**BIOLOGIA, EXIGÊNCIAS TÉRMICAS E INIMIGOS NATURAIS DA BROCA-
DA-POLPA DAS ANONÁCEAS *Cerconota anonella* (SEPP, 1830)
(LEPIDOPTERA: OECOPHORIDAE)**

MÔNICA JOSENE BARBOSA PEREIRA
Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. EVONEO BERTI FILHO

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Janeiro - 2001

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

Pereira, Mônica Josene Barbosa

Biologia, exigências térmicas e inimigos naturais da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (SEPP, 1830) (Lepidoptera: Oecophoridae) / Mônica Josene Barbosa Pereira. - - Piracicaba, 2001

74 p. : il.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001.
Bibliografia.

1. Anonácea 2. Broca-do-fruto 3. Controle biológico 4. Dieta artificial 5. Entomologia agrícola 6. Exigência térmica I. Título

CDD 634.41

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

A Deus

Agradeço

Aos meus pais José Pereira e Irlene Barbosa

Dedico

Ao meu namorado José Lino Neto

Ofereço

A minha querida avó Maria (in memoriam)

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola (ESALQ/USP), pela oportunidade de realização do Curso de Doutorado;

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro;

Ao Dr. Evoneo Berti Filho pela orientação e amizade;

Aos professores do Curso de Pós-graduação em Entomologia pelos ensinamentos transmitidos durante o Curso;

Ao professor Sinval pela ajuda na interpretação dos dados;

Ao Prof. Dr. Jóse Roberto Postali Parra pelo apoio durante a condução dos experimentos;

Ao Prof. Celso Omoto pela amizade;

À Neide e Peter pelo apoio e amizade durante a execução deste trabalho;

À Solange e ao Prof. Dr. Sérgio Batista Alves pela identificação do fungo;

À professora Marinéia pela amizade e ajuda nas análises estatísticas;

A Shoshin Kameama (CATI - Lins) e Ryosuki Kawati (CATI - Campinas) pelo apoio na condução deste trabalho e pela amizade;

A EMBRAPA-CERRADOS pelo apoio e assistência;

Ao Dr. John LaSalle (Natural History Museum - Department of Entomology, England) pela identificação de *Trichospilus diatraeae*;

Ao Dr. Nelson Periotto (Instituto Biológico - Ribeirão Preto, SP) pela identificação de *Brachymeria annulata*;

Ao Dr. Jacques Delabie (Centro de Pesquisa do Cacau - CEPLAC) pela identificação da formiga predadora *Camponotus (Myrmothrix) rufipes*;

Aos amigos Falcão, Welington, Maria Elvira, Marcos, Cássia e Neide EMBRAPA-Cerrados;

À minha grande amiga e "irmã de coração" - Aldenise

À Maria Alice, Ivone Ycuma e Jânio pelo apoio incondicional e pela amizade, durante a condução dos experimentos na EMBRAPA-CERRADOS;

Ao biólogo Heraldo Negri pelas fotografias, que ilustraram este trabalho;

Aos amigos Rosangela, Marina, Charles, Teresinha, Cidoca, Ranyse, Érica, Marilene, Jorge, Jairo, Luzinério, Reginaldo, Vargas, Eduardo, Dori, Gabriela, Crébio, Maria José, Adriane, Cássia, Luciane, Moisés, Carlos, Júlio, Beth;

Ao João Gorá pela ajuda e amizade;

À Regina pela amizade e ajuda;

À Patrícia Milano pela atenção na elaboração dos desenhos esquemáticos;

À Ana Gabriela pela ajuda;

Às estagiárias Fernanda Martinelli, Luciana Santos, Sílvia Maria, Raquel Cândido e Maria Elda pela ajuda e amizade;

À todos aqueles que, direta ou indiretamente colaboraram para a execução deste trabalho.

SUMÁRIO

	PÁGINAS
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	xi
SUMMARY	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Descrição e danos de <i>Cerconota anonella</i>	4
2.2. Ciclo biológico <i>C. anonella</i>	6
2.3. Inimigos naturais de <i>C. anonella</i>	7
2.4. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações para alguns lepidópteros praga	8
2.5. Dieta artificial na criação de insetos	9
2.6. Reprodução em Lepidoptera	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Inimigos naturais de <i>Cerconota anonella</i>	13
3.1.1. Parasitóides de larva	15
3.1.2. Parasitóide de pupa	15
3.1.3. Fungo entomopatogênico	15
3.1.4. Formiga predadora	16
3.2. Criação massal de <i>C. anonella</i> em fruto de pinha (<i>Annona squamosa</i>) para estudos de exigências térmica	16
3.2.1. Exigências térmicas de ovos.....	17
3.2.2. Exigências térmicas de larvas.....	17

3.2.3. Exigências térmicas de pupas	17
3.2.4. Estimativa do número de gerações.....	18
3.2.5. Efeito de diferentes temperaturas sobre adultos	18
3.2.6. Análise dos dados de exigências térmicas	19
3.3. Criação de <i>C. anonella</i> em dieta artificial.....	20
3.3.1. Desenvolvimento larval em dietas com diferentes fontes protéicas	21
3.3.2. Desenvolvimento embrionário	23
3.3.3. Determinação do número de ínstaras larvais	23
3.3.4. Dimorfismo sexual de pupas	23
3.3.5. Potencial reprodutivo de adultos	24
3.4. Capacidade reprodutiva de machos de <i>C. anonella</i>	24
3.5. Efeito da alimentação na reprodução de <i>C. anonella</i>	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1. Inimigos naturais de <i>Cerconota anonella</i>	26
4.1.1. Parasitóides de larva	26
4.1.2. Parasitóide de pupa	27
4.1.3. Fungo entomopatogênico	29
4.1.4. Formigas predadoras	29
4.2. Exigências térmicas para as fases de desenvolvimento de <i>C. anonella</i>	30
4.2.1. Fase de ovo	30
4.2.2. Fase de larva	31
4.2.3. Fase de pupa	32
4.2.4. Estimativa do número de gerações	35
4.2.5. Fase adulta	39
4.3. Criação de <i>C. anonella</i> em dieta artificial	43
4.3.1. Desenvolvimento larval em dietas com diferentes fontes de proteína	43

4.3.2. Desenvolvimento embrionário de <i>C. anonella</i> criada em dieta artificial	46
4.3.3. Determinação do número de ínstares larvais	50
4.3.4. Dimorfismo sexual de pupas	52
4.3.5. Potencial reprodutivo de adultos	54
4.4. Capacidade reprodutiva de machos de <i>C. anonella</i>	56
4.5. Efeito da alimentação de adultos na reprodução de <i>C. anonella</i>	58
5. CONCLUSÕES	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINAS
1. Gaiola de acasalamento (20,0 x 15,0 cm) para criação massal da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae)	14
2. Gaiola de plástico transparente (11,0 x 8,0 cm) para criação de adultos dos parasitóides de larva <i>Apanteles</i> sp. e <i>Xyphosomella</i> sp. e do parasitóide pupal <i>Brachymeria annulata</i>	14
3. Principais regiões produtoras de <i>Annona</i> spp. do Estado de São Paulo	19
4. Gaiolas de acasalamento (10,0 x 10,0 cm) para experimentos de reprodução da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae)	20
5. Parasitóides de pupa da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae) A. <i>Brachymeria annulata</i> (Hymenoptera: Chalcididae) B. <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae)	28
6. Curva de velocidade das fases de desenvolvimento e ciclo total da broca-da-polpa-das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae) em diferentes temperaturas. 90,0 ± 5,0 % UR e 14 horas de fotoperíodo	36
7. Seqüência do desenvolvimento embrionário da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae)	47
8. Curva de distribuição de freqüência de larguras de cápsulas cefálicas de larvas da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae) criadas em dieta artificial	50

9. Dimorfismo sexual de pupas fêmea e macho da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae).....	52
10. Porcentagem de cópulas realizadas por machos da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae)	56
11. Espermatóforos de primeira (A) e quinta cópula (B) da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae)	57

LISTA DE TABELAS

PÁGINAS

1. Diferentes fontes protéicas utilizadas em dietas para criação da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae) em laboratório.....	22
2. Exigências térmicas para as diferentes fases de desenvolvimento da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae). 90,0 ± 5,0 % UR e 14 horas de fotoperíodo	33
3. Viabilidade, peso e razão sexual da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae) em diferentes temperaturas. 90,0 ± 5,0 % UR e 14 horas de fotoperíodo.....	34
4. Limite inferior de temperatura (T _b), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R ²) das diferentes fases de desenvolvimento da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae)	37
5. Normais climáticas de cinco regiões produtoras de <i>Annona</i> do Estado de São Paulo	38
6. Número de gerações da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae) em cinco regiões produtoras do Estado de São Paulo	39
7. Longevidade, fecundidade e fertilidade da broca-da-polpa-das-anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae) em diferentes temperaturas. 90,0 ± 5,0 % UR e 14 horas de fotoperíodo	42

8. Duração (dias) das fases de larva, pré-pupa, pupa (peso em mg), viabilidade e razão sexual da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae), criadas em diferentes fontes protéicas. Temperatura: $25,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, $60,0 \pm 1,0\%$ UR e 14 horas de fotoperíodo	45
9. Medidas de maior comprimento (mm) e largura (mm) de ovos da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae)	48
10 Medidas de larvas recém-eclodidas da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae) criadas em dieta artificial	49
11. Número de ínstarés da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae)	51
12. Medidas de comprimento de pupas fêmeas e machos da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae) criadas em dieta artificial	53
13. Longevidade, fecundidade e fertilidade de fêmeas e machos da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> criadas em dieta artificial. Temperatura: $25,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, $60,0 \pm 1,0\%$ UR e fotoperíodo de 14 horas	55
14. Diferentes concentrações de sacarose e mel, na alimentação de adultos da broca-da-polpa das anonáceas <i>Cerconota anonella</i> (Lepidoptera: Oecophoridae). Temperatura: $24,3 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$, $62,5 \pm 3,1\%$ UR e 14 horas de fotoperíodo	60

BIOLOGIA, EXIGÊNCIAS TÉRMICAS E INIMIGOS NATURAIS DA BROCA-DA-POLPA DAS ANONÁCEAS *Cerconota anonella* (SEPP, 1830)
(LEPIDOPTERA: OECOPHORIDAE)

Autor: MÔNICA JOSENE BARBOSA PEREIRA

Orientador: Prof. EVONEO BERTI FILHO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi registrar os principais inimigos naturais de *Cerconota anonella*, estudar suas exigências térmicas e identificar uma dieta artificial para a criação desta praga em laboratório. O levantamento dos inimigos naturais foi conduzido na EMBRAPA/CPAC – Centro de Pesquisa do Cerrado, Distrito Federal. O parasitóide larval *Apanteles* sp. foi a espécie mais abundante durante as coletas. O ciclo de ovo a adulto deste parasitóide foi de aproximadamente 15 dias, no entanto, na primeira geração só emergiram machos. O outro parasitóide larval encontrado foi *Xyphosomella* sp., mas não houve parasitismo em laboratório. Como parasitóide de pupa registrou-se a ocorrência de *Brachymeria annulata* cujo ciclo de ovo a adulto foi, em média, de 19,0 dias. Todos os adultos da primeira geração eram machos, inviabilizando a criação em laboratório. O outro parasitóide pupal encontrado foi a espécie *Trichospilus diatraeae*, cujo ciclo de vida variou de 15,0 a 18,0 dias. O número de progênie por pupa variou de 100 a 200 indivíduos, com razão sexual de 0,75. Além dos parasitóides foi encontrada a formiga predadora *Camponotus* (*Myrmothrix*) *rufipes* e o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*, infectando larvas e pupas. Os experimentos de exigências térmicas de *C.*

anonella foram conduzidos no laboratório de Controle Biológico do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, Piracicaba. A faixa de temperatura de 25⁰C a 30⁰C foi a mais adequada para manter ovos, larvas e pupas em laboratório. Para os adultos, o máximo potencial reprodutivo foi obtido na faixa de 18⁰C a 25⁰C. Nas localidades de Jales, Mirandópolis, Dracena, Lins e Jaboticabal podem ocorrer de 9 a 10 gerações anuais de *C. anonella*, e de 7 a 8, durante o período de frutificação da pinha. A dieta artificial mais adequada para o desenvolvimento de *C. anonella* foi aquela que tem como fonte de proteína germe de trigo e farelo de soja. Os parâmetros biológicos avaliados nos indivíduos criados nessa dieta apresentaram resultados semelhantes aqueles observados nos indivíduos criados em fruto. O desenvolvimento embrionário foi descrito. As larvas de *C. anonella* criadas em dieta artificial apresentaram cinco instares larvais. O dimorfismo sexual de pupas é bastante característico e distinguido pela localização da abertura genital. O macho pode copular até 5 vezes durante a vida, com intervalo mínimo de 24 horas entre cópulas. A longevidade de adultos foi reduzida quando foi oferecido somente água para os adultos. A fecundidade de fêmeas foi alta, quando alimentadas com diferentes concentrações de mel e sacarose.

BIOLOGY, THERMAL REQUIREMENTS AND NATURAL ENEMIES OF THE
Annona FRUIT BORER *Cerconota anonella* (SEPP, 1830)
(LEPIDOPTERA: OECOPHORIDAE)

SUMMARY

This research on *Cerconota anonella* was carried out to register its main natural enemies, to study its thermal requirements and to determine an artificial diet for rearing this pest in laboratory. The survey of the natural enemies was done at the Cerrado Research Center of EMBRAPA, in Brasilia, Federal District, Brazil. The larval parasitoid, *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae) was the most abundant species collected during the survey. The egg-adult period of this parasitoid was ca. 15 days, but only males have emerged in the first generation. The other larval parasitoid collected, *Xyphosomella* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), failed to parasitize the larvae in laboratory. *Brachymeria annulata* (Hymenoptera: Chalcididae), the pupal parasitoid collected, showed an egg-adult period of ca. 19 days, but again, all the adults emerging from the first generation were males. The other pupal parasitoid collected, *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae), showed an egg-adult period varying from 15 to 18 days, producing 100 to 200 individuals per parasitized pupa and a sex ratio of 0.75. The other natural enemies found were the preying ant *Camponotus* (*Myrmothrix*) *rufipes* and the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* infecting larvae and pupae. The experiments on thermal requirements of *C. anonella* were carried out in the Laboratory of Biological Control, Department of Entomology, Plant Pathology and Agricultural Zoology, College of Agriculture Luiz de Queiroz, University of São Paulo, in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. The range of temperature from 25⁰ to 30⁰C was the most suitable one for keeping eggs, larvae and pupae in laboratory. For the adults the highest reproductive potential

was obtained in the temperature range from 18⁰ to 25⁰C. In the regions of Jales, Mirandópolis, Dracena, Lins and Jaboticabal, state of São Paulo, *C. anonella* presents 9 to 10 generations per year. When one considers only the fruiting period, the number of annual generations varies from 7 to 8. The most suitable artificial diet for the development of *C. anonella* is that containing wheat germ and soybean flour as a source of proteins for the biological parameters evaluated have shown similar results to those observed on populations deriving from larvae reared in fruits. The embryonic development of *C. anonella* was described as well. *C. anonella* larvae reared in artificial diet presented five instars. The sexual dimorphism of the pupae is clearly seen by the localization of the genital opening. The male mates up to five times during the adult period, with a minimum interval of 24 hours among matings. The longevity was reduced when adults received only water. Female fecundity was high when they were fed with different concentrations of sucrose and honey solutions.

1. INTRODUÇÃO

A família Annonaceae tem mais de 40 gêneros, dos quais somente *Annona* e *Rollinia* produzem frutos comestíveis. No entanto, este último é mais utilizado como porta-enxerto para outras anonáceas. O gênero *Annona* é o mais explorado comercialmente, apresentando mais de 50 espécies, das quais as mais importantes são: *A. muricata* (graviola), *A. cherimola* (cherimóia), *A. diversifolia* (ilama), *A. squamosa* (pinha), *A. reticulata* (condessa) e o híbrido atemóia (*A. cherimola* x *A. squamosa*). A espécie *A. muricata* é a mais cultivada em todo o mundo (Noonan, 1954).

Os principais países produtores de *A. muricata* são: Venezuela, Colômbia, Porto Rico, Costa Rica, México, Panamá, Jamaica, Cuba, Honduras, Guiana, Suriname, Brasil, Peru, Senegal e Singapura (Hernandez & Angel, 1997). Na América do Sul, a Venezuela se destaca como principal produtor, com rendimento médio de 2,25 ton/ha de frutos (Avilan & Leal, 1984; Ferreira, 1988; Ramos, 1992). Em Porto Rico, a produção variou de 10 a 16 ton/ha (Morton, 1973). No México, a produção média foi de 6,4 ton/ha, porém quando são utilizadas práticas adequadas de manejo, como controle fitossanitário, adubação e poda, o rendimento é estimado em 16,5 ton/ha (Hernandez & Angel, 1997).

No Brasil, plantios de graviola conduzidos sob condições de irrigação, no estado do Ceará, frutificam durante quase todo ano e produzem cerca de 10 ton/ha. No Estado do Amazonas a produção é de cerca de 5 ton/ha (Falcão et al., 1982), e em Minas Gerais, sob condições experimentais, a

produção foi de 5 ton/ha (Freitas, 1997). A pinha (*A. squamosa*) apresenta uma produtividade de 3 a 12 ton/ha (Rebouças, 1997). Quanto a cherimóia, os principais exportadores são Espanha e Chile e, em plantios onde se utilizam práticas de manejo adequadas, a produtividade é de 10 ton/ha (Rangel & Garcia, 1997).

No Brasil, as anonáceas, principalmente a graviola e a pinha, apresentam alto valor comercial, com grandes perspectivas econômicas para comercialização, industrialização e exportação. A pinha se destina única e exclusivamente ao consumo "in natura", já a graviola se destina, em grande parte à comercialização de polpa.

Apesar do Brasil apresentar condições ecológicas favoráveis para o cultivo dessas anonáceas, os problemas fitossanitários, especialmente as pragas, vêm desestimulando o estabelecimento de plantios comerciais.

Na Venezuela foram registradas 27 espécies de insetos-praga atacando anonáceas, dentre elas se destacam a broca-do-fruto, *Cerconota anonella* e a broca-da-semente *Bephratelloides cubensis* e *B. maculiculis* (Marín Acosta, 1973). Domínguez Gil (1980) relatou 16 espécies de insetos fitófagos em graviola, das quais *C. anonella*, *B. maculiculis*, *Corythucha gossypii*, *Cratosomus inaequalis* e *Laspeyresia* sp., causaram grandes prejuízos à cultura.

Na Colômbia, várias espécies de inseto são encontradas atacando *Annona*, no entanto, *C. anonella*, *B. maculiculis* e *C. gossypii* se destacam como pragas de grande importância econômica (Gutiérrez & Tróchez, 1977). Ruiz (1991) agrupou as principais pragas de graviola, de acordo com o hábito alimentar em: **sugadores** – *C. gossypii*, *Selenaspidius articulatus*, *Antileuchus tripterus*, *Aphis spiraecola*, *Tetranychus mexicanus* e *Eriophyes anonae*; **mastigadores** - *Trigona trimidadensis*, *Neotermes* sp.; **broqueadores** - *Trachyderes interruptus* e **perfuradores** - *C. anonella* e *B. maculiculis*.

Em Honduras, os principais insetos sugadores registrados em graviola foram *C. gossypii*, *Calloconophora caliginosa*, *Membracis mexicana*,

Parasaissetia nigra e *Saissetia oleae*. Como broqueadores destacaram-se *B. cubensis* e *C. anonella*, sendo esta última a principal praga de *Annona* spp. (Granadino & Cave, 1997).

Peña & Bennett (1995) listaram 296 espécies de insetos associados a diferentes espécies de *Annona*, em toda região Neotropical. As famílias de insetos encontradas com mais frequência foram Coccidae, Noctuidae, Oecophoridae, Eurytomidae e Nitidulidae. As espécies de insetos mais comuns encontradas nesta região foram *C. anonella*, *B. cubensis*, *B. pomorum*, *P. nigra*, *Saissetia coffeae*, *S. oleae* e *Cocytius antaeus*. As três primeiras são insetos estenófagos e multivoltinos, sendo consideradas pragas-chave de *Annona* spp. em toda região Neotropical.

No Brasil, várias espécies de insetos são relatadas atacando diferentes regiões da planta. Algumas espécies são de ocorrência generalizada e podem causar grandes perdas, outras aparecem esporadicamente na cultura. A broca-do-fruto *C. anonella*, a broca-da-semente, *B. limai*, e a broca-do-tronco *Cratosomus bombina*, são consideradas fatores limitantes à expansão do cultivo de *Annona* no Distrito Federal, Ceará e Amazonas (Pinto & Genú, 1984; Ramos, 1992; Lopes et al., 1994; Caloba & Silva, 1995). Em Pernambuco, a broca-do-fruto, *C. anonella*, e a broca-da-semente, *B. maculicollis*, destacam-se como pragas-chave da cultura (Melo et al., 1983).

A broca-do-fruto, *C. anonella*, destaca-se como a principal praga de *Annona* spp., devido a sua distribuição generalizada e danos que causa em frutos e flores (Oliveira et al., 1992; Junqueira et al., 1996; Braga-Sobrinho et al., 1999).

Devido a importância da *C. anonella* como fator limitante à produção de *Annona* em toda região Tropical, bem como a pouca informação sobre ela, o presente trabalho teve como objetivos (1) registrar os principais inimigos naturais desta praga; (2) estudar suas exigências térmicas em diferentes temperaturas; (3) identificar uma dieta artificial adequada, propiciando assim, o seu estudo em laboratório.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Descrição e Danos de *Cerconota anonella*

Os adultos de *C. anonella*, tanto fêmea quanto macho, são mariposas de coloração branco-acinzentada com reflexos prateados. A fêmea mede, aproximadamente, 10 mm de comprimento e 26 mm de envergadura e o macho, 8 mm de comprimento e 20 mm de envergadura (Fennah, 1937). As asas posteriores apresentam bordas franjadas, cor de fundo branca acinzentada com três listras cinzentas, transversais, eqüidistantes, irregulares e curvas. As asas anteriores, apresentam apenas uma listra acompanhando a margem lateral. As antenas são filiformes e bastante ciliadas nos machos (Ruiz, 1991). São insetos de hábito noturno e as posturas são feitas aleatoriamente em vários frutos em diferentes estágios de desenvolvimento, embora preferencialmente naqueles ainda verdes. As posturas também podem ocorrer nas brotações e inflorescências, na ausência de fruto ou em alta infestação da praga.

O ovo, de formato alongado ou ovóide, mede 0,6 mm de comprimento e 0,25 mm de diâmetro. Ele é de coloração verde-clara e translúcido; com o córion apresentando linhas transversais e longitudinais, dividindo-o em áreas trapezoidais (Fennah, 1937). Inicialmente a larva apresenta coloração branco-cremosa, passando a vermelho-púrpura ou verde, quando está prestes a empupar. Esta variação depende do estado de sanidade do fruto, no qual a larva se alimenta (Nuñez & Dela Cruz, 1982). A cabeça e a

placa cervical apresentam coloração café-escura a quase negra. Cada segmento do corpo apresenta tubérculos escuros que dão a aparência de pintas (Ruiz, 1991).

O dano é causado pela larva, que inicialmente abriga-se entre as fendas naturais do fruto, protegendo-se do exterior com fios de seda. O dano inicial é inexpressivo, formando apenas pequenas trilhas ao longo das fendas. Restos de frutos são colocados sobre os fios de seda. A penetração no fruto, geralmente ocorre a partir do 4^o dia após a eclosão, através de galerias feitas pelas próprias larvas (Melo, 1991; Ruiz, 1991). A larva, ao mesmo tempo que se alimenta, periodicamente limpa sua galeria, empurrando o material excretado para a entrada do túnel, conseqüentemente o orifício de entrada vai sendo alargado à medida que a larva entra na polpa. Estes orifícios constituem uma via de entrada de patógenos e outros insetos oportunistas. A muda ocorre no túnel e a exúvia é empurrada para fora durante a limpeza da galeria. A mortalidade larval parece ocorrer, principalmente, entre a eclosão e a sua entrada no fruto, pois no interior do fruto a mortalidade é bastante baixa (Fennah, 1937). A larva completamente desenvolvida alcança, aproximadamente, 22 mm de comprimento. Neste estágio, pára de se alimentar e passa a construir, com fragmentos do fruto e fios de seda, uma câmara (denominada de "lingüeta"), que se projeta para fora do fruto, dentro da qual a pupa é formada. A pupa, na câmara, apresenta sua extremidade anterior (cabeça) voltada para fora do fruto, facilitando a emergência do adulto. A presença da lingüeta é também, usada como indicativo da praga no campo. A pupa é do tipo obtecta e de coloração castanho-escuro brilhante. As fêmeas medem de 10 a 12 mm de comprimento e os machos, de 7 a 9 mm (Ruiz, 1991).

Os sintomas característicos do ataque dessa broca são os excrementos eliminados pela larva e o escurecimento causado por fungos oportunistas (Fennah, 1937; Gutiérrez & Tróchez, 1977; Braga-Sobrinho et al., 1999). Os frutos pequenos e médios secam totalmente. Nos frutos grandes o

secamento é parcial, ficando a região atingida retorcida com partes enegrecidas, tornando o fruto impróprio para o consumo. A modificação na forma do fruto pode ser devido a destruição de grupos de células durante a entrada do inseto, levando ao retardamento do crescimento da área afetada. Algumas vezes é formada uma profunda depressão paralela à linha axial do fruto (Fennah, 1937).

Os prejuízos causados por *C. anonella* podem variar de 60 a 100% da produção (Nuñez & Dela Cruz, 1982; Calzavara & Müller, 1987; Martínez & Godoy, 1989; Ruiz, 1991; Braga Sobrinho et al., 1999), dependendo da espécie de anonácea, pois naquelas em que a comercialização é por frutos "in natura", o dano causado por uma única larva representa perda de 100%.

2.2. Ciclo biológico de *C. anonella*

O ciclo de vida de *C. anonella*, criadas em fruto de graviola e em condições de laboratório, de ovo até a emergência do adulto foi de 36,4 dias (Bustillo & Peña, 1992). Diferente dos resultados obtidos por Melo (1991), que foi de 28 a 30 dias. O período de incubação é de, aproximadamente, 7,0 dias. As larvas apresentam 5 ínstaes, com duração total de 19,0 dias em média, e a fase de pupa em torno de 10,0 dias (Bustillo & Peña, 1992; Ruiz, 1991). A longevidade dos adultos é de 5 dias para machos e fêmeas (Bustillo & Peña, 1992). A viabilidade dos ovos variou de 80 a 85% e das pupas de aproximadamente, 94% (Melo, 1991).

Após a emergência a fêmea já está sexualmente madura para a cópula. Quando fertilizada, a mariposa inicia a oviposição, depositando os ovos isoladamente na superfície do fruto (Fennah, 1937). O período de pré-oviposição de *C. anonella* foi de 1,0 dia e o número médio de ovos por fêmeas de 17,29 (Bustillo & Peña, 1992). Resultado semelhante foi obtido por Fennah (1937) para fecundidade.

2.3. Inimigos Naturais de *C. anonella*

Existem poucas informações na literatura sobre inimigos naturais de *C. anonella*. Nuñez & De la Cruz (1982) registraram os seguintes inimigos naturais desta praga na Colômbia: *Chrysopa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae), *Baccha* sp. (Diptera: Syrphidae); *Cycloneda sanguinea*, *Hipodamia convergens* e *Curinus* sp. (Coleoptera: Coccinellidae); *Zelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae) e *Polistes* sp. (Hymenoptera: Vespidae). McComie (1987) em Trinidad Tobago, constatou que formigas *Azteca* sp. predavam ovos e larvas de *C. anonella*.

A ocorrência dos parasitóides de larvas, *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae) e *Xyphosomella* sp (Hymenoptera: Ichneumonidae) foi relatada na Colômbia e no Equador (Bustillo & Peña, 1992) e na Venezuela (Martínez & Godoy, 1983)

Em Porto Rico, Medina-Gaud et al. (1989) registraram a ocorrência dos predadores *Leucopis bella* (Diptera: Chamaemyiidae); *Colephora inaequalis* (Coleoptera: Coccinellidae); *Baccha clavata* (Diptera: Syrphidae); *Chrysopa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) e *Kalodiplosis mulcifila* (Diptera: Cecidomyiidae). Estes autores relataram também, a presença dos parasitóides *Scutellista cyanea* (Hymenoptera: Pteromalidae), *Coccophagus pulvinariae* e *C. rusti* (Hymenoptera: Aphelinidae).

No Brasil, foi registrada a ocorrência de *Apanteles* sp. parasitando larvas de *C. anonella* (Pereira et al., 1991; Broglio-Micheletti & Berti-Filho, 2000), *Xyphosomella* sp. e *Rhysipolis* sp. (Broglio-Micheletti & Berti-Filho, 2000). Pereira et al., (1991) observaram que *Apanteles* é um endoparasitóide solitário, pois somente um casulo é formado por larva do hospedeiro. As pupas são parasitadas por *Brachymeria pseudovata* (Costa Lima, 1948). Não existe relato na literatura sobre ocorrência, em condições de campo, de parasitóides de ovos de *C. anonella*. Em laboratório, *Trichogramma exiguum* parasitou, aproximadamente, 56% dos ovos oferecidos (Bustillo & Peña, 1992).

2.4. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações para alguns lepidópteros praga

A variação de temperatura afeta, diretamente, as taxas de crescimento e desenvolvimento dos insetos. Portanto, estudando a influência desta sobre o período de desenvolvimento, a mortalidade e a reprodução, é possível, através de modelos matemáticos, estimar o número de gerações anuais (Howe, 1967).

A faixa ótima de desenvolvimento para insetos, está entre 15°C (limiar mínimo de temperatura) e 38°C (limiar máximo de temperatura), sendo 25°C a temperatura ideal, na qual o desenvolvimento é mais rápido e a produção de progênes é maior. As necessidades térmicas dos insetos são avaliadas pela constante térmica (K), que é definida como o produto do tempo requerido para completar o desenvolvimento pela diferença entre a temperatura ambiente e a do limiar do desenvolvimento (temperatura base). Esta constante é expressa em graus-dia, que representa o somatório das temperaturas favoráveis ao desenvolvimento (Silveira Neto et al., 1976).

O efeito da temperatura no desenvolvimento é bastante utilizado para determinar o potencial dos insetos-praga e, com isso, elaborar estratégias de manejo. Nesse sentido, vários estudos têm sido desenvolvidos com lepidópteros pragas. Guppy (1969) observou que para *Pseudaletia unipuncta* os limiares de desenvolvimento mínimo e máximo estão próximos de 10°C e 31°C, respectivamente. No entanto, existe diferença entre o limiar de temperatura nas fases de desenvolvimento desta praga. Esta diferença também foi observada em *Choristoneura rosaceana* por Gangavalli & Aliniaze (1985), em *Phyllocnistis citrella* por Chagas & Parra (2000), em *Ecdyolopha aurantiana* por Garcia (1998), em *Pseudaletia sequax* por Salvadori & Parra (1990) e em *Anticarsia gemmatilis* por Magrini et al. (1996).

Existe uma relação inversa entre a duração do desenvolvimento do inseto e a temperatura, em todas as fases do ciclo evolutivo de vários

lepidópteros praga (Guppy, 1969; Gangavalli & Aliniaze, 1985; Garcia, 1998; Magrini et al., 1996; Mihsfeldt, 1998).

Para todo ciclo evolutivo de *C. rosaceana* foram necessários 575 graus-dia (Guppy, 1969). O número de graus-dia acumulados de maio a novembro, para os anos de 1957, 1958 e 1959 foi de 1139, 986 e 1387 respectivamente, suficiente para o desenvolvimento de duas gerações/ano (Guppy, 1969). Já a espécie *Grapholita molesta* necessitou de 482,0 graus-dia para completar seu ciclo, estimando-se com isso seis a sete gerações anuais ou quatro a cinco, quando se considerou somente a época vegetativa da planta (Grellmann et al., 1992). Este último autor relata que o uso de dieta artificial influencia no ciclo evolutivo da praga, por não oferecer as mesmas condições do alimento natural. Para *E. aurantiana* foram necessários 579,05 graus-dia para completar o ciclo. No estado de São Paulo essa praga pode apresentar sete a oito gerações/ano (Garcia, 1998). Já para a traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* foram necessários 574,5 graus-dia, podendo ocorrer seis a nove gerações/ano (Mihsfeldt, 1998).

Sanders (1975) observou que em *Choristoneura fumiferana* a temperatura ótima para o acasalamento está dentro da faixa de 15°C a 24°C, sendo que o maior número de acasalamentos ocorre a 18°C, onde o autor conclui que esta temperatura é ideal para a atividade sexual, para este inseto.

2.5. Dieta artificial na criação de insetos

A produção massal de insetos em dieta artificial durante os últimos anos tem acelerado as pesquisas no controle de pragas. Sendo possível com isso, efetuar a identificação de feromônios, liberar insetos irradiados, produzir vírus, criar parasitóides e predadores e muitos outros estudos de biologia e bioquímica (Vanderzant, 1974).

O crescimento, desenvolvimento e reprodução dos insetos estão diretamente relacionados à qualidade de alimento ingerido. A quantidade e qualidade do alimento consumido na fase larval afetam a taxa de crescimento, o tempo de desenvolvimento, o peso do corpo, a sobrevivência, a fecundidade, a longevidade, a movimentação e a capacidade de competição entre adultos. Os insetos têm como exigências nutricionais básicas, aminoácidos, vitaminas e sais minerais, que são nutrientes essenciais que devem ser incluídos na dieta, pois vários destes não podem ser sintetizados pelo sistema metabólico dos insetos (Parra 1991). Os aminoácidos estão presentes na dieta como proteínas e a sua ingestão pelo inseto dependerá de sua qualidade e quantidade nestas proteínas, bem como da habilidade do inseto para digerir estas (Chapman, 1998). O autor relata também, que a ausência de um único aminoácido pode retardar o crescimento larval.

Os nutrientes não essenciais (carboidratos, lipídios e esteróis) são elementos incorporados à dieta, principalmente, para a produção de energia (Parra, 1991). Os carboidratos são componentes importantes na dieta de muitos insetos, pois são precursores de quitina (polissacarídeo) e, ainda, podem ser convertidos em gordura e contribuir para produção de aminoácidos (Chapman, 1998).

As vitaminas são substâncias orgânicas que atuam nos processos metabólicos fornecendo componentes estruturais para as enzimas e para os fosfolipídios das membranas celulares. Também apresentam função fagoestimulante e auxiliam na formação de pigmentos visuais e antioxidantes. Elas são facilmente degradadas quando expostas ao calor elevado, por isso há necessidade de acrescentá-las somente no final da preparação da dieta (Parra, 1991).

A dieta ideal para a criação massal de insetos deve possuir as seguintes características: fornecer todos os nutrientes do alimento natural; ser de baixo custo; servir para a criação de um grande número de espécies; a

viabilidade do inseto criado nesta dieta deve ser de pelo menos 75% e produzir adultos com alto potencial reprodutivo (Singh, 1983).

A introdução do germe de trigo na dieta acelerou a criação de insetos em laboratório. Este é constituído de 18 aminoácidos, várias proteínas, açúcares, triglicérideos, fosfolipídios (incluindo colina e inositol), vitamina B, carotenos e 21 elementos minerais. Outra grande importância do germe de trigo na dieta artificial é que este contém substâncias que estimulam a alimentação dos insetos. Por isso, o germe de trigo compreende 20% do peso seco de várias dietas artificiais. Aquelas à base de feijão também são bastante utilizadas, no entanto algumas espécies de insetos não conseguem se desenvolver em dietas contendo este ingrediente. O farelo de soja também é amplamente utilizado. Ele, além de possuir elevados níveis de proteína e carboidratos, tem baixo custo e grande disponibilidade no mercado (Vanderzant, 1974).

Na família Oecophoridae são poucas as espécies já criadas em dieta artificial. Larvas de *Stathmopoda aposema* foram criadas na dieta formulada por Singh, sendo esta usada como padrão para várias outras espécies de Lepidoptera (Muggleston, 1989). Já as espécies *Depressaria groteella* e *D. pastinacella* foram criadas na dieta de Berger, originalmente desenvolvida para *Heliothis*, mas atualmente vem sendo utilizada na criação de várias espécies (Singh & Moore, 1985; Nitao & Berenbaum, 1988).

2.6. Reprodução em Lepidoptera

Em Lepidoptera a reprodução pode ser afetada por muitos fatores, sendo a nutrição o mais importante deles (Callahan, 1958). A produção de ovos pelas fêmeas e de espermatozóides pelos machos, bem como o número de acasalamentos e a longevidade dos adultos são dependentes da disponibilidade de alimento durante a fase larval (Callahan & Chapin, 1960;

Delisle & Bouchard, 1995). Além disso, os adultos de algumas espécies têm o hábito de se alimentar de néctar e isso também pode influenciar diretamente no aumento da fecundidade, fertilidade e longevidade (Savopoulou-Soultani et al., 1998). Dadd (1973) relatou também que para muitos lepidópteros a ingestão de carboidratos pelos adultos é essencial para que estes expressem seu potencial reprodutivo.

O múltiplo acasalamento é um fenômeno comum entre os insetos. A maioria dos lepidópteros acasala mais de uma vez, embora um único acasalamento possa fornecer espermatozóides suficientes para fertilizar todos os ovos produzidos durante a vida da fêmea (Thornhill & Alcock, 1983). Nestes insetos, a ocorrência de múltiplos acasalamentos nos machos é esperada, pois o investimento na reprodução é relativamente pequeno quando comparado às fêmeas. No entanto, o tempo requerido para a formação de um novo espermatóforo pode influenciar no sucesso de um novo acasalamento (Ward & Landolt, 1995). Alguns autores têm sugerido que os acasalamentos adicionais têm como objetivos suprir as fêmeas de espermatozóides, aumentar a fecundidade ou longevidade através da aquisição de nutrientes e aumentar a diversidade genética de suas progênes (Rutowski, 1982).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Inimigos naturais de *Cerconota anonella*

Frutos de graviola (*Annona muricata*) infestados por *C. anonella* foram coletados em pomares localizados em áreas experimentais da EMBRAPA/CPAC - Centro de Pesquisa do Cerrado, Distrito Federal, durante o período de maio a novembro de 1998. O material foi levado para o Laboratório de Entomologia da EMBRAPA/CPAC, onde os frutos foram dissecados. As larvas de *C. anonella* foram individualizadas em placas de Petri, contendo pedaços de frutos e as pupas em placas com papel filtro umedecido. Todos foram mantidos a temperatura de $25,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, $64,5 \pm 7,3\%$ de umidade relativa e fotoperíodo de 12 horas.

Após a emergência, os adultos eram colocados em gaiolas de acasalamento forradas com papel toalha para a oviposição (Figura 1) e contendo um recipiente com rolete de algodão embebido em solução de mel a 10%. Os papéis com posturas eram retirados a cada dois dias e acondicionados em recipientes plásticos, com papel filtro umedecido. Após a eclosão, eram oferecidos pedaços de fruto às larvas.

Quando emergiam parasitóides, estes eram colocados em gaiolas cilíndricas de plástico transparente e teladas na tampa, contendo, em seu interior, recipiente com solução de mel + pólen (Figura 2). A porcentagem de parasitismo foi determinada com base no número de larvas ou pupas de *C. anonella* parasitadas em relação ao total coletado.

Figura 1. Gaiola de acasalamento (20,0 x 15,0 cm) para criação massal da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae)

Figura 2. Gaiola de plástico transparente (11,0 x 8,0 cm) para criação de adultos dos parasitóides de larva *Apanteles* sp. e *Xyphosomella* sp. e do parasitóide pupal *Brachymeria annulata*.

3.1.1. Parasitóides de larva

Larvas de diferentes idades foram oferecidas às fêmeas de *Apanteles* sp. e de *Xyphosomella* sp., e à medida que estas efetuavam a oviposição, as larvas eram colocadas em placa contendo pedaços de fruto, onde ficavam em observação até a formação do casulo do parasitóide ou da pupa do hospedeiro.

3.1.2. Parasitóides de pupa

Pupas de *C. anonella* com 1 a 3 dias de idade eram oferecidas às fêmeas de *Brachymeria annulata* por 24 horas. Após este período as pupas eram individualizadas em placas de Petri até a emergência do adulto do parasitóide. Para *Trichospilus diatraeae* foram oferecidas pupas recém-formadas para oviposição por 48 horas.

3.1.3. Fungo Entomopatogênico

Algumas larvas e pupas de *C. anonella* infectadas por fungo foram coletadas no campo. Este fungo foi identificado no laboratório de Patologia de Insetos, do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola - ESALQ/USP. Para testar a infectividade deste fungo, 30 pupas de *C. anonella* foram individualizadas, sendo 20 pulverizadas com a concentração de $7,6 \times 10^8$ esporos/ml e as outras 10 usadas como testemunha, sendo pulverizadas com água destilada.

3.1.4. Formigas predadoras

Durante as coletas de frutos de graviola no campo, verificou-se a presença de formigas predadoras sobre os frutos. Estas foram enviadas para identificação no Centro de Pesquisa do Cacau/CEPLAC.

3.2. Criação massal de *C. anonella* em fruto de pinha (*Annona squamosa*) para estudos de exigências térmicas

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Controle Biológico do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, no período de março de 1999 a setembro de 2000. Sob condições de temperatura de $25,0 \pm 1,0$ °C, umidade relativa de $65,0 \pm 5,0\%$ e 14 horas de fotoperíodo.

Para iniciar a criação massal, frutos de pinha infestados por *C. anonella*, foram fornecidos pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) de Lins, São Paulo. As larvas eram individualizadas em placas de Petri contendo pedaços de frutos para alimentação e as pupas, após sexadas, eram colocadas em placas de Petri forradas com papel filtro umedecido. Após a emergência, os adultos eram colocados em gaiolas de acasalamento (Figura 1) com recipiente contendo alimento. Este era constituído de uma solução aquosa de 1% de mel, 6% de sacarose, 0,1% de nipagin, 0,1% de ácido sórbico, e para sua utilização, era misturado 75 partes desta solução com 25 partes de cerveja (Campos et al., 1985). O alimento e o papel com as posturas eram trocados a cada dois dias.

As exigências térmicas para as diferentes fases de desenvolvimento de *C. anonella* foram estudadas nas temperaturas de 18, 21, 25, 28, 30 e 32°C, em câmaras climatizadas com $90,0 \pm 5,0\%$ de umidade relativa e 14 horas de fotoperíodo.

3.2.1. Exigências térmicas de ovos

Foram observados 500 ovos por temperatura, sendo 100 por repetição. Os ovos foram circulados com grafite e, após a marcação, foram acondicionados em recipientes plásticos contendo papel filtro umedecido. Diariamente o número de larvas eclodidas era registrado e, no final, os ovos inviáveis eram contados.

3.2.2. Exigências térmicas de larvas

Larvas recém-eclodidas foram individualizadas, a partir da criação massal, em placas de Petri contendo pedaços de pinha para alimentação. Foram observadas 100 larvas por temperatura. Quando as larvas estavam no 3^o ou 4^o ínstar, novo pedaço de fruto era fornecido para que as mesmas completassem o ciclo. O desenvolvimento larval foi observado diariamente e, no final, a duração da fase e a viabilidade larval foram registradas. As pupas foram pesadas em balança analítica 48 horas após a pupação.

3.2.3. Exigências térmicas de pupas

Foram observadas 100 pupas recém-formadas (50 machos e 50 fêmeas), obtidas da criação massal. Estas foram individualizadas em tubos de vidro (8,0 x 2,5 cm) fechados com filme plástico de PVC. A duração da fase e a viabilidade pupal (%) foram registradas.

3.2.4. Estimativa do número de gerações

Para estimar o número de gerações de *C. anonella* para as principais regiões produtoras de *Annona* do estado de São Paulo (Figura 3), utilizou-se os dados de exigências térmicas para as diferentes fases de desenvolvimento da praga. As normais climáticas dessas regiões foram fornecidas pelo Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ/USP. A época de ocorrência da praga nessas regiões inicia-se em novembro e vai até julho do ano seguinte, coincidindo com a frutificação.

3.2.5. Efeito das diferentes temperaturas sobre adultos

Foram efetuadas 20 repetições, sendo um casal recém-emergido por repetição. Estes foram individualizados em gaiolas de acasalamento (Figura 4) forradas com papel toalha para oviposição e recipiente com alimento (ver item 3.2). Diariamente as gaiolas foram examinadas para registrar os indivíduos mortos, substituir os alimentos e trocar os papéis com postura. Os ovos foram circulados com grafite, para posteriormente, quantificar os dados de fecundidade e fertilidade. Sendo esta quantificada pela observação do córion, após a eclosão da larva, diferenciando ovos férteis e inférteis. Após a marcação, os papéis foram acondicionados em recipientes plásticos, contendo papel filtro umedecido, até a eclosão das larvas. Após a morte, as fêmeas foram dissecadas, em solução salina, para verificar o número de espermatóforos na bolsa copulatória.

Figura 3. Principais regiões produtoras de *Annona* spp. do Estado de São Paulo.

3.2.6. Análise dos dados de exigências térmicas

Para a análise de duração das fases imaturas, os dados foram agrupados aleatoriamente em 20 repetições, formadas por 5 indivíduos cada. Já para a fase adulta foram utilizadas 20 repetições por tratamento. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, sendo os dados submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, para comparação das médias, ao nível de 5% de probabilidade. Para as diferentes fases de desenvolvimento foram estimadas a constante térmica (K) e a temperatura base (Tb) pelo método da hipérbole, de acordo com Haddad & Parra (1999).

Figura 4. Gaiola de acasalamento (10,0 x 10,0 cm) para experimentos de reprodução da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae).

3.3. Criação de *C. anonella* em dieta artificial

Este trabalho foi conduzido nos laboratórios de Biologia de Insetos e de Controle Biológico do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola - Setor de Entomologia da ESALQ/USP, sob temperatura de $25,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $60,0 \pm 1,0\%$ e fotoperíodo de 14 horas.

Posturas de *C. anonella*, provenientes da criação massal em fruto (item 3.2), foram selecionadas para posterior inoculação das larvas na dieta artificial.

3.3.1. Desenvolvimento larval em dietas com diferentes fontes de protéicas

Foram comparadas cinco dietas artificiais, com diferentes fontes protéicas: **D₁** (112,5 g de feijão, 90 g de germe de trigo, 45,0 g de farelo de soja, 45,0 g de caseína e 56,3 g de levedura de cerveja); **D₂** (224,0 g de farinha de milho, 56,0 g de germe de trigo e 60,0 g levedura de cerveja); **D₃** (52,5 g caseína e 54,0 g de germe de trigo); **D₄** (120,0 g de farelo de soja, 35,0 g de germe de trigo) e **D₅** (150,0 g de farelo de soja e 100,0 g de germe de trigo). As dietas depois de preparadas, foram transferidas para tubos de vidro (2,5 x 8,5 cm), previamente tamponados com algodão hidrófugo e esterilizados em estufa a 175⁰C por 2 horas. Em cada tubo foi vertido aproximadamente 15 ml de dieta, onde as larvas recém-eclodidas foram inoculadas, 24 horas após o preparo. Para cada dieta foram inoculadas 320 larvas, sendo duas por tubo de dieta. Foram avaliados os seguintes parâmetros biológicos para fase larval: duração (dias), viabilidade(%), peso das pupas (mg) 48 horas após a pupação e a razão sexual. Após a seleção da melhor dieta, determinou-se o número de ínstaes larvais e o potencial reprodutivo de *C. anonella* nessa dieta.

Após a seleção da melhor dieta artificial, foi estabelecida a criação massal de *C. anonella*. Larvas recém-eclodidas eram inoculadas na dieta, geralmente 5 larvas por tubo com dieta. As pupas formadas eram sexadas e individualizadas em tubos de vidro fechados com filme plástico de PVC. Após a emergência, os adultos eram agrupados em gaiolas de acasalamento, geralmente 12 casais por gaiola (Figura 1), contendo alimento (ver item 3.2). O alimento e os papéis com postura eram trocados a cada dois dias.

Tabela 1. Diferentes fontes protéicas utilizadas em dietas para criação da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae) em laboratório.

COMPONENTES	Dietas				
Sólidos (g)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅
Feijão	112,5	-	-	-	-
Farelo de soja	45,0	-	-	120,0	140,0
Farinha de milho	-	224,0	-	-	-
Germe de trigo	90,0	56,0	54,0	35,0	100,0
Caseína	45,0	-	52,5	-	-
Levedura de cerveja	56,3	60,0	-	-	-
Açúcar	-	-	63,0	120,0	140,0
Wintomylon – tetrex	0,17	-	0,25	0,3	0,25
Nipagin	4,5	1,6	2,7	7,0	11,0
Ácido sórbico	2,7	-	-	-	-
Ácido ascórbico	5,4	8,0	7,2	4,2	5,0
Ácido benzóico	-	2,0	-	-	-
Sais de Wesson	-	-	18,0	17,0	10,0
Cloreto de colina			1,8	0,9	1,0
Ágar	34,5	35,0	45,0	25,0	37,5
Celulose	-	-	9,0	-	-
Líquidos (ml)					
Solução Vitamínica	13,5	-	3,0	25,0	15,0
Vita gold	-	-	-	0,9	1,0
Formol	5,4	-	6,5	1,7	5,0
Água destilada (ml)	1.800	1.800	1.500	2.000	2.400

D₁ (112,5g de feijão, 90g de germe de trigo, 45,0g de farelo de soja, 45,0g de caseína e 56,3g de levedura de cerveja); D₂ (224,0g de farinha de milho, 56,0g de germe de trigo e 60,0g de levedura de cerveja); D₃ (52,5g caseína e 54,0g de germe de trigo); D₄ (120,0g de farelo de soja, 35,0g de germe de trigo); D₅ (150,0g de farelo de soja e 100,0g de germe de trigo).

3.3.2. Desenvolvimento embrionário

Para descrever o desenvolvimento embrionário, foram utilizados ovos com 24 horas. Estes foram colocados em placas de Petri com papel filtro umedecido, para manter a umidade e fechadas com filme plástico transparente de PVC. Diariamente o desenvolvimento embrionário foi observado em microscópio estereoscópico até a eclosão da larva. Foram efetuadas medições de comprimento e maior largura em 100 ovos, bem como o comprimento de 30 lagartas recém-eclodidas.

3.3.3. Determinação do número de ínstaes larvais de *C. anonella*

Para determinar o número de ínstaes, larvas recém-eclodidas, provenientes da criação massal (item 3.3), eram inoculadas em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm), contendo dieta. Diariamente selecionavam-se, aleatoriamente, 10 tubos, dos quais as larvas eram mortas em água quente e preservadas em álcool 70% para a medição da cápsula cefálica. As medidas foram efetuadas em microscópio estereoscópico acoplado com ocular micrométrica. A determinação do número de ínstaes baseou-se no método da curva de distribuição de freqüências (Parra & Haddad, 1989).

3.3.4. Dimorfismo sexual de pupas

Para determinar o dimorfismo sexual, pupas de *C. anonella* foram observadas em microscópio estereoscópico, acoplado com câmara clara. Mediu-se também, 20 pupas de cada sexo.

3.3.5. Potencial reprodutivo de adultos de *C. anonella*

Foram efetuadas 20 repetições, sendo um casal recém-emergido por repetição. Estes foram colocados em gaiolas de acasalamento (Figura 4) forradas com papel toalha para oviposição e com recipiente contendo alimento (item 3.2.). Diariamente as gaiolas foram examinadas para registrar os indivíduos mortos, substituir o alimento e trocar o papel toalha com postura. Os ovos foram circulados com grafite para, posteriormente, quantificar os dados de fecundidade e fertilidade. Sendo esta última quantificada pela observação do córion, após a eclosão da larva, diferenciando, assim, ovos férteis e inférteis. Após a marcação, os papéis foram acondicionados em recipientes plásticos, contendo papel filtro umedecido, até a eclosão das larvas. Após a morte, as fêmeas foram dissecadas, em solução salina, para verificar o número de espermatóforos na bolsa copulatória.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Os dados foram analisados através de análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

3.4. Capacidade reprodutiva de machos de *C. anonella*

Foram utilizados 50 machos de *C. anonella* recém-emergidos, que foram individualizados em gaiolas de acasalamento (Figura 4), contendo recipiente com solução de mel à 10%. Diariamente uma fêmea recém-emergida era colocada por 24 horas, na gaiola, até a morte do macho. As fêmeas eram dissecadas, em solução salina, e o número de espermatóforos na bolsa copulatória era contado.

3.5. Efeito da alimentação de adultos na reprodução de *C. anonella*

Esta metodologia foi baseada no trabalho de Savopoulou-Soultani et al. (1998). Os adultos utilizados foram provenientes da criação massal (3.3.1). Casais foram individualizados em gaiolas de acasalamento forradas com papel toalha, para a postura das fêmeas (Figura 4), e submetidos aos seguintes tratamentos (alimentos): (1) somente água; (2) solução aquosa de sacarose a 5%; (3) solução aquosa de sacarose a 10%; (4) solução aquosa de sacarose a 20%; (5) solução aquosa de mel a 5%; (6) solução aquosa de mel a 10%; (7) solução aquosa de mel a 20% e (8) solução aquosa utilizada na criação de *Anticarsia gemmatilis* (Campos et al., 1985).

Diariamente as gaiolas eram examinadas para registrar os indivíduos mortos, substituir os alimentos e trocar os papéis com postura. Os ovos eram circulados com grafite para, posteriormente, quantificar os dados de fecundidade e fertilidade. Após a marcação, os papéis eram acondicionados em recipientes plásticos, contendo papel filtro umedecido, até a eclosão das larvas. Os períodos de pré-oviposição e de oviposição foram determinados pela presença de ovos nesses papéis. Todas as fêmeas mortas foram dissecadas, em solução salina, para a contagem do número de espermatóforos na bolsa copulatória.

Para cada tratamento foram efetuadas 12 repetições, sendo o delineamento experimental inteiramente casualizado e os dados foram analisados através de análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Inimigos naturais de *Cerconota anonella*

4.1.1. Parasitóide de larva

A porcentagem de parasitismo de *Apanteles* sp. em larvas de *C. anonella* foi de 25,3%. Resultado semelhante foi encontrado por Broglio-Micheletti & Berti Filho (2000) em Alagoas, Brasil. Na Venezuela o parasitismo por *Apanteles* sp. variou de 2,8 a 51,6%, dependendo da região (Martínez & Godoy, 1983). Já na Colômbia o o parasitismo por *Apanteles* sp variou de 2,0 a 5,0% e no Equador foi de apenas 2,0% (Bustillo & Peña, 1992)

Em condições de laboratório a frequência de parasitismo por *Apanteles* foi maior em larvas de *C. anonella* recém-eclodidas. No entanto, a maioria das larvas morreu durante a oviposição pelo parasitóide, devido a agressividade da fêmea que perfurava o tegumento das larvas com o ovipositor. O período de ovo a adulto foi de aproximadamente 15 dias e, como já observado por Pereira et al. (1991), é formado apenas um casulo por larva de *C. anonella*, no entanto só emergiram machos. Provavelmente por que as condições não eram adequadas para este parasitóide, conseqüentemente não houve cópula.

A ocorrência de parasitismo por *Xyphosomella* sp. em larvas de *C. anonella* foi de 2,0%. Bem maior do que, Broglio-Micheletti & Berti Filho (2000) encontraram, que foi de apenas 0,75%. Martínez & Godoy (1983) registraram a

ocorrência deste himenóptero, parasitando larvas de *C. anonella*, na Venezuela, mas não quantificaram o parasitismo. No laboratório não houve parasitismo por *Xiphosomella* sp. em larvas de *C. anonella*.

4.1.2. Parasitóide de pupa

A ocorrência de parasitismo por *Brachymeria annulata* (Figura 5A) em pupas de *C. anonella* foi de 2,0%. Duarte (1947) relatou a ocorrência de *B. pseudovata* em pupas de *C. anonella*, mas não quantificou o parasitismo. Genty (1978) registrou a ocorrência de *Brachymeria* sp. e *Pseudobrachymeria* sp. parasitando pupas de *Stenoma cecropia* (Lepidoptera: Stenomatidae).

Em laboratório, o ciclo total de *B. annulata* foi, em média, de 19 dias. Resultado semelhante foi obtido por Pillai & Nair (1993b) quando estudaram a biologia de 4 espécies de *Brachymeria* na Índia. Todos os adultos de *B. annulata* emergidos na primeira geração eram machos, inviabilizando a criação em laboratório. Provavelmente, como ocorreu com *Apanteles* sp. as condições não estavam adequadas, também para este parasitóide.

A porcentagem de parasitismo de *Trichospilus diatraeae* (Figura 5B) em pupas de *C. anonella* foi de 5,0%. Pillai & Nair (1993a) registraram o parasitismo de pupas de *Opisina arenosella* (Lepidoptera: Oecophoridae) por este eulofídeo, mas não quantificaram o parasitismo.

O ciclo de ovo a adulto de *T. diatraeae*, em laboratório, variou de 15 a 18 dias. Resultado semelhante foi obtido quando pupas de *Chilo suppressalis*, *C. partellus*, *Diatraea lineolata* e *D. saccharalis* foram submetidas ao parasitismo por este parasitóide (Bordat et al., 1977; Brenière et al., 1985; Rodriguez-Del-Bosque & Smith, 1989; Paron, 1999).

Figura 5. Parasitóides de pupa da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae) **A.** *Brachymeria annulata* (Hymenoptera: Chalcididae) - seta indica câmara pupa construída pela larva; **B.** *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae).

A razão sexual de *T. diatraeae* em pupas de *C. anonella* foi de 0,75, diferente do resultado obtido por Paron (1999) em pupas de *D. saccharalis* que foi de 0,98. O número de progênie por pupa, de *C. anonella*, variou de 100 a 200 indivíduos. Resultado semelhante ao obtido por Paron (2000), mas bastante diferente daqueles obtidos por Rodriguez-Del-Bosque & Smith (1989) em pupas de *D. lineolata*, que foi de 280 a 450 progênes por pupa.

4.1.3. Fungo Entomopatogênico

O fungo encontrado infectando larvas e pupas de *C. anonella*, em condições de campo, foi identificado como *Beauveria bassiana*. Quando aplicou-se a concentração de $7,6 \times 10^8$ esporos/ml em pupas, não ocorreu a emergência de adultos, ao passo que na testemunha a emergência foi de 100%. Estes resultados indicam que o fungo *B. bassiana* apresenta grande potencial para ser utilizado como agente de controle biológico de *C. anonella*. Esta é a primeira vez que é observada a ocorrência de fungo entomopatogênico nesta praga.

4.1.4. Formigas predadoras

As formigas predadoras foram identificadas como sendo a espécie *Camponotus (Myrmothrix) rufipes*. As espécies desse gênero são vorazes predadoras de vários insetos e estão amplamente distribuídas em toda a região Neotropical. Nagalingam (1988) registrou, em condições de campo, a ocorrência de *Camponotus* sp., atacando larvas de *Psorosticha zizyphi* (Lepidoptera: Oecophoridae). Também foram observadas formigas do gênero *Azteca* sp. predando ovos e larvas de *C. anonella* (McComie, 1987). Moura & Delabie (1996) avaliaram a eficiência da predação pela *A. chartifex spiriti* sobre

C. anonella. Estes autores observaram que, nas plantas que tinham ninhos desta formiga, somente 36% dos frutos foram atacados, já em plantas sem ninho o ataque ocorreu em 80% dos frutos. Esse resultado demonstra o potencial de *A. chartifex spiriti* como agente de controle de *C. anonella*.

4.2. Exigências térmicas para as fases de desenvolvimento de *C. anonella*

4.2.1. Fase de ovo

A duração do período de incubação decresceu com o aumento da temperatura, com máximo de 12 dias a 18°C e mínimo de 4 dias a 32°C. Entretanto, não se observou diferença estatística entre os valores obtidos nas temperaturas de 28 e 32°C (Tabela 2). A viabilidade não foi afetada pela faixa de temperatura estudada (Tabela 3), como foi observado para *Ecdytolopha aurantiana* (Lepidoptera: Tortricidae), *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) para esta mesma faixa de temperatura (Garcia, 1998; Mihsfeldt, 1998, Chagas & Parra, 2000). Segundo Melo (1991), em condições de laboratório, a viabilidade de *C. anonella* variou de 80 a 85%. O período de incubação de 7,22 dias a 21°C para *C. anonella* é muito próximo daquele obtido por Bustillo & Peña (1992) que foi de 7,37 dias. Resultado semelhante foi também observado para a temperatura de 25°C em *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Stenomatidae) (Cervantes et al., 1999).

4.2.2. Fase de larva

A duração do período larval também decresceu com o aumento da temperatura, variando de 45,2 dias a 18°C a 14,1 dias a 30°C. Como para o período de incubação, também não houve diferença significativa entre os

valores obtidos nas temperaturas de 28 e 30°C (Tabelas 2). As temperaturas extremas foram prejudiciais ao desenvolvimento larval, isso pode ser também caracterizado pelo menor peso apresentado pelas pupas. A 32°C as larvas não se desenvolveram, provavelmente devido a pouca ingestão de alimento, decorrente da maturação acelerada do fruto (climatérico) e o rápido desenvolvimento de fungos sobre este. Portanto, a temperatura de 32°C pode ser considerada inadequada para o desenvolvimento larval de *C. anonella*. O mesmo foi observado por Mihsfeldt (1998) para larvas de *T. absoluta* e Garcia (1998) para larvas de *E. aurantiana*, criadas em dieta artificial.

Na temperatura de 18°C, a duração foi extremamente longa e as larvas formaram pupas de peso significativamente inferior (Tabela 3). Provavelmente isso ocorreu devido ao baixo metabolismo larval nesta temperatura. Em todas as temperaturas, as pupas fêmeas foram mais pesadas que as pupas machos (Tabela 3). O período larval de 24,0 dias a 21°C difere daquele encontrado por Bustillo e Peña (1992), que foi de, aproximadamente, 18 dias para esta mesma espécie.

A viabilidade larval foi diretamente proporcional à temperatura, mas só foi observada diferença estatística entre as temperaturas de 18°C e 28°C ou 30°C (Tabela 3). A menor viabilidade observada a 18°C provavelmente foi devido, também, ao menor metabolismo larval e consequentemente ao longo período de duração desta fase. Já para as espécies *E. aurantiana* e *P. citrella* não houve diferença significativa, para a viabilidade larval, na faixa de 18°C a 30°C (Garcia, 1998; Chagas & Parra, 2000).

A razão sexual de pupas de *C. anonella* foi de, aproximadamente 0,5, nas temperaturas de 21°C a 28°C. Entretanto, houve uma tendência para maior número de fêmeas na temperatura de 18°C e maior número de machos na de 30°C (Tabela 3). De acordo com Melo (1991) a razão sexual de *C. anonella* é de 0,5.

4.2.3. Fase de pupa

A duração do período pupal decresceu com o aumento da temperatura, com valores estatisticamente diferentes ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 2). Entretanto, a viabilidade foi significativamente menor a 18°C, demonstrando a suscetibilidade das pupas a esta temperatura (Tabela 3). Estes resultados, mais uma vez, diferem daqueles encontrados para *E. aurantiana* e *P. citrella*, onde os autores não observaram diferenças estatísticas na faixa de 18°C a 30°C (Garcia, 1998; Chagas & Parra, 2000). Segundo Melo (1991), em condições de laboratório, a viabilidade de pupas de *C. anonella* foi de 94%. A 32°C não houve emergência de *C. anonella*, demonstrando que temperaturas a partir desta são letais para esta espécie, durante a fase de pupa. A 21°C a duração média do período pupal de *C. anonella* foi de 14,1 dias (Tabela 2). Este valor difere daquele obtido por Bustillo e Peña (1992) para esta mesma espécie, que foi de 10,1 dias.

A duração total do ciclo evolutivo decresceu ao longo da faixa de temperatura estudada. Esta variou de 74,2 dias (18°C) a 25,9 dias (30°C) (Tabela 2). Mas, diferenças significativas só foram observadas na faixa de 18°C a 28°C. Isso confirma os resultados obtidos para as fases de desenvolvimento separadamente. Resultados semelhantes foram obtidos para *E. aurantiana*, nesta mesma faixa de temperatura (Garcia, 1998). Entretanto, diferente da espécie aqui estudada, *E. aurantiana* se desenvolveu na temperatura de 32°C.

A duração de 45,4 dias no ciclo evolutivo de *C. anonella* a 21°C difere bastante daquela de 36,4 dias, obtida por Bustillo & Peña (1992), para esta mesma espécie nesta temperatura.

Tabela 2. Exigências térmicas para as diferentes fases de desenvolvimento da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae). 90,0 ± 5,0 % UR e 14 horas de fotoperíodo.

Temperatura (°C)	Duração da fase (dias)			
	Ovo	Larval	Pupal	Ciclo total
18	12,1 ± 0,04 a (12-13)	45,2 ± 0,4 a (42-49)	16,8± 02 a (16-18)	74,2 ± 0,5 a (70-79)
21	7,2 ± 0,1 b (7-8)	24,0 ± 0,3 b (22-27)	14,1 ± 0,2 b (13-15)	45,4 ± 0,3 b (42-49)
25	5,8 ±0,1 c (5-6)	19,7 ± 0,3 c (18-22)	9,3 ± 0,2 c (8-11)	34,8 ± 0,3 c (32-37)
28	4,2 ± 0,04 d (4-5)	14,7 ± 0,3 d (13-17)	8,3 ± 0,1 d (8-9)	27,3 ± 0,3 d (25-29)
30	4,2 ± 0,04 d (4-5)	14,1 ± 0,3 d (12-17)	7,7 ± 0,1 e (7-8)	25,9 ± 0,4 d (23-29)
32	4,1 ± 0,04 d (4-5)	—	—	—

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P≤0,05); Valores entre parênteses expressam o intervalo de variação.

Tabela 3. Viabilidade, peso e razão sexual da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae) em diferentes temperaturas. 90,0 ± 5,0 % UR e 14 horas de fotoperíodo.

Temperatura (°C)	Viabilidade (%)			Peso de pupa (mg)		Razão Sexual (F/ F+ M)
	Ovo	Larval	Pupal	Macho	Fêmea	
18	91,0 ± 2,5 a	83,0 ± 3,6 b	75,0 ± 2,3 a	35,2 ± 1,0 a (22,0-47,0)	43,8 ± 1,2 a (24,0-59,0)	0,57
21	89,6 ± 2,2 a	89,0 ± 3,1 a b	91,5 ± 2,8 b	39,0 ± 0,7 b (28,0-48,0)	49,0 ± 1,1 b (30,0-69,0)	0,50
25	89,6 ± 1,3 a	90,0 ± 3,1 a b	91,5 ± 3,1 b	36,4 ± 0,8 ab (24,0-47,0)	46,5 ± 1,3 bc (28,0-66,0)	0,50
28	87,4 ± 2,5 a	95,0 ± 2,0 a	94,9 ± 1,8 b	40,8 ± 0,7 c (27,0-56,0)	55,8 ± 1,1 d (36,0-76,0)	0,47
30	87,2 ± 0,9 a	96,0 ± 1,8 a	95,2 ± 1,5 b	38,4 ± 0,6 b (26,0-50,0)	48,2 ± 1,0 bc (30,0-64,0)	0,44
32	86,6 ± 1,9 a	—	—	—	—	—

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P≤0,05); Valores entre parênteses expressam o intervalo de variação.

4.2.4. Estimativa do número de gerações

O limite térmico inferior de desenvolvimento e a constante térmica foram calculados de acordo com a curva de velocidade de desenvolvimento (Figura 6). Os valores da temperatura base, para as diferentes fases de desenvolvimento, foram estatisticamente diferentes, pois não houve sobreposição dos intervalos de confiança (Tabela 4).

Para o período de ovo, a temperatura base estimada foi de 10,20°C e a respectiva constante térmica foi de 83,33 GD; para o período larval foi de 11,72°C com constante térmica de 249,71 GD; para o período pupal foi de 8,69°C com constante térmica de 161,33 GD e para todo o ciclo evolutivo (de ovo a pupa) foi de 11,05°C com constante térmica de 478,14 GD. O coeficiente de determinação foi bastante elevado em todos os períodos, indicando a confiabilidade dos valores obtidos (Tabela 4 e Figura 6).

Considerando os dados das normais climáticas das cinco regiões produtoras de *Annona* (Tabela 5), verificou-se que *C. anonella* apresenta de 9 a 10 gerações anuais. Se considerar apenas o período de frutificação, época em que é observada a ocorrência da praga, o número de gerações varia de 7 a 8 (Tabela 6). Estes resultados demonstram o alto potencial desta praga no campo. Melo (1991) estimou o número de 10 gerações anuais de *C. anonella* para a região Nordeste, baseando-se na duração total do ciclo da praga.

Figure 6. Curva de velocidade das fases de desenvolvimento e ciclo total da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae) em diferentes temperaturas. $90,0 \pm 5,0$ % UR e 14 horas de fotoperíodo.

Tabela 4. Limite inferior de temperatura (Tb), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R²) das diferentes fases de desenvolvimento da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae).

Fase de desenvolvimento	Temperatura base (°C)	Intervalo de confiança (95%)	K (Graus-dia)	R ² (%)
Ovo	10,20	[10,12; 10,29]	83,33	95,46
Larva	11,72	[11,43; 12,03]	249,71	96,98
Pupa	8,69	[8,63; 8,79]	161,33	98,07
Ciclo total	11,05	[10,90; 11,27]	478,14	98,76

Tabela 5. Normais climáticas de cinco regiões produtoras de *Annona* do Estado de São Paulo.

Região	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
	Temperatura (°C)											
Lins	25,7 (453,22)	25,9 (414,96)	25,4 (445,47)	23,4 (369,6)	21,2 (312,17)	20,0 (266,1)	19,8 (271,87)	21,9 (335,42)	23,4 (369,6)	24,4 (411,37)	24,8 (413,1)	25,3 (439,27)
Mirandópolis	25,7 (451,67)	25,8 (457,87)	25,4 (443,92)	23,5 (386,57)	21,3 (318,37)	20,2 (282,72)	20,1 (278,07)	22,2 (343,17)	23,8 (392,77)	24,6 (420,67)	25,0 (429,97)	25,3 (439,27)
Jales	25,5 (447,02)	25,6 (450,12)	25,3 (440,82)	23,6 (389,67)	21,5 (323,02)	20,5 (290,47)	20,4 (288,92)	22,6 (358,67)	24,3 (411,37)	25,1 (434,62)	25,1 (436,17)	25,3 (439,27)
Dracena	25,8 (456,32)	26,0 (462,52)	25,5 (447,02)	23,6 (386,57)	21,3 (316,82)	20,1 (281,17)	20,0 (276,52)	22,1 (340,07)	23,6 (388,12)	24,5 (417,57)	25,0 (429,97)	25,4 (442,37)
Jaboticabal	24,7 (420,67)	24,8 (425,32)	24,4 (411,37)	22,5 (354,02)	20,3 (287,37)	19,2 (250,17)	19,1 (247,07)	21,1 (309,07)	22,7 (360,22)	23,6 (388,12)	23,9 (397,42)	24,3 (408,27)

Os valores entre parênteses indicam o número de graus-dia acumulados, mês a mês, calculados em função da temperatura base (Tb) obtida para *Cerconota anonella* (ciclo total).

Fonte: Departamento de Física e Meteorologia - ESALQ/USP

Tabela 6. Número de gerações da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae) em cinco regiões produtoras do Estado de São Paulo.

Regiões	Graus-dia (Anual)	Número de gerações (Anual)	Período (Frutificação)
Lins	4502,15	9,42	7,08
Mirandópolis	4645,04	9,71	7,30
Jales	4710,14	9,85	7,33
Dracena	4645,04	9,71	7,32
Jaboticabal	4259,09	8,91	6,70

4.2.5. Fase adulta

De modo geral a longevidade dos adultos de *C. anonella* foi decrescente com o aumento da temperatura (Tabela 7). Isso ocorreu, provavelmente, porque o metabolismo dos indivíduos é diretamente proporcional ao aumento da temperatura. Na faixa de 18^oC a 25^oC as fêmeas viveram menos do que os machos, provavelmente devido ao seu maior investimento reprodutivo nestas temperaturas. Já a semelhança nos valores de longevidade entre os dois sexos, nas temperaturas de 28^oC a 32^oC, deve-se talvez ao investimento energético das fêmeas, na reprodução não ter sido muito maior do que aquele investido pelos machos (observar a fecundidade na tabela 7). A longevidade de 24 dias para machos e 19 dias para fêmeas a 21^oC difere muito daquela descrita por Bustillo & Peña (1992), que foi de 5 a 8 dias para ambos os sexos, nesta mesma temperatura e para esta mesma espécie.

O período de pré-oviposição foi de, aproximadamente, 3 dias nas temperaturas de 18°C a 28°C. Apesar de não ter sido observado diferenças significativas nesta faixa, foi possível notar que a cada aumento na temperatura ocorreu um ligeiro aumento deste período (Tabela 7). Já nas temperaturas de 30°C e 32°C a média subiu para aproximadamente 5 dias (Tabela 7). Pelo menos em condições de laboratório, estas duas temperaturas se mostraram inadequadas para a reprodução desse inseto, pois a fecundidade foi muito baixa, não ocorreu cópula e, conseqüentemente, todos os ovos foram inférteis (Tabela 7). O período de pré-oviposição de 3,4 dias a 21°C é muito diferente daquele obtido por Bustillo e Peña (1992), que foi de apenas 1,0 dia, para esta mesma espécie.

O período de oviposição foi inversamente proporcional a temperatura e, portanto, diretamente proporcional à longevidade das fêmeas. A longevidade das fêmeas variou nas temperaturas de 18°C a 25°C, no entanto não ocorreu diferença significativa na fecundidade destas, apesar de a 18°C apresentar maior número de ovos/fêmea (Tabela 7). Ainda, nesta faixa de temperatura mais de 60% dos ovos foram fertilizados (Tabela 7). Portanto, pode-se considerar que estas temperaturas são ideais para a reprodução deste inseto. O que está de acordo com Sanders (1975), que afirmou que a temperatura ótima para o acasalamento de *Choristoneura fumiferana*, está dentro da faixa de 15°C a 24°C.

A 21°C o período de oviposição variou de 7 a 27 dias, portanto, diferente dos resultados obtidos por Bustillo e Peña (1992), que foi de apenas 3 a 6 dias. A fecundidade de *C. anonella* na temperatura de 21°C foi igual a 267 ovos/fêmea o que é extremamente diferente daquela encontrada por Fennah (1937) e Bustillo & Peña (1992), que foi de apenas 14 e 17 ovos/fêmea, respectivamente. No entanto, o primeiro autor relata que o número de ovos por fêmea poderia ser muito maior, pois ao dissecar algumas mariposas com um dia de idade, provenientes de pupas do campo, foram encontrados 264 ovos, dos quais 20 já se apresentaram totalmente maduros. O resultado de

fecundidade de *C. anonella* é bastante próximo àquela observada em *Eutorna phaulocosma* (Lepidoptera: Oecophoridae), que apresentou, em média, 260 ovos/fêmea (Charles et al., 1987). Para a temperatura de 25°C, a fecundidade de *C. anonella* foi de aproximadamente 216 ovos. Resultado próximo aquele obtido por Cervantes et al. (1999) para *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Stenomatidae), que foi de 200 ovos/fêmea. Com base nesses resultados é possível afirmar que o potencial reprodutivo das espécies que compõem a família Oecophoridae é bastante alto.

O número de ovos/dia foi diretamente proporcional a temperatura na faixa de 18°C a 28°C. Isso se deve, provavelmente, ao aumento da atividade metabólica dos indivíduos com o aumento da temperatura. Portanto, como o período de oviposição diminuía com o aumento da temperatura, a quantidade total de ovos/fêmea manteve-se praticamente constante, especialmente nas temperaturas de 18°C a 25°C (Tabela 7).

O número de cópulas realizados por adultos de *C. anonella* foi bem maior a 18°C, mas não houve diferença na fertilidade dos ovos na faixa de 18°C a 25°C. De acordo com Sanders (1975) a temperatura de 18°C é ideal para a atividade sexual de *C. fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). Apesar da maioria dos lepidópteros acasalar mais de uma vez, um único acasalamento pode fornecer espermatozóides suficientes para fertilizar todos os ovos produzidos durante a vida da fêmea (Thornhill & Alcock, 1983). De acordo com Rutowski (1982) acasalamentos adicionais têm como objetivos suprir as fêmeas de espermatozóides, aumentar a fecundidade ou longevidade através da aquisição de nutrientes e aumentar a diversidade genética de suas progênes.

As temperaturas de 30°C e 32°C se mostraram desfavoráveis à reprodução de *C. anonella*, especialmente pela ausência de cópula. Temperaturas de 30°C, ou mais, são facilmente alcançadas durante o dia nas regiões em que estes insetos ocorrem. Entretanto como os adultos desempenham suas atividades reprodutivas durante a noite, quando as temperaturas são menores, provavelmente estas atividades não são afetadas.

Tabela 7. Longevidade, fecundidade e fertilidade da broca-da-polpa-das-anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae) em diferentes temperaturas. $90,0 \pm 5,0$ % UR e 14 horas de fotoperíodo.

Temperatura (°C)	Pré-oviposição (dias)	Oviposição (dias)	Longevidade (dias)		Fecundidade* (ovos/fêmea)	Ovos/dia**	Fertilidade (%)	Cópulas (número)
			Macho*	Fêmea*				
18	3,32 ± 0,1 a (2-7)	20,4 ± 0,3 a (13-33)	30,1 ± 0,1 a (15,0-46,0)	26,0 ± 0,04 a (19,0-39,0)	278,1 ± 0,1 a (110-702)	14,8 ± 0,3 a (6-39)	62,0	1,7 (1-3)
21	3,43 ± 0,1 a (2-8)	13,9 ± 0,5 b (7-27)	24,2 ± 0,1 a (15-37)	19,2 ± 0,05 b (12-28)	266,7 ± 0,2 a (82-753)	20,2 ± 0,3ab (6-50)	64,0	1,3 (1-2)
25	3,65 ± 0,1 a (3-9)	9,6 ± 0,5 bc (4-15)	17,4 ± 0,1 b (12-31)	15,1 ± 0,1 c (10-24)	215,8 ± 0,2 a (50-667)	30,6 ± 0,2 b (14-54)	68,0	1,2 (1-2)
28	3,70 ± 0,1 a (2-9)	8,7 ± 0,3 c (5-17)	14,5 ± 0,1 bc (10-25)	14,6 ± 0,1 c (10-25)	91,8 ± 0,3 b (25-415)	21,1 ± 0,4 ab (3-64)	55,0	1,1 (1-2)
30	5,46 ± 0,1 b (3-7)	6,7 ± 0,8 c (2-18)	14,0 ± 0,1 bc (9-27)	14,1 ± 0,1 c (9-24)	20,3 ± 0,2 c (10-68)	5,2 ± 0,2 c (2-17)	0,0	0,0
32	5,04 ± 0,2 b (3-7)	6,8 ± 0,2 c (4-10)	11,5 ± 0,1 c (7-17)	10,1 ± 0,1 d (7-16)	18,5 ± 0,3 c (7-50)	3,3 ± 0,2 c (1-8)	0,0	0,0

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P ≤ 0,05);

valores entre parênteses indicam o intervalo de variação;

* Dados transformados em Log (X+0);

** Dados transformados em Raiz quadrada (X + 0).

4.3. Criação de *C. anonella* em dieta artificial

4.3.1. Desenvolvimento larval em dietas com diferentes fontes de proteína

As larvas de *C. anonella* não se desenvolveram nas dietas **D₂** (farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja) e **D₃** (germe de trigo e caseína) (Tabela 8). Observou-se que a baixa ingestão de alimento pelas larvas levou ao ressecamento acentuado das dietas, que chegaram a descolar parcialmente da parede do tubo. Apesar de *C. anonella* não se desenvolver na dieta **D₃**, esta é utilizada na criação de *Depressaria groteella* e *D. pastinacella* (Singh & Moore, 1985; Nitao & Berenbaum, 1988), ambas espécies da família Oecophoridae.

A maior duração do período larval foi apresentada na dieta **D₁** à base de feijão, farelo de soja, germe de trigo, caseína e levedura de cerveja (Tabela 8). Apesar desta ser uma dieta completa em relação as fontes de proteína, provavelmente o período larval foi longo porque as larvas não conseguiram assimilar os nutrientes necessários para o seu ótimo desenvolvimento. Vanderzant (1974) também já tinha observado que alguns insetos não conseguem se desenvolver em dietas, cuja fonte de proteína é feijão.

A menor duração do período larval foi obtida quando as larvas foram alimentadas com dieta à base de germe de trigo e farelo de soja **D₅**. Apesar da dieta **D₄** apresentar as mesmas fontes protéicas da **D₅**, a duração do período larval foi estatisticamente menor na primeira (Tabela 8). Essa diferença foi, provavelmente, devido a proporção de germe de trigo, que na dieta **D₅** era de 22% e na dieta **D₄** de 10,6% (Tabela 1). Estes resultados, provavelmente, refletem a importância do germe de trigo para o desenvolvimento desse inseto. Segundo Vanderzant (1974), este ingrediente é bastante completo, em termos de nutriente, e geralmente constitui 20% do peso seco das dietas, em que ele é a principal fonte de proteína. A duração da fase larval de *C. anonella* foi, em

media, de 26,22 dias, diferente do resultado obtido para a criação em fruto, que foi de aproximadamente 20,0 dias (ver tabela 2). Provavelmente esta maior duração foi devido a adaptação inicial da larva à dieta. Pois, observou-se que na criação massal em dieta ocorreram reduções gradativas na duração desta fase, ao longo das gerações.

Não houve diferença significativa na duração dos períodos de pré-pupa e de pupa entre as diferentes dietas (Tabela 8). Entretanto, o peso das pupas foi afetado diretamente pelos tratamentos, sendo que nas dietas **D₁** e **D₄** foram estatisticamente menor do que na dieta **D₅**. No entanto, mesmo nesta última ocorreu uma redução acentuada de peso em relação às pupas de larvas criadas em fruto (ver Tabela 3). Embora isso também se deva, provavelmente, a adaptação inicial da larva à dieta, pois na criação massal as pupas também aumentaram de peso ao longo das gerações.

A viabilidade de 90%, como observada nos indivíduos criados na dieta **D₅**, é considerada alta e ideal para criação de insetos. Já as viabilidades de 40 e 60% apresentados pelas dietas **D₁** e **D₄**, respectivamente, são valores inferiores ao aceitável para uma criação de insetos que é de, no mínimo, 75% (Singh, 1983). Portanto, estas duas dietas (**D₁** e **D₄**) podem ser consideradas inadequadas para a criação de *C. anonella*.

A razão sexual não foi afetada pela diferença na composição das dietas **D₄** e **D₅**, a qual foi próxima de 0,5. Entretanto houve uma tendência para maior número de machos na dieta **D₁** (Tabela 8).

O ciclo total de *C. anonella* em dieta artificial foi de, aproximadamente, 40,0 dias. Portanto sendo apenas 5,0 dias mais longo do que quando criado em fruto a 25⁰C (Tabela 2).

Na criação massal, em dieta artificial, a porcentagem de contaminação foi extremamente baixa, bem como a ocorrência de deformações. No entanto, observou-se a ocorrência de canibalismo, onde algumas larvas alimentavam-se de pupas recém-formadas. Este comportamento não ocorreu em larvas criadas em fruto. Portanto, o canibalismo seja devido, provavelmente, a deficiência de algum nutriente na dieta.

Tabela 8. Duração (dias) das fases de larva, pré-pupa, pupa (peso em mg), viabilidade e razão sexual da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae), criadas em diferentes fontes protéicas. Temperatura: 25,0 ± 1,0°C, 60,0 ± 1,0% UR e 14 horas de fotoperíodo.

Dietas	Duração (dias)				Peso de pupa (mg)		Viabilidade	Razão
	Fase larval	Pré-pupa	Pupa		Macho	Fêmea	(%)	F/F+M
D₁	37,6 ± 0,7 a (33,0-41,7)	3,4 ± 0,3 a (2,0-5,0)	9,2 ± 0,2 a (8-10)		20,9 ± 1,2 a (10,0-43,0)	23,3 ± 1,5 a (10,0-37,0)	40,0	0,43
D₄	35,1 ± 0,9 b (28,9-38,9)	3,2 ± 0,1 a (1,0-7,0)	9,1 ± 0,4 a (8-10)		22,4 ± 0,8 a (13,0-33,0)	24,4 ± 1,2 a (13,0-34,0)	60,0	0,47
D₅	26,2 ± 0,3 c (24,1-29,1)	2,9 ± 0,1 a (2,0-6,0)	9,3 ± 0,1 a (8-10)		29,2 ± 0,8 b (14,0-52,0)	35,6 ± 0,8 b (16,0-52,0)	90,0	0,53

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey(P≥ 0,05); Valores entre parênteses expressam o intervalo de variação.

D₁ (feijão, germe de trigo, proteína de trigo, caseína e levedura de cerveja), D₄ (farelo de soja, germe de trigo) e D₅ (farelo de soja e de germe de trigo).

4.3.2. Desenvolvimento embrionário de *C. anonella* criada em dieta artificial

Os ovos de *C. anonella* apresentaram, em média, 0,55 mm de comprimento por 0,31 mm de largura (Tabela 9). Ovos com um dia possuem coloração amarelo-clara (Figura 7A), com esculturas em formato triangular, distribuídas em toda a superfície (Figura 7E). Esta descrição é semelhante àquela feita por Fennah (1937), para essa mesma espécie. Esculturas semelhantes também foram descritas em ovos de *Stenoma cecropia* (Genty, 1978).

No segundo dia começam a aparecer pequenas manchas de cores amarela e laranja, distribuídas aleatoriamente, em todo o ovo (Figura 7B). No terceiro dia há um aumento na quantidade dessas manchas (Figura 7C). No quarto dia já é possível perceber os pontos correspondentes aos ocelos e a placa dorsal (Figura 7D). No quinto dia o embrião já está formado, sendo possível observá-lo claramente através do córion. Nele os ocelos, a mandíbula, a placa dorsal (Figura 7E) e os movimentos peristálticos são perfeitamente visíveis. No sexto dia a larva faz um orifício no córion, por onde sai a procura de alimento.

As larvas recém-eclodidas (Figura 7F) apresentam coloração amarelo-clara e medem, em média, 0,9 mm de comprimento (Tabela 10). O corpo apresenta 13 segmentos bastante definidos, com cerdas distribuídas em todos eles. Os ocelos são bastante desenvolvidos e a placa dorsal e as mandíbulas apresentam-se bastante esclerotizadas.

Figura 7. Seqüência do desenvolvimento embrionário da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae). A – E, ovos com 1,2,3,4 e 5 dias, respectivamente. Seta indica superfície triangular. **ma** = manchas amarelas e laranjas; **pd** = placa dorsal; **oc** = ocelos; **md** = mandíbulas. **Barras = 0,2 mm**.

Tabela 9. Medidas de maior comprimento (mm) e largura (mm) de ovos da broca-da-polpa das anonáceas
Cerconota anonella (Lepidoptera: Oecophoridae).

Rep.	Comp.	Larg.	Rep.	Comp.	Larg.	Rep.	Comp.	Larg.	Rep.	Comp.	Larg.	Rep.	Comp.	Larg.
1	0,57	0,35	21	0,52	0,34	41	0,52	0,33	61	0,50	0,28	81	0,54	0,33
2	0,54	0,28	22	0,54	0,31	42	0,50	0,33	62	0,48	0,28	82	0,48	0,28
3	0,49	0,24	23	0,58	0,31	43	0,52	0,31	63	0,51	0,27	83	0,59	0,31
4	0,51	0,29	24	0,56	0,35	44	0,62	0,31	64	0,51	0,28	84	0,47	0,31
5	0,52	0,27	25	0,47	0,34	45	0,62	0,31	65	0,61	0,29	85	0,54	0,27
6	0,50	0,27	26	0,53	0,31	46	0,54	0,29	66	0,51	0,25	86	0,52	0,29
7	0,59	0,35	27	0,54	0,30	47	0,54	0,30	67	0,59	0,33	87	0,58	0,33
8	0,52	0,36	28	0,54	0,33	48	0,56	0,33	68	0,56	0,33	88	0,57	0,30
9	0,56	0,29	29	0,54	0,30	49	0,51	0,31	69	0,52	0,27	89	0,53	0,29
10	0,48	0,27	30	0,54	0,30	50	0,52	0,29	70	0,57	0,29	90	0,45	0,29
11	0,50	0,29	31	0,58	0,35	51	0,57	0,30	71	0,48	0,31	91	0,59	0,35
12	0,58	0,31	32	0,50	0,34	52	0,61	0,28	72	0,57	0,29	92	0,59	0,33
13	0,57	0,31	33	0,54	0,33	53	0,58	0,30	73	0,61	0,33	93	0,59	0,33
14	0,51	0,29	34	0,52	0,31	54	0,48	0,30	74	0,50	0,34	94	0,56	0,33
15	0,52	0,29	35	0,54	0,33	55	0,51	0,31	75	0,48	0,30	95	0,59	0,35
16	0,60	0,33	36	0,48	0,34	56	0,50	0,34	76	0,48	0,31	96	0,62	0,34
17	0,52	0,30	37	0,58	0,35	57	0,58	0,30	77	0,51	0,30	97	0,56	0,34
18	0,59	0,35	38	0,54	0,33	58	0,56	0,33	78	0,54	0,30	98	0,59	0,30
19	0,60	0,28	39	0,53	0,25	59	0,54	0,28	79	0,52	0,33	99	0,54	0,27
20	0,58	0,31	40	0,56	0,33	60	0,54	0,29	80	0,57	0,33	100	0,51	0,27
Média Geral: 0,55 ± 0,04 mm (comprimento)														
Média Geral: 0,31 ± 0,02 mm (largura)														

Tabela 10. Medidas de larvas recém-eclodidas da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae) criadas em dieta artificial.

Repetição	Comprimento (mm)	Repetição	Comprimento (mm)
1	0,93	16	0,88
2	0,87	17	0,88
3	0,81	18	0,79
4	0,93	19	0,80
5	1,06	20	0,97
6	1,00	21	0,88
7	0,94	22	0,99
8	0,87	23	0,83
9	0,79	24	0,97
10	0,82	25	0,92
11	0,81	26	0,91
12	1,03	27	0,82
13	0,90	28	0,86
14	0,87	29	0,85
15	0,92	30	0,80
Média Geral: 0,89 ± 0,06 mm			

4.3.3. Determinação do número de ínstaes larvais de *C. anonella* em dieta artificial

Figura 8. Curva de distribuição de freqüência de larguras de cápsulas cefálicas de larvas da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae) criadas em dieta artificial. As setas indicam os prováveis ínstaes.

A espécie *C. anonella* apresentou cinco ínstaes larvais bem definidos (Figura 8). A razão de crescimento foi de 1,61 e o coeficiente de determinação de 0,94%. A cápsula cefálica mediu em média 0,19 mm, 0,34 mm, 0,55 mm, 1,12 mm e 1,68 mm no primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto ínstaes, respectivamente (Tabela 11). Este mesmo número ínstaes foi também encontrado por Bustillo & Peña (1992), quando larvas foram criadas em frutos de graviola.

Os valores de duração dos ínstaes de *C. anonella* foram próximos até o quarto, no entanto o quinto apresentou uma grande diferença, com um

valor igual a soma dos três primeiros ínstaes (Tabela 11). No entanto, quando larvas foram criadas em fruto de graviola (Bustillo & Peña, 1992), todos os cinco ínstaes apresentaram valores semelhantes. Portanto, é possível supor que a grande variação no último ínstar, quando criadas em dieta artificial, deve-se provavelmente a competição entre as larvas e/ou a deficiência de algum nutriente, o que poderia causar um atraso no desenvolvimento de algumas destas e, conseqüentemente, o prolongamento do último ínstar.

Tabela 11. Número de ínstaes da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae).

Ínstaes	Cápsula cefálica (mm)	Desvio Padrão	Duração (dias)
I	0,19 (0,19-0,24)	0,01	4,0 (1,0-4,0)
II	0,34 (0,29-0,44)	0,04	4,0 (5,0-9,0)
III	0,55 (0,49-0,84)	0,06	6,0 (10-16)
IV	1,12 (0,96-1,20)	0,09	3,0 (17-20)
V	1,68 (1,32-2,16)	0,14	14 (21-35)

4.3.4. Dimorfismo sexual de pupas de *C. anonella*

Figura 9. Dimorfismo sexual de pupas fêmea e macho da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae). Vista ventral. Segmentos abdominais (IV-X); AA, abertura anal; AG, abertura genital.

As pupas de *C. anonella* apresentam dimorfismo sexual característico às pupas da maioria dos lepidópteros. Na pupa fêmea a abertura genital é localizada entre o 8º e 9º segmento abdominal, já na pupa macho ela é no 9º segmento e apresenta duas estruturas arredondadas em forma de almofada (Figura 9). No entanto, Solomon (1962) propôs que para a sexagem de *Ennomos subsignarius* deveria considerar que a abertura genital das pupas fêmeas estaria situada no 8º segmento. Esta mesma localização pode ser considerada para a sexagem de *C. anonella*. Outra forma de localizar a

abertura genital é a partir da abertura anal, que em ambos os sexos fica no 10^a segmento abdominal (Figura 9).

As pupas macho e fêmea de *C. anonella* apresentam comprimento médio de 8,7 mm e 9,7 mm respectivamente (Tabela 12). Sendo esta diferença de tamanho outra característica que pode ser utilizada na sexagem com considerável grau de sucesso. Mas, a localização da abertura genital é mais precisa.

Tabela 12. Medidas de comprimento de pupas fêmeas e machos da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae) criadas em dieta artificial.

Repetição	Comprimento (mm)	
	Pupa Macho	Pupa Fêmea
1	9,5	9,7
2	7,8	9,8
3	8,5	9,9
4	8,4	9,4
5	9,5	10,4
6	8,1	10,4
7	8,1	9,5
8	9,4	11,0
9	8,5	8,8
10	9,1	8,9
11	8,7	9,0
12	8,4	10,6
13	8,7	9,8
14	8,9	8,5
15	8,3	9,7
16	8,3	9,9
17	9,6	10,3
18	9,4	8,7
19	8,8	9,6
20	8,3	9,9
Média	8,7 ± 0,4 mm	9,7 ± 0,5 mm

4.3.5. Potencial reprodutivo de adultos de *C. anonella* em dieta artificial

A longevidade de machos e fêmeas foi de, aproximadamente, 21,0 e 17,0 dias, respectivamente (Tabela 13). As fêmeas viveram menos devido, provavelmente, ao seu maior investimento energético na reprodução (ver fecundidade na Tabela 13). O período de pré-oviposição foi de aproximadamente 3,0 dias, o de oviposição de 10,0 a 19,0 dias e a fecundidade foi, em média, de 272,65 ovos por fêmea. Estes valores são muito diferentes daqueles obtidos por Bustillo & Peña (1992), os quais foram de 1,0 dia para a pré-oviposição, 3 a 6 dias de oviposição e a fecundidade média foi de apenas 17,0 ovos/fêmea. A fertilidade dos ovos foi de 90,0% e o número de cópulas variou de 1 a 2, sendo a média de 1,35 cópulas (Tabela 13). Portanto, pode-se considerar que a dieta artificial selecionada **D₅** é adequada à criação massal de *C. anonella*. Visto que os resultados no geral foram, até mesmo, superiores aqueles obtidos para criação em frutos, nessa mesma temperatura de 25⁰C (Observar tabela 7).

Tabela 13. Longevidade, fecundidade e fertilidade de fêmeas e machos da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* criadas em dieta artificial. Temperatura: 25,0 ± 1,0°C, 60,0 ± 1,0% UR e fotoperíodo de 14 horas.

Rep.	Longevidade (dias)		Pré-oviposição (dias)	Oviposição (dias)	Fecundidade (Ovos/Fêmea)	Fertilidade (%)	Cópula (N ^o)
	Macho	Fêmea					
1	17	17	3	14	265	84,5	1
2	21	14	2	11	245	98,0	1
3	23	20	5	12	114	64,9	2
4	25	18	3	18	250	93,2	2
5	26	13	2	11	346	94,6	2
6	15	15	3	12	189	96,3	2
7	28	15	3	12	274	95,6	1
8	18	13	3	10	299	97,7	1
9	14	14	5	10	177	92,1	1
10	13	20	3	18	389	92,5	1
11	25	23	2	21	516	94,0	2
12	30	15	3	12	261	88,5	2
13	24	19	3	14	194	63,9	2
14	16	24	2	19	446	96,9	1
15	15	12	3	10	274	97,4	1
16	21	16	3	14	229	90,4	1
17	22	15	3	13	313	97,1	1
18	21	16	5	12	104	84,0	1
19	27	17	3	15	230	66,5	1
20	24	16	3	14	348	96,6	1
Média	21,3 ± 1,2	16,6 ± 0,7	3,1	13,6	273,1	89,2%	1,3

4.4. Capacidade reprodutiva de machos de *C. anonella*

Figura 10. Porcentagem de cópulas realizadas por machos da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae).

Machos de *C. anonella* copularam até 5 vezes durante a vida, no entanto a maioria apresentou de uma a três cópulas (Figura 10). O intervalo mínimo, entre cópulas, foi de 24 horas. Portanto, pode-se considerar que este é o tempo mínimo necessário para que o macho produza um novo espermatozóide. De acordo com Ward & Landolt (1995), a ocorrência de múltiplos acasalamentos pelos machos de lepidópteros é esperada, pois o investimento deles na reprodução é relativamente pequeno, quando comparado às fêmeas. No entanto, o tempo requerido para a formação de um novo espermatozóide pode influenciar no sucesso de um novo acasalamento. Nos machos de *C. anonella* os espermatozóides eram gradativamente menores, sendo que o quarto e o quinto eram extremamente reduzido, em relação aos três primeiros (Figura

11). O mesmo foi observado em *Cydia pomonella*, embora nesta espécie eles se tornam bastante reduzidos já a partir do segundo espermatóforo (Howell, 1988).

O conhecimento da ocorrência de múltiplos acasalamentos por machos de *C. anonella* é importante para elaboração de programas mais adequado de manejo desta praga, principalmente quando se considera controle por comportamento, através de feromônio sexual, ou pela técnica do macho estéril.

Figura 11. Espermatóforos de primeira (A) e quinta cópula (B) da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae).

4.5. Efeito da alimentação de adultos na reprodução de *C. anonella*

A longevidade de machos e fêmeas de *C. anonella* foi alta quando alimentados com soluções aquosas de sacarose ou mel nas concentrações de 5% e 10% ou, ainda, naquela solução utilizada na criação de *Anticarsia gemmatalis* (Tabela 14). Quando foram mantidos com apenas água ou alimentados com soluções aquosas de sacarose a 20% ou de mel a 20%, apresentaram menor longevidade, diferindo significativamente dos outros tratamentos. Em experimentos semelhantes efetuados por Nantes & Parra (1978) com *Perileucoptera coffella*, por Simmons & Lynch (1990) com *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea* e *Elasmopalpus lignosellus*, por McEwen & Liber (1995) com *Prays oleae* e por Savopoulou-Soultani et al. (1998) com *Lobesia botrana*, também observaram que os indivíduos mantidos apenas com água apresentaram, menor longevidade. Em todos os tratamentos os machos viveram mais que as fêmeas, como observado nos experimentos de reprodução (ver Tabelas 7 e 9).

Apesar da fecundidade de *C. anonella* não apresentar diferenças significativas entre os tratamentos com alimento, com 100 a 200 ovos/fêmea, a maior oviposição foi observada quando as fêmeas foram alimentadas com sacarose a 5%, mel a 10% e na dieta padrão. A produção de ovos foi estatisticamente menor somente quando os adultos foram mantidos apenas com água. Isso provavelmente ocorreu devido, pelo menos em parte, a menor longevidade destes neste tratamento. Resultados semelhantes foram observados para *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea* e *Elasmopalpus lignosellus* (Simmons & Lynch, 1990) e para *Lobesia botrana* (Savopoulou-Soultani et al., 1998). Entretanto, para as três primeiras espécies a maior oviposição foi obtida quando as fêmeas foram alimentadas com mel a 10% e para a última espécie, quando alimentadas com mel a 20%. Já para a espécie *Trichoplusia ni* (Shorey, 1962), a maior fecundidade foi observada quando as fêmeas foram alimentadas com sacarose a 8%. Com base nesses resultados,

pode-se deduzir que a quantidade de carboidratos, conseqüentemente de energia, necessária à produção de ovos pelos lepidópteros, varia entre as diferentes espécies. No entanto, apesar da variação quantitativa, a presença deste nutriente é essencial à dieta dos lepidópteros adultos. Visto que a sua ausência pode afetar tanto a produção de ovos como a sobrevivência dos indivíduos, como observado em todos os estudos efetuados com várias espécies desse inseto.

A fertilidade dos ovos e o número de cópulas não foram afetados pela concentração de sacarose ou de mel presente na dieta dos adultos de *C. anonella* (Tabela 14). Possivelmente isso significa que, para a reprodução, os adultos machos desse inseto são menos exigentes, em termo nutricional, do que as fêmeas.

Tabela 14. Diferentes concentrações de sacarose e mel, na alimentação de adultos da broca-da-polpa das anonáceas *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae). Temperatura: 24,3 ± 0,2 °C, 62,5 ± 3,1% UR e 14 horas de fotoperíodo.

TRATAMENTO	LONGEVIDADE		Pré-oviposição (dias)	Fecundidade (Ovos/fêmea)	Fertilidade (%)	Cópulas (número)
	Macho	Fêmea				
Água	13,1 ± 0,9 c (10-17)	13,0 ± 0,8 d (10-17)	3,4 a (3-7)	105,2 ± 0,9 a (36-271)	60,1	1,40 (1-2)
Sacarose 5%	20,6 ± 1,6 ab (12-31)	23,5 ± 1,8 ab (10-31)	3,2 a (2-7)	196,3 ± 0,6 b (73-602)	52,8	1,38 (1-2)
Sacarose 10%	21,7 ± 1,5 ab (15-28)	21,6 ± 1,2 abc (18-28)	4,4 a (3-7)	132,7 ± 1,4 b (43-353)	54,5	1,40 (1-3)
Sacarose 20%	13,5 ± 0,8 c (11-19)	13,1 ± 0,7 d (10-17)	3,7 a (2-7)	129,6 ± 1,5 b (80-350)	55,6	1,44 (1-2)
Mel 5%	25,4 ± 1,9 a (19-35)	24,7 ± 1,6 a (18-30)	3,3 a (2-7)	147,9 ± 0,9 b (64-554)	50,9	1,37 (1-2)
Mel 10%	21,8 ± 1,1 ab (18-27)	19,7 ± 1,1 abc (17-26)	3,3 a (2-7)	196,8 ± 0,9 b (73-513)	56,6	1,37 (1-2)
Mel 20%	17,9 ± 1,3 c (14-27)	16,3 ± 1,2 cd (10-22)	4,1 a (2-7)	121,9 ± 1,0 b (38-493)	50,4	1,28 (1-2)
Padrão*	20,4 ± 0,9 ab (18-25)	18,7 ± 0,9 bc (14-22)	3,7 a (2-7)	178,3 ± 1,1 b (57-479)	67,2	1,30 (1-2)

* Solução aquosa utilizada na criação de adultos de *Anticarsia gemmatilis*; Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P≤0,05); Valores entre parênteses expressam o intervalo de variação.

5. CONCLUSÕES

- O parasitóide de pupa *Trichospilus diatraeae* é a espécie mais promissora para ser utilizado em programas de controle biológico de *C. anonella*, por apresentar alto potencial de parasitismo e ser de fácil manipulação em laboratório. Entretanto, mais estudos devem ser feitos buscando encontrar as condições ideais para a criação em laboratório das outras espécies, principalmente, *Apanteles* sp. por ter apresentado maior ocorrência no campo;

- O fungo *Beauveria bassiana* é eficiente no controle de pupas de *C. anonella*. No entanto, ainda é necessário encontrar a concentração ideal deste para ser aplicada no campo;

- A formiga predadora *Camponotus (Myrmothrix) rufipes* apresenta-se também como sendo mais uma espécie que poderá ser utilizada no manejo de *C. anonella*;

- Para criação de *C. anonella*, em laboratório, a faixa de temperatura de 25°C a 30°C é ideal para as fases de ovo, larva e pupa, visto que a duração é menor e a viabilidade é maior. Para os adultos a temperatura ideal é de 18°C a 25°C, pois nestas condições obtém-se maior número de ovos/fêmea, maior fertilidade e maior longevidade para machos e fêmeas;

- Com base nas exigências térmicas foi estimado para *C. anonella* de 9 a 10 gerações anuais. No entanto quando se considera apenas o período de frutificação, o número de gerações varia de 7 a 8. Contudo, esta estimativa não pode ser considerada definitiva, dado que sua população, em condições naturais, não é regulada apenas pela temperatura. Assim, faz-se necessário conduzir estudos no campo;

- A dieta artificial mais adequada para o desenvolvimento de *C. anonella* é aquela que tem como fonte de proteína germe de trigo e farelo de soja. Os parâmetros biológicos avaliados nos indivíduos criados nessa dieta apresentam resultados semelhantes aqueles observados nos indivíduos criados em fruto;

- As larvas de *C. anonella* criadas em dieta artificial apresentam cinco ínstaes larvais, igual ao observado para larvas criadas em fruto;

- O dimorfismo sexual de pupas de *C. anonella* é bastante característico e distinguido pela localização da abertura genital;

- O macho de *C. anonella* pode copular até 5 vezes durante a vida, com intervalo mínimo de 24 horas entre cópulas. O conhecimento do número de cópulas é importante para elaboração de programas mais adequados de manejo desta praga, principalmente quando se considera controle por comportamento, através de feromônio sexual, ou pela técnica do macho estéril.

- A longevidade de adultos de *C. anonella* é reduzida quando é fornecido somente água. A fecundidade de fêmeas é alta, quando alimentadas em diferentes concentrações de mel e sacarose.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVILAN, L.; LEAL, F. Áreas potenciales para el desarrollo de diferentes especies frutícolas e el País. 4. Anonaceas. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v.8, p.47-59, 1984.
- BORDAT, D.; BRENIERE, J.; COQUARD, J. Foreurs de graminées africaines: parasitisme et techniques d'élevage. **Agronomie Tropicale**, v.32, n.4, p.391-399, 1977.
- BRAGA-SOBRINHO, R.; BANDEIRA, C.T.; MESQUITA, A.L.M. Occurrence and damage of soursop pests in northeast Brazil. **Crop Protection**, v.18, p.539-541, 1999.
- BRENIÈRE, J.; BORDAT, D.; VERCAMBRE, B. et al. Les opérations de lutte biologique contre le foreur du maïs *Chilo partellus* (Swinhoe), Lepidoptera, dans L'Île de Ngazidja. **Agronomie Tropicale**, v.40, n.2, p.157-166, 1985.
- BROGLIO-MICHELETTI, S.M.F.; BERTI-FILHO, E. Parasitóides de *Cerconota anonella* (Sepp., 1830) (Lep.: Oecophoridae) em graviola (*Annona muricata* L.). **Scientia Agrícola**, v.57, n.3, p.565-566, 2000.

- BUSTILLO, A.E.; PEÑA, J.E. Biology and control of the *Annona* fruit borer *Cerconota anonella* (Lepidoptera: Oecophoridae). **Fruits**, v.47, p.81-84, 1992.
- CALLAHAN, P.S. Serial morphology as a technique for determination of reproductive patterns in the corn earworm, *Heliothis zea* (boddie). **Annals of the Entomological Society of America**, v.51, n.5, p.413-428, 1958.
- CALLAHAN, P.S., CHAPIN, J.B. Morphology of the reproductive systems and mating in two representative members of the family Noctuidae, *Pseudaletia unipuncta* and *Peridroma margaritosa*, with comparison to *Heliothis zea*). **Annals of the Entomological Society of America**, v.53, p. 763-782, 1960.
- CALZAVARA, B.B.G.; MÜLLER, C.H. **Fruticultura tropical: a gravioleira *Annona muricata***. L. Belém: EMBRAPA,CNTU, 1987. 36p. (Documento, 47).
- CALOBA, J.; SILVA, N.M. Insetos associados a graviola, *Annona muricata* L. e biribá, *Rollinia mucosa* (Jacq.) Bail no Estado do Amazonas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n.1, p.179-182, 1995.
- CAMPOS, C.B.H.; OLIVEIRA, E.B.; MOSCARDI, F. Criação massal da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatilis*). Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 1985. 23p. (Documento, 10)
- CERVANTES, P.L.; LYAL, C.H.C.; BROWN, V.K. The stenomatine 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.

CHAGAS, M.C.M.; PARRA, J.R.P. *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae): Técnica de criação e biologia em diferentes temperaturas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, n.2, p.227-235, 2000.

CHAPMAN, R.F. **The Insects. structure and function**. 4.ed. New York: Cambridge Press, 1998. 770p.

CHARLES, J.G., DUGDALE, J.S., WHITE, V. Preliminary studies of *Eutorna phaulocosma* (Lepidoptera: Oecophoridae) in New Zealand. **New Zealand Journal of Zoology**, v.14, p.519-526, 1987.

COSTA LIMA, A. Entomófagos Sul Americanos (Parasitos e Predadores) de insetos nocivos a Agricultura. **Boletim da Sociedade Brasileira de Agronomia**, v.11, p.1-32, 1948.

DADD, R.H. Insect nutrition: Current developments and metabolic implications. **Annual Review of Entomology**, v.18, p.381-420, 1973.

DELISLE, J., BOUCHARD, A. Male larval nutrition in *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae): an important factor in reproductive sucess. **Oecologia**. v.104, p.508-517, 1995.

DOMÍNGUEZ GIL, O.E. Insectos perjudiciales de la Guanabana (*Annona muricata* L.) en el Estado Zulia, Venezuela. **Revista Latinoamericana de Ciências Agrárias**, v.15, p.43-55, 1980.

DUARTE, F.E. Insetos holometabólicos. **Agronomia**, v.6, p.178-211, 1947.

- FALCÃO, M.A.; LIERAS, E.; LEITE, A.M.C. Aspectos fenológicos, ecológicos e de produtividade da graviola (*Annona muricata* L.) na região de Manaus. **Acta Amazônica**, v.12, p.27-32, 1982.
- FENNAH, R.G. Lepidopterous pests of the soursop in Trinidad. (1) *Cerconota anonella*. **Tropical Agriculture**, v.14, n.6, p.175-178, 1937.
- FERREIRA, W.M. (1988) Bibliographic research on some Annonaceae Species. **Plant Science**, 46p. (Mimeog.).
- FREITAS, G.B. Propagação, florescimento, frutificação e produção da gravioleira (*Annona muricata* L.). Viçosa, 1997. 87p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
- GANGAVALLI, R.R.; ALINIAZEE, M.T. Temperature requirements for development of the obliquebanded leafroller, *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae). **Environmental Entomology**, v.14, n.1, p.17-19, 1985.
- 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.
- GENTY, P.H. Morphologie et biologie d'un lépidoptère défoliateur du palmier à huile en Amérique Latine, *Stenoma cecropia* Meyrick. **Oléagineux**, v.33, p.421-427, 1978.

- GRELLMANN, E.O.; LOECK, A.E.; SALLES, L.A.B. et al. Necessidades térmicas e estimativa do número de gerações de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Olethreutidae) em Pelotas, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.7, p.999-1004, 1992.
- GRANADINO, A.C.; CAVE, R.D. Within-tree distribution of seven insect pests of soursop (*Annona muricata*) in Honduras. **Ceiba**, v.38, n.2, p.161-166, 1997.
- GUPPY, J.C. Some effects of temperature on the immature stages of the armyworm, *Pseudaletia unipuncta* (Lepidoptera: Noctuidae), under controlled conditions. **Canadian Entomologist**, v.101, p.1320-1327, 1969.
- GUTIÉRREZ, B. A.; TROCHÉZ, A. Estudio sobre las plagas de las anonaceas en el Valle del Cauca. **Revista Colombiana de Entomologia** v.3, p.39-47, 1977.
- HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P. **Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo evolutivo dos insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1999. 29p. (Série Agricultura e Desenvolvimento).
- HERNÁNDEZ, L.V.; ANGEL, D.N. Diagnostico tecnico y comercial de la guanabana en Mexico. In: MEMORIAS CONGRESO INTERNACIONAL DE ANONACEAS, Mexico, 1997. **Anais**. Mexico: 1997. p.1-18.
- HOWE, R.W. Temperature effects on embryonic development in insects. **Annual Review of Entomology**, v.10, p.15-42, 1967.

- HOWELL, J.F., Spermatophore number in the codling moth *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Olethreutidae). **Canadian entomologist**. v.120, n.8/9, p.701-711, 1988.
- JUNQUEIRA, N.T.V.; CUNHA, M.M.; OLIVEIRA, M.A.S. et al. **Graviola para a exportação: Aspectos Fitossanitários**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1996. 67p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 22).
- LOPES, J.G.V.; OLIVEIRA, F.M.; ALMEIDA, J.I.L. **A gravioleira**. Belém: EPACE, 1994. 71 p.
- MAGRINI, E.A.; SILVEIRA NETO, S.; PARRA, J.R.P. et al. Biologia e exigências térmicas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.25, n.3, p.513-519, 1996.
- MARÍN ACOSTA, J.C. Lista preliminar de plagas de Annonaceae, Nispero (*Achras zapota* L.) y Guayaba (*Psidium guajava* L.) en Venezuela. **Agronomia tropical**, v.23, n.2, p.205-216, 1973.
- MARTÍNEZ, N.B. DE.; GODOY, F.J. Distribucion geografica de *Talponia* sp., *Cerconota anonella* Sepp., y *Bephratelloides* sp., perforadores de flores y frutos de Guanabana en Venezuela. **Agronomia Tropical**, v.39, p.319-321, 1989.
- MARTÍNEZ, N.B. de., GODOY, F.J. Enemigos naturales de *Cerconota anonella* Sepp., perforador del fruto de la Guanabana (*Annona muricata* L.). **Agronomia Tropical**, v.33, p.155-161, 1983.

McCOMIE, L.D. The soursop (*Annona muricata* L.) in Trinidad: Its importance, pests and problems associated with pest control. **Journal of the Agricultural Society of Trinidad Tobago**, n.87, p.42-55, 1987.

McEWEN, P.K.; LIBER, H. The effect of adult nutrition on the fecundity and longevity of the olive moth *Prays oleae* (Bern). **Journal of Applied Entomology**, v.119, p.291-294, 1995.

MEDINA-GAUD, S.; BENNETT, F.; SEGARRA, A. E. et al. Notes on insect pests of soursop (Guanabana), *Annona muricata* L., and their natural enemies in Puerto Rico. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v.73, p.383-390, 1989.

MELO, G.S. **Manejo Integrado de Pragas e Doenças de Anonáceas**. Recife: IPA, 1991. 13p. (Comunicado técnico, 37).

MELO, G.S.; GONZAGA NETO, L.; MOURA, R.J.M. **Cultivo de gravioleira (*Annona muricata* L.)**. Recife:IPA, 1983. 4p. (Instruções Técnicas do IPA 13).

MIHSFELDT, L.H. Biologia e exigências térmicas de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) em dieta artificial. Piracicaba, 1998. 87p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MORTON, J.F. La Guanábana. **La Hacienda**, v.68, p.30-31, 1973.

MOURA, J.I.L.; DELABIE, J.H.C. Eficiência de *Azteca chartifex spiriti* no controle biológico de *Cerconota anonella* (Sepp.). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 5, Foz do Iguaçu, 1996, **Resumos**. Foz do Iguaçu: COBRAIFI, 1996, p.181.

- MUGGLESTON, S.J. Rearing and the effects of photoperiod and temperature on diapause in *Stathmopoda aposema* (Lepidoptera: Oecophoridae: Stathmopodinae). **New Zealand Journal of Zoology**, v. 16, p.199-204, 1989.
- NAGALINGAM, B. Studies on the biology of *Psorosticha zizyphi* Stn. on acid lime (*Citrus aurantifolia* Swingle). **Mysore Journal of Agricultural Sciences**. v.22, n.1, p.48-52, 1988.
- NANTES, J.F.D.; PARRA, J.R.P. Influência da alimentação sobre a biologia de *Perileucoptera coffeella* (Guêrin-Mêneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae). **Científica**, v.6, n.2, p.263-268, 1978.
- NITAO, J.K.; BERENBAUM, Laboratory rearing of the parsnip webworm, *Depressaria pastinacella* (Lepidoptera: Oecophoridae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.81, n.3, p.485-487, 1988.
- NOONAN, J.C. Review of investigations of the *Annona* species. **Natural Horticulture Magazine**, v.33, p.219-225, 1954.
- NUÑEZ, R.V.; DE LA CRUZ, J. Reconocimiento y descripción de los principales insectos observados en cultivares de guanabana (*Annona muricata* L.) en el departamento del Valle. **Acta Agronomica**, v.32, p.45-51, 1992.
- OLIVEIRA, M.A.S.; GENÚ, P.J.C.; JUNQUEIRA, N.T.V. et al. **Pragas da gravioleira do Cerrado**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1992. 11p. (Documentos, 41).

- PARON, M.R. Bioecologia de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitóide de pupas de Lepidoptera. Piracicaba, 1999. 57p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- PARON, M.R.; BERTI-FILHO, E. Capacidade reprodutiva de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de diferentes hospedeiros (Lepidoptera). **Scientia Agrícola**, v.57, p.355-358, 2000.
- PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. IN: PANIZZU, A.R.; PARRA, J.R.P. (Ed.) **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. cap.2, p.9-65.
- PARRA, J.R.P.; HADDAD, M.L. **Determinação do número de ínstares de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1989. 49p.
- PEÑA, J.E. ; BENNETT, F.D. Arthropods associated with *Annona* spp. in the neotropics. **Florida Entomologist**, v.78, p.329-349, 1995.
- PEREIRA, M.J.B.; BASTOS NETO, E.A.; CAVALCANTI, M.G. Parasitóides de larvas de *Cerconota anonella* (Sepp. 1830) (Lep.:Stenomatidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 10, Lavras, 1991. **Resumos**. Lavras: FEAB, ESAL, 1991, p. 40.
- PILLAI, G.B.; NAIR, K.R. A check list of parasitoids and predators of *Opisina arenosella* Wlk. On coconut. **Indian Coconut Journal Cochin**. v.23, p.2-9, 1993a.

- PILLAI, G.B.; NAIR, K.R. Studies on the chalcidid pupal parasitoids of the coconut caterpillar *Opisina arenosella* Walker in Kerala, **Indian Entomon.** v.17, p.183-192, 1993b.
- PINTO, A.C.Q.; GENÚ, P.J.C. Contribuição ao estudo técnico-científico da graviola (*Annona muricata* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7, Florianópolis, 1984. **Anais.** Florianópolis: SBF/EMPASC, 1984. p.529-546.
- RAMOS, V.H.V. Cultura da Graviroleira (*Annona muricata* L.) In: DONADIO, L.C., MARTINS, A.B.G., VALENTE, J.P. (Ed.) **Fruticultura Tropical**. Jaboticabal: FUNEP, FCAV,UNESP, 1992. p.127-157.
- RANGEL, M.I.P., GARCÍA, G.V.C. La comercialización de Anonaceas en México. Una aproximación a su estudio. In: MEMORIAS CONGRESO INTERNACIONAL DE ANONACEAS, Mexico. 1997. **Anais.** Mexico: 1997. p.68-91.
- REBOUÇAS, A. S.J. Aspectos generables de las Anonaceas en Brasil. In: MEMORIAS CONGRESO INTERNACIONAL DE ANONACEAS, Mexico, 1997. **Anais.** Mexico: 1997. p.92-101.
- RODRIGUEZ-DEL-BOSQUE, L.A.; SMITH, J.W.JR. Parasitization of *Diatraea lineolata* pupae and diapausing larvae by several exotic parasites. **Florida Entomologist**, v.72, p.703-705, 1989.

- RUIZ, R.V. Manejo de problemas entomológicos en huertos de Guanabana. In: FORO ENTOMOLÓGICO - "PLAGAS DE FRUTALES EN COLOMBIA Y ALTERNATIVAS DE MANEJO. CASOS: GUANABANA, CURUBA, CITRICOS". 22 Palmira, 1991. **Anais**. Colômbia: Universidad Nacional de Colombia, 1991. p. 65-86.
- RUTOWSKI, R.L. Mate choice and lepidopteran mating behavior. **Florida Entomologist**, v.64, p.72-82, 1982.
- SAVOPOULOU-SOULTANI, M.; MILONAS, P.G.; STAVRIDIS, D.G. Role of availability of food to the adult *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) in its reproductive performance. **Journal of Economic Entomology**, v.91, n.6, p. 1341-1348, 1998.
- SALVADORI, J.R.; PARRA, J.R.P. Efeito da temperatura na biologia e exigências térmicas de *Pseudaletia sequax* (Lep.: Noctuidae), em dieta artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.12, p. 1693-1700, 1990.
- SANDERS, C.J. Factors affecting adult emergence and mating behavior of the eastern spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). **Canadian Entomologist**, v.107, p.967-977, 1975.
- SHOREY, H.H. The biology of *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). II. Factors affecting adult fecundity and longevity). **Annals of the Entomological Society of America**, v.56, p.476-480, 1962.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D. et al. **Manual de Ecologia dos Insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419p.

- SIMMONS, M.A.; LYNCH, R.E. Egg production and adult longevity of *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae), and *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae) on selected adults diets. **Florida Entomologist**, v. 73, n.4, p.665-671, 1990.
- SINGH, P. A general purpose laboratory diet mixture for rearing Insects. **Insect Science and its application**, v.4, n.4, p.357-362, 1983.
- SINGH, P.; MOORE, R.F. **Handbook of insect rearing**. New York: Elsevier, 1985. 1v.
- SOLOMON, J.D. Character for determining sex in elm spanworm pupae. **Journal of Economic Entomology**, v. 55, n.2, p.269-270, 1962.
- THORNHILL, R., ALCOCK, J. **The evolution of the insect mating systems**. London: Harvard University Press, Cambridge. 1983. 547p.
- VANDERZANT, E.S. Development, significance and application of artificial diets for insects. **Annual Review Entomology**, v.19, p.139-160, 1974.
- WARD, K.E., LANDOLT, P.J. Influence of multiple matings on fecundity and longevity of female cabbage looper moths (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.88, n.6, p.768-772, 1995.