em temperaturas mais elevadas, a mortalidade total ocorre em 4 dias, demorando mais tempo para ocorrer em temperaturas mais amenas;

- A relação ideal para se obter o maior parasitismo, em laboratório, é de 1 fêmea de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para 20-30 ovos de *S. catenifer*, por um período de exposição de 24 horas;

- Os ovos de *S. catenifer* com até 60 horas de idade são os mais indicados para parasitismo por *T. pretiosum* ;

- Há uma grande variação no parasitismo de ovos de *S. catenifer* por tricotogramatídeos, sendo portanto, a seleção de linhagens, básica para estudos de controle da praga;

- As espécies/linhagens *Trichogrammatoidea annulata* De Santis, 1972 e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 foram selecionadas por serem as que parasitaram maior número de ovos de *S. catenifer*;

- Em condições de semi-campo, determinou-se que o maior parasitismo é obtido com uma proporção estimada de 28 e 30 parasitóides:ovo da praga, respectivamente, para *T. annulata* e *T. atopovirilia*;

- Os estudos permitem antever a possibilidade de opções biológicas, seja por meio dos parasitóides de ovos, dos gêneros *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea*, seja pelos braconídeos e iquineumonídeos, parasitóides larvais;

- O controle biológico, como medida isolada ou mesmo associada com produtos químicos, estes seletivos e aplicados nas épocas de menores populações dos referidos inimigos naturais, poderá levar a uma racionalização do controle da broca-do-abacate, ao lado da medida cultural desenvolvida com o ensacamento de frutos, medida esta que poderá contribuir para diminuir as populações de *S. catenifer* após a colheita do abacate.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, E.J. Estudios sobre el barrenador del hueso y pulpa del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 (Lepidoptera: Stenomidae): I - Biología y hábitos; II - Descripción morfológica; III - Control químico bajo condiciones de campo. Chapingo, 1970. 163p. Tesis (Maestro) – Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados.
- ACEVEDO, E.J.; VÁSQUEZ, J.T.; MOSS, C.S. Estudios sobre el barrenador del hueso y pulpa del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Stenomidae). **Agrociencia**, n.9, p.17-24, 1972.
- ALTIERI, M.A.; CURE, J.R.; GARCIA, M.A. The role and enhancement of Parasitic Hymenoptera Biodiversity in Agroecosystems In: LASALLE, J.; GAULD, I.D. **Hymenoptera Biodiversity**. Wallingford: CAB International, 1993. p. 257-275.
- ANDRADE, J.S. Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* (Hym: Trichogrammatidae) e *Trichogramma acacioi* (Hym: Trichogrammatidae), parasitóides de ovos do desfolhador do abacateiro *Nipteria panacea* (Lep: Geometridae), em dois hospedeiros alternativos. Viçosa, 2000. 53p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- ARAUJO, R.L. Duas pragas do abacateiro. **Biológico**, v.10, p.231-232, 1939.

- ARELLANO CRUZ, G. El "barrenador del fruto del palto" *Stenoma catenifer* Walsh. y su control natural en Chanchamayo y Satipo. **Revista de la Asociación Peruana de Ecología**. v.1, p.55-58, 1998.
- ÁVILA, C.J.; MILANEZ, J.M.; PARRA, J.R.P. Previsão de ocorrência de *Diabrotica speciosa* utilizando-se o modelo de graus-dia de laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.4, p.427-432, 2002.
- BARTLETT, A.C. Genetic, changes during insect domestication, In: KING, E.G.; LEPPA, N.C (Ed.) **Advances and challenges in insect rearing**. New Orleans: USDA, 1984. 306p.
- BESERRA, E.B. Biologia, etologia e capacidade de parasitismo de *Trichogramma* spp. visando ao controle biológico de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). Piracicaba, 2000. 133p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- BESERRA, E.B.; DIAS, C.T.S.; PARRA, J.R.P. Características biológicas de linhagens de *Trichogramma pretiosum* desenvolvidas em ovos de *Spodoptera frugiperda*. **Acta Scientiarum**, v.25, n.2, p.479-483, 2003.
- BLEICHER, E.; PARRA, J.R.P. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. I. Biologia de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, n.8, p.929-940, 1989.
- BOSCÁN de MARTÍNEZ, N.; GODOY, F.J. *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae) parasito del taladrador del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Stenomidae) en Venezuela. **Agronomia Tropical** v.32, p.205-208, 1982.

- BOSCÁN DE MARTINEZ, N.; GODOY, F.J. Observaciones preliminares sobre la biología de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Stenomidae) taladrador del aguacate (*Persea americana* Mill.). **Agronomia Tropical**, v.34, p.205-208, 1984.
- BOTELHO, P.S.M.; PARRA, J.R.P.; CHAGAS NETO, J.F.; OLIVEIRA, C.P.B. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, n.3, p.491-496, 1999.
- BOWEN, W.R.; STERN, V.M. Effect of temperature on the production of males and sexual mosaics in a uniparental race of *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.59, n.4, p.823-834, 1966.
- BUSCK, A. A microlepidopteron injurious to avocado. **Proceedings of Entomological Society of Washinton**, v.21, n. 6, p.58-59, 1919.
- BUTT, B. A.; CANTU, E., **Sex determination of lepidopterous pupae**, United States Departament of Agriculture, Washington, ARS 33-75, 1962. 7p.
- CALLAHAN, P.S. Oviposition response of the corn earworm to differences in surface texture. **Journal of Kansas Entomological Society**, v.30, p.59-63, 1957.
- CERVANTES PEREDO, L.; LYAL, C.H.C.; BROWNS, V.K. The Stenomatidae moth *Stenoma catenifer* Walsingham: a pre-dispersal seed predator of greenheart (*Chlorocardium rodiei* (Schomb.) Rohwer, Richter & Van der Werff) in Guyana. **Journal of Natural History**, v.33, p.531-542, 1999.

- COSTA LIMA, A.M. Insectos inimigos do abacateiro *Persea gratissima*, no Brasil. **Chacaras e Quintais**, v.27, p.304-308, 1923.
- COSTA LIMA, A.M. **Insetos do Brasil**, Lepidópteros. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia. 1945. 379p. (Série didática, 7).
- DADD, R.H. Qualitative requirements and utilization of nutrients: insects. In KECHICGL, JUNIOR.M. (Ed.). **Handbook series in nutrition and food**. Section D, v.1, p.305-346, 1977.
- DeBACH, P. The competitive displacement and coexistence principles. **Annual Review of Entomology**, v.11, p.183-212, 1966.
- DONADIO, L.C. **Abacate para exportação**: aspectos técnicos da produção. 2. ed. Brasília, DF: FRUPEX, 1995. 109p.
- DYAR, H.G. The number of molts of lepidopterous larvae. **Psyche**, v.5, p.420-433, 1890.
- ELZEN, G.W.; KING, E.G. Periodic release and manipulation of natural enemies. In: Bellows, T.S.; Fisher, T.W. (Ed.) **Handbook of biological control**. London: Academic Press, 1999. p.253-270.
- FNP CONSULTÓRIA & COMERCIO. AGRIANUAL 2001: **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo, 2004. 496p.
- FORNAZIER M.; PIFFER, R.; TEIXEIRA, C.P.; ATHAYDE, M.O. Controle da broca do fruto do abacateiro (*Stenoma catenifer* Wals.) na região serrana do Estado do Espírito Santo, 1994. 2p. (comunicado Técnico).

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D. **Manual de Entomologia Agrícola**. 2.ed. São Paulo: Ceres, 1988. 649p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 10).

GARCIA, M.S. Bioecologia e potencial de controle biológico de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae), o bicho-furão-dos-citros, através de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879. Piracicaba, 1998. 118p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

GAZIT, S. Pollination and fruit set of avocado. In: INTERNATIONAL TROPICAL FRUIT SHORT COURSE: The Avocado, Florida, 1976. **Proceedings** Florida: S.ed, 1976. p.92-95.

GILBERT, L.E.; SINGER, M.C. Butterfly ecology. **Annual Review of Ecology and Systematic**, v.6, p.365-397, 1975.

GOMES, S.M. Comparação de três hospedeiros alternativos para criação e produção massal de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *T. galloi*, 1988. Piracicaba, 1997. 106p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

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

- HASSAN, S.A. Selection of suitable *Trichogramma* strains to control the codling moth *Cydia pomonella* and the two summer fruit tortrix moths *Adoxophyes orana*, *Pandemis heparana* (Lep., Tortricidae). **Entomophaga**. v.34, n.1, p.19-27, 1989.
- HASSAN, S.A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap.7, p.183-206.
- HASSEL, M.P.; MORAN, V.C. Equilibrium levels and biological control. **Journal of Entomological Society of South África**, v.36, p-357-366, 1976.
- HIGLEY, L.G.; PEDIGO, L.P.; OSTLIE, K.R.; DEGDAY: a program for calculating degree-days, and assumptions behind the degree-day approach. **Environmental Entomology**, v.5, p.999-101, 1986.
- HOHMANN, C.L.; MENEGUIM, A.M. Observações preliminares sobre a ocorrência da broca do abacate, *Stenoma catenifer* Wals. no estado do Paraná. **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil** v. 22, n.2, p.417-419, 1993.
- HOHMANN, C.L.; SANTOS, W.J.; MENEGUIM, A.M. Avaliação de técnicas de manejo para o controle da broca-do-abacate, *Stenoma catenifer* (Wals.) (Lepidoptera: Oecophoridae). **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.22, n.3, p.359-363, 2000.
- HOHMANN, C.L.; MENEGUIM, A.M.; ANDRADE, E.A.; NOVAES, T.G.; ZANDONÁ, K. The avocado fruit borer, *Stenoma catenifer* Wals. (Lepidoptera: Elachistidae) egg and damage distribution and parasitism. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3, p.432-435, 2003.

- HONDA, J.Y.; LUCK, R.F. Interactions between host attributes and wasp size: a laboratory evaluation of *Trichogramma platneri* as an augmentative biological control agent for two avocado pests. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.100, p.1-13, 2001.
- HONÉK, A. Geographical variation in thermal requirements for insect development. **European Journal of Entomology**, v.93, p.303-312, 1996.
- HUFFAKER, M.; MESSENGER, P.S. **Theory and practice of biological control**, New York: Academic Press, 1976. 788p.
- INOUE, M.S.R.; PARRA, J.R.P. Efeito da temperatura no parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 sobre ovos de *Sitotroga cerealella* (Oliv., 1819). **Scientia Agrícola**, v.55, p.222-226, 1998.
- JACKSON, D.M.; SEVERSON, R.F.; JOHNSON, A.W.; HERZOG, G.A. Effects of cuticular duvane diterpenes from green tobacco leaves on tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition. **Journal of Chemical Ecology**, v.12, p.1349-1359, 1986.
- JENSEN, R.L.; NEWSOM, L.D.; GIBBENS, J. The soybean looper: effects of adult nutrition on oviposition, mating frequency, and longevity. **Journal of Economic Entomology**, v.67, p.467-470, 1974.
- JOSLYN, D.J. Maintenance of genetic variability in reared insects. In: KING, E.G.; LEPLA, N.C. (Ed.). **Advances and challenges in insect rearing**. Washington, DC: U.C. Government Printing Office, 1984. p.20-29.

- KNIPLING, E.F. The theoretical basis for augmentation of natural enemies. In: RIDGWAY, R.L.; VINSON, S.B. (Ed.). **Biological control aummentation of natural enemies**. New York: Plenum Press, 1977. cap.3, p. 79-123.
- KOLLER, O.C. **Abacaticultura**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1984. 138p.
- LANDRY, B.; ROQUE-ALBELO, L. Presence of *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera, Elachistidae, Stenomatinae), the avocado seed moth, in the Galápagos. **Noticias de Galápagos**, n. 62, p.15-16, 2003.
- 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.
- LOPES, J.R.S.; PARRA, J.R.P. Efeito da idade de ovos do hospedeiro natural e alternativo no desenvolvimento e parasitismo de duas espécies de *Trichogramma*. **Revista de Agricultura**, v.66, n.3, p.221-241, 1991.
- LUKEFAHR, M.J.; MARTIN, D.F. The effects of various larval and adult diets on fecundity and longevity of the bollworm, tobacco budworm, and cotton leafworm. **Journal of Economic Entomology**, v.57, p.233-235, 1964.
- MACEDA, A.; HOHMANN, C.L.; SANTOS, H.R. Temperature effects on *Trichogramma pretiosum* Riley and *Trichogrammatoidea annulata* De Santis. Brazilian. **Archives of Biology and Technology**. v.46, n.1 p.27-32, 2003.

- MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A.S.; CARVALHO, R.S Moscas-das-frutas no MIP-Citros In: DONADIO, L.C.; GRAVENA, S. (Ed.). Manejo integrado de pragas dos citros. Campinas: Fundação Cargil, 1994. cap. 12, p.211-231.
- MARINO, M.E. El *Copturomimus perseae* Hustache nueva especie entomológica grave plaga del aguacate en Colombia. **Revista de la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín**. v.7, n.26, p.167-247, 1947.
- MEDINA, J.C. **Abacate**: da cultura ao processamento e comercialização. Campinas: Ital, 1978. 73p.
- MENTEN, L.A.S.; PARRA, J.R.P. Biología de *Plodia interpunctella* (Hubner, 1813) (Lepidoptera: Phycitidae) em soja (*Glycine max* (L.) Merr.). **O solo**, v.70, n.1, p.39-43, 1978.
- MIHSFELDT, L.H. Biología e exigências térmicas de *Tuta absoluta* (Meyriek, 1917) em dieta artificial. Piracicaba, 1998. 78p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- MOLINA, R.M.S. Bioecología de duas espécies de *Trichogramma* para o controle de *Ecdytoplopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae) em citros. Piracicaba, 2003. 80p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- MORETI, A.C.; PARRA, J.R.P. Biología comparada e controle de qualidade de *Heliothis virescens* (Fabricius, 1777) (Lepidoptera: Noctuidae) em dietas naturais e artificial. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.50, p.7-15, 1983.

- NANTES, J.F.D.; PARRA, J.R.P. Influência da alimentação sobre a biologia de *Perileuoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera, Lyonetiidae). **Científica**, v.6, n.2, p.262-268, 1978.
- NAVA, D.E.; PARRA, J.R.P. Biology of *Cerotoma arcuatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) and field validation of a laboratory model for temperature requirements. **Journal of Economic Entomology**, v.96, n.3, p.609-614, 2003a.
- NAVA, D.E.; PARRA, J.R.P. Seleção de linhagens de *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* para o controle da broca-do-abacate. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 8., São Pedro, 2003. **Resumos**. São Pedro: SEB, 2003b. p.127.
- NEWTON, P.J.; ODENDAAL, W.J. Commercial inundative releases of *Trichogrammatoidea cryptophlebiae* (Hym.: Trichogrammatidae) against *Cryptophlebia leucotreta* (Lep.: Tortricidae) in *Citrus*. **Entomophaga**, v.35, n.4, p.545-556, 1990.
- OATMAN, E.R.; PLATNER, G.R. Biological control of two avocado pests. **California Agriculture**, v.39, n.11/12, p.21-23, 1985.
- OATMAN, E.R.; MCMURTRY, J.A.; WAGGONER, M.; PLATNER, G.R.; JOHNSON, H.G. Parasitization of *Amorbia cuneana* (Lepidoptera: Tortricidae) and *Sabulodes aegrotata* (Lepidoptera: Geometridae) on avocado in southern California. **Annals of the Entomological Society of America**, v.76, n.1, p.52-53, 1983.
- PAK, G.A.; BUIS, C.E.M.; HECK, I.C.C.; HERMANS, M.L.G. Behavioural variations among strains of *Trichogramma* spp. host age selection. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.40, p.247-258, 1986.

- PARRA, J.R.P. Biologia comparada de *Perileuoptera 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. Consumo e utilização de alimento por insetos. In: PANIZZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Ed.) **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo, Editora Manole, 1991. cap. 2, p.9-65, 359p.
- PARRA, J.R.P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogrammae o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap. 4, p.121-150.
- PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. 4. ed. Piracicaba: FEALQ, 1999. 137p.
- PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programa de controle biológico**. 6º ed. Piracicaba: FEALQ, 2001. 134p.
- PARRA, J.R.P.; HADDAD, M.L. **Determinação do número de ínstares de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1989. 49p.
- PARRA, J.R.P.; PRECETTI, A.A.C.M.; KASTEN JUNIOR, P; Aspectos biológicos de *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja e algodoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.6, p.147-155, 1977.
- PARRA, J.R.P.; EIRAS, A.E.; HADDAD, M.L.; VILELA, E.; KOVALESKI, A. Técnica de criação de *Phtheochroa cranaodes* Meyrick (Lepidoptera: Tortricidae) em dieta artificial. **Revista Brasileira de Biologia**, v.55, n.4, p.537-543, 1995.

- PARRA, J.R.P. O controle biológico e o manejo de pragas: passado, presente e futuro. In: GUEDES, J.V.C.; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS; cap.4, 2000, p.59-69.
- PARRA, J.R.P.; MILANO, P.; CONSOLI, F.L.; ZERIO, N.G.; HADDAD, M.L. Efeito da nutrição de adultos e da umidade na fecundidade de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** v.28, n.1, p.49-57, 1999.
- PINTO, J.D. Taxonomia de Trichogrammatidae (Hymenoptera) com ênfase nos gêneros que parasitam Lepidoptera. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap. 1, p.13-40.
- PRATISSOLI, D.; FORNAZIER, M.J. Ocorrência de *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares (Hym.: Trichogrammatidae) em ovos de *Nipteria panacea* Thirry-Mieg (Lep.: Geometridae), um geometrideo desfolhador do abacateiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** v.28, n.2, p.347-349, 1999.
- PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Fertility life of *Trichogramma pretiosum* (Hym., Trichogrammatidae) in eggs of *Tuta absoluta* and *Phthorimaea operculella* (Lep., Gelechiidae) at different temperatures. **Journal of Applied Entomology**, v.124, p.339-342, 2000.
- PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, v.30, n.2, p.277-282, 2001.

- RAMASWAMY, S.B. Host finding by moths: sensory modalities and behaviours. **Journal of Insect Physiology**, v.34, p.235-249, 1988.
- RAUSHER, M.D. Larval habitat suitability and oviposition preference in three related butterflies. **Ecology**, v.60, p.503-511, 1979.
- REITZ, S.R.; TRUMBLE, J.T. Competitive displacement among insects and arachnids. **Annual Review of Entomology**, v.47, p.435-465, 2002.
- RENWICK, J.A.A.; RADKE, C.D. Ovipositional choice and larval survival of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). **Environmental Entomology**, v.11, p.503-505, 1982.
- RENWICK, J.A.A.; CHEW, F.S. Oviposition behavior in Lepidoptera. **Annual Review of Entomology**, v.39, p.377-400, 1994.
- REZNIK, S.Y.; UMAROVA, T.Y. The influence of host's age on the selectivity of parasitism and fecundity of *Trichogramma*. **Entomophaga**, v.35, n.1, p.31-37, 1990.
- REZNIK, S.Y.; UMAROVA, T.Y.; VOINOVICH, N.D. The influence of previous host age on current host acceptance in *Trichogramma*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.82, p.153-157, 1997.
- RUBERSON, J.R.; TAUBER, M.J.; TAUBER, C.A. Biotypes of *Edovum puttleri* (Hymenoptera: Eulophidae): responses to developing eggs of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). **Annals of Entomological Society of America**, v.80, p.451-455, 1987.

- SÁ, L.A.N. Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, visando avaliar o seu potencial para o controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho. Piracicaba, 1991. 107p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SÁ, L.A.N.; PARRA, J.R.P. Biology and parasitism of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae) on *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lep., Pyralidae) and *Heliothis zea* (Boddie) (Lep., Noctuidae) eggs. **Journal of Applied Entomology**, v.118, p.38-43, 1994.
- SALLES, L.A.B., MARINI, L.H. Etiologia do ataque das lagartas de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) em pessegueiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.18, n.2, p.337-345, 1989.
- SASSCER, E.R. Important foreign insect pests collected on imported nursery stock. **Journal of Economic Entomology**, v.11, n.7, p.125-127, 1918.
- SHULTZ, J.C. Many factors influence the evolution of herbivore diets, but plant chemistry is central. **Ecology**, v.69, p.896-897, 1988.
- SILVA, L.K.F. Uso da radiação do Cobalto-60, para controlar a broca-do-abacate *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 (Lepidoptera: Elachistidae) e seus efeitos na qualidade do fruto de *Persea americana* (Miller) (Lauraceae). Piracicaba, 2004. 99p. Tese (Doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.
- SINGH, P. 1977. **Artificial diets for insects, mites, and spiders**. New: York: Plenum, 1977. 594p.

- SINGH, P. A general purpose laboratory diet mixture for rearing insects. **Insect Science and its Application**, Elmsford: ,1983. v.4, p.357-362.
- SINGH, P.; MOORE, R.F. **Handbook of Insect Rearing**. Amsterdam: Elsevier, 1985. 2v.
- SLANSKY, F.JR.; RODRIGUEZ, J.G. Nutricional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates: an overview. In: SLANSKY, F.JR.; RODRIGUEZ, J.G. **Nutricional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates**. New York: John Wiley, 1987. p.1-69.
- SMITH, S.M. Biological control with *Trichogramma* advances, and potencial of their use. **Annual Review of Entomology**, v.41, p.373-406, 1996.
- STÄDLER, E. Host plant stimuli affecting oviposition of the eastern spruce budworm. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.17, p.176-188, 1974.
- STEIN, C.P.; PARRA, J.R.P. Uso da radiação ultra-violeta para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) visando estudos com *Trichogramma* sp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v.16, n.1, p.229-231, 1987.
- STINNER, R.E. Efficacy of inundative releases. **Annual Review of Entomology**, v.22, p.513-531, 1977.
- TAYLOR, A. Parasitoid competition and the dynamics of host-parasitoid models. **The American Naturalist**, v.132, n.3, p.417-436, 1988.
- TEIXEIRA, C.G. **Abacate**. Campinas: ITAL, 1992. cap. 1, p.1-57.

- THOMPSON, J.N.; PELLMYR, O. Evolution of oviposition behavior and host preference in Lepidoptera, **Annual review of entomology**, v.36, p.65-89, 1991.
- VENTURA, M.U.; DESTRO, U.D.; LOPES, E.C.A.; MOLTALVÁN, R. Avocado moth (Lepidoptera: Stenomitidae) damage in two avocado cultivars. **Florida Entomologist**, v.82, n.4, p.625-630, 1999.
- VINSON, S.B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família *Trichogrammatidae*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap.3, p.67-120.
- WAINBERG, E.; HASSAN, S.A. **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: British Library, 1994. 286p.
- WEI, X.; JOHNSON, S.J.; HAMMOND, A.M. Sugar-feeding strategy of adult velvetbean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae). **Environmental Entomology**, v.27, p.1235-1241, 1998.
- WILLE, J.E. **Entomologia Agrícola del Perú** 2.ed. Lima: Estación Experimental Agrícola de la Molina, Ministerio de Agricultura, 1952. 541p.
- WOLFENBARGER, D.O.; COLBURN, B. The *Stenoma catenifer*, a serious avocado pest. **Proceedings of Florida State Horticulture Society**, v.92, p.315-318, 1979.
- WYSOKI, M.; DE JONG, M. Attraction of *Trichogramma platneri* to eggs of some lepidopterous pests of avocado. **Phytoparasitica**, v.17, n.4, p.315-318, 1989.

ZACHRISSON, B.A. Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para o controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, na cultura da soja. Piracicaba, 1997. 106p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

ZACHRISSON, B.; PARRA, J.R.P. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para o controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 em soja. **Scientia Agricola**, v.55, n.1, p.133-137, 1998.

ZEISS, M.R.; KOEHLER, K.J.; PEDIGO, L.P. Degree-day requirements for development of the bean leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) under two rearing regimes. **Journal of Economic Entomology**, v.89, n.1, p.111-118, 1996.