BIOLOGIA E TÉCNICA DE CRIAÇÃO DO PREDADOR
Calosoma granulatum PERTY, 1830
(COLEOPTERA: CARABIDAE), EM *Anticarsia*
gemmatalis HÜBNER, 1818 (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE), LAGARTA-DA-SOJA

AMARILDO PASINI

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Evoneo Berti Filho

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

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Dezembro - 1995

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

Pasini, Amarildo

Biologia e técnica de criação do predador *Calosoma granulatum* Perty, 1830 (Coleoptera: Carabidae), em *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae), lagarta-da-soja / Amarildo Pasini. - - Piracicaba, 1995.
67p. : il.

Tese (doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1996.
Bibliografia.

1. Inseto para controle biológico 2. Inseto predador - Biologia 3. Inseto predador - Criação 4. Lagarta-da-soja - Controle biológico I. Título

CDD 595.76
632.76

BIOLOGIA E TÉCNICA DE CRIAÇÃO DO PREDADOR
Calosoma granulatum PERTY, 1830
(COLEOPTERA: CARABIDAE), EM *Anticarsia*
gemmatalis HÜBNER, 1818 (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE), LAGARTA-DA-SOJA

AMARILDO PASINI

Aprovada em: 12/02/1996

Comissão Julgadora:

Dr. Antônio Ricardo Panizzi	EMBRAPA/CNPSo
Dr. José Djair Vendramim	ESALQ/USP
Dr. José Roberto Postali Parra	ESALQ/USP
Dr. Luis Amilton Foerster	UFPR

Prof. Dr. Evoneo Berti Filho

Orientador

Aos meus pais, ERNESTO e RENILDA, dedico

"Ainda que eu falasse a língua dos homens e falasse a língua dos anjos, sem amor eu nada seria." (Renato Russo, adaptado de Coríntios, I, 13)

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Evoneo Berti Filho, pelos ensinamentos, orientação e amizade.

À Universidade Estadual de Londrina (UEL), e ao Departamento de Agronomia, pela licença concedida, viabilizando a realização deste trabalho.

Aos colegas Mauricio Ursi Ventura, Pedro Manuel Oliveira Janeiro Neves e Ayres de Oliveira Menezes Júnior, pela dedicação ao Departamento de Agronomia, na minha ausência.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/PICD), pela concessão da bolsa de estudos.

À Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação.

Ao Dr. José Roberto Postali Parra, pelo incentivo à pesquisa e facilidade de uso do laboratório de Biologia de Insetos.

Aos professores do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pelos ensinamentos recebidos durante o curso de Doutorado.

Aos estagiários "Capela", Sandra Mara Navas, Elaine Cristina Doná; às colegas Rosilene Pereira e Maria Edilene de

Oliveira, pelo valioso auxílio nas atividades diárias de laboratório.

Aos funcionários do laboratório de criação de insetos da EMBRAPA-CNPSO (Londrina-PR), Juvenil José da Silva e Adair Vicente Carneiro, bem como ao Sr. José Vicentini Neto e Davi César Tramontina, da Universidade Estadual de Londrina, pelo auxílio nas coletas de adultos de *Calosoma granulatum*.

Ao amigo Heraldo Negri de Oliveira, pela valiosa contribuição na elaboração de slides e fotografias; à colega Neide Graciano Zério, pelo auxílio no preparo das dietas.

A Pesquisadora Maria Cristina Oliveira, da EMBRAPA-CNPSO, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos amigos Alcides Moino Júnior, Dr. Gilberto J. de Moraes, Herivelto José Barbosa, Maurício Ursi Ventura e Valmir A. Costa, pela amizade, incentivo e sugestões na redação final deste trabalho.

Aos demais colegas da pós-graduação em Entomologia, pela amizade e incentivo.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xii
SUMMARY	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Características e ocorrência das espécies do gênero <i>Calosoma</i>	5
2.2. Metodologia de criação do gênero <i>Calosoma</i>	6
2.3. Aspectos biológicos do gênero <i>Calosoma</i>	7
2.4. Hábitos alimentares do gênero <i>Calosoma</i>	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Procedimentos gerais	14
3.1.1. Criação estoque de <i>C. granulatum</i>	14

3.1.2. Criação estoque de <i>Anticarsia gemmatalis</i>	19
3.2. Preferência alimentar de <i>C. granulatum</i> pelos diferentes estágios de <i>A. gemmatalis</i>	20
3.3. Biologia de <i>C. granulatum</i>	21
.	22
3.3.1. Fase de larva de <i>Calosoma granulatum</i>	22
3.3.2. Fase de pupa de <i>C. granulatum</i>	23
3.3.3. Fase adulta de <i>C. granulatum</i>	24
3.3.3.1. Período de maturação sexual e pré- oviposição	25
3.3.3.2. Tabela de vida de fertilidade	26
3.3.4. Fase de ovo de <i>C. granulatum</i>	27
.	27
3.4. Análises estatísticas	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1. Preferência alimentar de <i>Calosoma granulatum</i>	29
4.2. Biologia de <i>C. granulatum</i>	32
4.2.1. Fase de larva de <i>C. granulatum</i>	32
4.2.1.1 Duração e viabilidade	32
4.2.2. Fase de pupa de <i>C. granulatum</i>	39
4.2.3. Fase adulta de <i>C. granulatum</i>	42

4.2.3.1. Período de pré-oviposição	42
4.2.3.2. Período de oviposição e capacidade de postura	42
4.2.3.3. Acasalamento	48
4.2.3.4. Longevidade e deformação	49
4.2.3.5. Tabela de vida de fertilidade	51
4.2.4. Fase de ovo de <i>C. granulatum</i>	52
4.2.4.1. Período de incubação e viabilidade em diferentes temperaturas	52
4.2.4.2. Exigências térmicas	54
.	57
4.3. Considerações gerais	57
5. CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

LISTA DE TABELAS

TABELA	Página
01 Predação média diária de lagartas e pupas de <i>A. gemmatalis</i> por larvas e adultos de <i>C. granulatum</i> , em testes com chance de escolha. Temperatura $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; umidade relativa $60 \pm 10\%$ e fotofase 14 horas.....	30
02 Predação média diária de lagartas de <i>A. gemmatalis</i> (3,0 a 3,5cm) por adulto ($\varnothing$ e σ) de <i>C. granulatum</i> . Temperatura $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; umidade relativa $60 \pm 10\%$ e fotofase 14 horas.....	31
03 Duração média (dias) do período larval de <i>C. granulatum</i> , alimentadas com lagartas de <i>A. gemmatalis</i> , em dois substratos (umidade 30-35%). Temperatura $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; fotofase de 14 horas.....	34

04	Viabilidade larval (%) de <i>C. granulatum</i> , alimentadas com lagartas de <i>A. gemmatalis</i> , em dois substratos (umidade 30-35%). Temperatura $25 \pm 1^\circ \text{C}$; fotofase 14 horas.....	36
05	Viabilidade (%) e duração média (dias) do período pupal de <i>C. granulatum</i> , em dois substratos (umidade 30-35%). Temperatura $25 \pm 1^\circ \text{C}$; fotofase 14 horas.....	40
06	Período médio de pré-oviposição e oviposição de <i>C. granulatum</i> em substrato orgânico (umidade 30-35%). Temperatura $25 \pm 1^\circ \text{C}$; fotofase 14 horas.....	43
07	Número médio de ovos por postura, média de ovos por fêmea e número médio de posturas por fêmea de <i>C. granulatum</i> , em substrato orgânico (umidade 30-35%). Temperatura $25 \pm 1^\circ \text{C}$; fotofase 14 horas.....	45
08	Longevidade de machos e fêmeas de <i>C. granulatum</i> , alimentados com lagartas de <i>A. gemmatalis</i> , em substrato orgânico (umidade 30-35%). Temperatura $25 \pm 1^\circ \text{C}$; fotofase 14 horas.....	50

- 09 Taxa líquida de reprodução (R_0), duração média de cada geração (T), capacidade inata de aumentar em número (r_m), razão finita de aumento () de *C. granulatum*, em substrato orgânico (umidade 30-35%).
Temperatura $25 \pm 1^\circ$; fotofase 1451
- 10 Período médio de incubação (dias) e viabilidade de ovos (%) de *C. granulatum*, sob diferentes temperaturas. Fotofase 14 horas..... 53
- 11 Temperatura base (t_b), constante térmica (K), equação da velocidade de desenvolvimento ($1/D$) e coeficiente de determinação (R^2) para a fase de ovo de *C. granulatum*..... 55

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
01	Técnica de criação de <i>C. granulatum</i>
	A. Vista externa do recipiente utilizado para estudar a fase adulta; B. Vista interna do recipiente com folíolo de soja, lagartas de <i>A. gemmatilis</i> , banana e adultos do predador; C. Substrato orgânico contendo ovos do predador (brancos); D. Vista interna do recipiente, sem o substrato orgânico, ovos do predador 18
02	Ovos e larvas de <i>C. granulatum</i> obtidos em laboratório.
	A. Larva recém-eclodida (branca); B. ovos, larva recém-eclodida (à direita) e larva já escurecida (abaixo). 38
03	Pupas e adulto de <i>C. granulatum</i> obtidos em laboratório.
	A. Pupas de diferentes idades (da esquerda para a direita, aproximadamente 1 dia de diferença entre elas, à 25°C; B. Adulto alimentando-se de lagarta-da-soja41
04	Ritmo semanal de postura de <i>C. granulatum</i>47
05	Tempo e velocidade de desenvolvimento da fase de ovo de <i>C. granulatum</i> , em função da temperatura..... 56

BIOLOGIA E TÉCNICA DE CRIAÇÃO DO PREDADOR *Calosoma granulatum* PERTY, 1830 (COLEOPTERA: CARABIDAE), EM *Anticarsia gemmatalis* HÜBNER, 1818 (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), LAGARTA-DA-SOJA

Autor: Amarildo Pasini

Orientador: Evoneo Berti Filho

RESUMO

Foram realizados estudos com o predador *Calosoma granulatum* Perty, 1830 (Coleoptera: Carabidae), utilizando-se a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae), como presa, objetivando-se conhecer os parâmetros biológicos e a preferência alimentar da espécie. Além disso, o desenvolvimento da fase larval e pupal do predador foi comparado em substrato orgânico e na vermiculita. Os estudos foram realizados em laboratório (temperatura $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas). Adultos e larvas de terceiro instar de *C. granulatum* preferiram lagartas, enquanto que larvas de primeiro e segundo instares preferiram pupas de *A. gemmatalis*, como alimento. Tanto o substrato orgânico quanto a vermiculita foram adequados para estudar a fase larval e pupal de *C.*

granulatum. O período médio de oviposição foi de 43,8 dias, sendo que cada fêmea colocou em média 228,4 ovos e a maior porcentagem de postura ocorreu nas duas primeiras semanas. A longevidade média de machos e fêmeas foi de 80,2 e 85,7 dias, respectivamente. O período de incubação decresceu com a elevação térmica. A temperatura mais adequada para obtenção de larvas foi a de 25°C. As exigências térmicas da fase de ovo foram de 54,8 graus dia e a temperatura base foi de 9,5°C.

BIOLOGY AND REARING TECHNIQUES OF *Calosoma granulatum* PERTY, 1830
(COLEOPTERA: CARABIDAE) PREDATOR OF THE VELVETBEAN CATERPILLAR,
Anticarsia gemmatalis HÜBNER, 1818 (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Author: Amarildo Pasini

Adviser: Evoneo Berti Filho

SUMMARY

This research deals with the biological parameters of the predator *Calosoma granulatum* Perty, 1830 (Coleoptera: Carabidae) reared on the immature stages of the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae). Also the development of the larval and pupal stages of the predator were compared on two types of substratum, organic and vermiculite ones. The experiments were set in laboratory ($25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; $60 \pm 10\%$ RH, 14 hour photophase). The results were as follows: 3rd instar larvae and adults of the predator preferred to feed on *A. gemmatalis* larvae, while 1st and 2nd instar larvae preferred to feed on *A. gemmatalis* pupae; both substrata tested were suitable for the development of the larval and pupal stages of the predator; the mean oviposition period was 43.8 days, with a mean of 228.4 eggs per female, and the highest percentage of

oviposition occurred in the first two weeks of the oviposition period; the egg period was affected by the temperature, decreasing with the increasing of the thermal conditions; 25° C was the most suitable temperature for the hatching of *C. granulatum*; the thermal requirements of the egg stage were 54.8 days degree and the temperature threshold was 9.5° C.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de inimigos naturais como agentes reguladores de populações de insetos-praga tem aumentado de maneira significativa, principalmente devido à maior conscientização da preservação do ambiente.

Dentre os insetos predadores, os do gênero *Calosoma* (Coleoptera: Carabidae) destacam-se como objeto de estudo em áreas agrícolas (PRICE & SHEPARD, 1978a; BROWN & GOYER, 1984; YOUNG, 1985) e florestais (WESELOH, 1990), contribuindo para a redução da população de pragas. A espécie *Calosoma sycophanta* Linnaeus, 1758 é o principal fator de mortalidade de pupas de *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantriidae) em florestas de carvalho, tendo sido introduzido nos E.U.A. para o controle desta praga (WESELOH, 1985a).

No Brasil, *Calosoma granulatum* Perty, 1830 é citado como importante predador de lepidópteros-praga, ocorrendo na mesma época que a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatilis* Hubner, 1818, na cultura da soja (PASINI, 1990). Tanto as larvas quanto os adultos são vorazes predadores de lagartas e pupas de *A. gemmatilis* (PASINI, 1991). No entanto, a maioria das pesquisas foi desenvolvida em condições de campo, face à dificuldade da

criação deste carabídeo em laboratório. PEGORARO & FOERSTER (1985) estudaram o ciclo evolutivo de *C. granulatum* e constataram que as principais dificuldades, na manutenção de um elevado número de exemplares em laboratório, são o canibalismo no estágio larval e a voracidade dos adultos, que exigem a manutenção constante de uma população de lagartas para suprir as suas necessidades alimentares.

Desta maneira, os estudos biológicos em laboratório possibilitarão compreender os fatores que regulam a atividade de *C. granulatum*.

Assim, este trabalho tem por objetivos estudar a biologia, a preferência alimentar e uma técnica de criação de *C. granulatum*, utilizando-se *A. gemmatalis*, como alimento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os insetos da família Carabidae são conhecidos como "besouros de solo", ocorrendo todas as fases do desenvolvimento neste substrato, embora os adultos possam voar ou subir em plantas. Constituem a maior família de coleópteros da subordem Adephaga, com cerca de 40.000 espécies descritas (THIELE, 1979).

A biologia de Carabidae em áreas agrícolas, principalmente do norte da Europa, foi revisada por LUFF (1987), concluindo que existe um número limitado de trabalhos em agroecossistemas tropicais e subtropicais, destacando a carência de estudos bioecológicos, que são fundamentais para o controle integrado de pragas.

Dentre os carabídeos, as espécies americanas do gênero *Calosoma* são as mais relacionadas como predadoras, alimentando-se de lagartas e pupas de lepidópteros-praga (LUFF, 1987).

As pesquisas com *Calosoma* se intensificaram a partir de 1905, quando entomologistas do Estado de Massachusetts (E.U.A.) importaram *C. sycophanta* Linnaeus, 1758 da Europa, visando ao controle de *Lymantria dispar* (L.). Este fato resultou em publicações clássicas (BURGESS, 1911; BURGESS & COLLINS,

1915,1917)), que incluem aspectos biológicos, comportamentais e metodologia de criação de espécies do gênero *Calosoma*. Posteriormente GIDASPOW (1959,1963) publicou chaves para identificação das espécies.

No Brasil, os estudos com *Calosoma* desenvolveram-se na região Sul, e comumente associados à lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818, embora as espécies de *Calosoma* possuam ampla distribuição no país (GIDASPOW, 1963). Assim, em nosso país, 4 dissertações abordaram *Calosoma granulatum* Perty, 1830, incluindo revisão bibliográfica sobre o gênero *Calosoma* e aspectos relativos à família Carabidae. VILLAS BÔAS (1978) estudou a ocorrência do predador em áreas agrícolas, mata e pastagem, bem como o comportamento alimentar. O ciclo evolutivo e a flutuação populacional na cultura da soja foram avaliados por PEGORARO (1984). PASINI (1990) estudou o efeito de inseticidas, o ritmo diário de atividade e a influência do sistema de plantio sobre a atividade de *C. granulatum* na cultura da soja. POLLATO (1990) abordou a disseminação de *Baculovirus anticarsia* por predadores de pragas da soja, inclusive *C. granulatum*.

2.1. Características e ocorrência das espécies do gênero *Calosoma*

A mais antiga referência de espécies do gênero *Calosoma* é devida a Réaumur, em 1736, referindo-se à espécie *Carabus sycophanta*, que mais tarde foi descrita por Linnaeus, em 1758, como *Calosoma sycophanta*.

Os adultos de *C. granulatum* têm aproximadamente 30 mm de comprimento, 10 mm de largura e coloração predominante marrom metálica; apresentam a cabeça, o pronoto e a margem costal dos élitros com tonalidades esverdeadas, com os 3 primeiros tarsômeros da perna anterior dos machos dilatados e providos de pêlos na porção ventral (GIDASPOW, 1963).

De acordo com GIDASPOW (1963), ocorrem na América do Sul 16 espécies do gênero *Calosoma*, das quais apenas três são citadas para o Brasil: *C. granulatum* Perty, 1830, distribuído por todo o país, exceto ao norte do rio Amazonas; *C. retusum* Fabricius, 1801 e *C. argentinense* Csiki, 1827, com citações restritas aos estados do Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Segundo COSTA LIMA (1952), as espécies mais comuns no Brasil são *C. granulatum* e *C. retusum*.

2.2. Metodologia de criação do gênero *Calosoma*

BURGESS & COLLINS (1917) efetuaram amplo estudo sobre diversas espécies do gênero *Calosoma*. Destacaram que, numa criação, é importante retirar os restos alimentares do substrato, pois estes propiciam o desenvolvimento de ácaros prejudiciais às larvas e adultos em formação. Observaram que o excesso de água no substrato pode ser prejudicial aos insetos, visto que o barro formado pode aderir às pernas e ao aparelho bucal. BURGESS (1911) considerou que o suprimento alimentar foi um dos aspectos mais problemáticos na criação de *C. sycophanta*.

GOULET(1976) apresentou um método para criação de carabídeos, incluindo *Calosoma*, relatando que o sucesso reside em promover um ambiente adequado, além de bastante cuidado no manuseio. Destacou que fungos presentes no substrato podem matar larvas, recomendando a constante retirada de restos alimentares e renovação do substrato.

O primeiro trabalho com obtenção de adultos de *C. granulatum* em laboratório foi realizado por PEGORARO (1984). Iniciando o experimento com 50 larvas, o autor obteve 10 adultos. Ele destacou que as principais dificuldades na manutenção de um elevado número de exemplares em laboratório são o canibalismo no estágio larval e a voracidade dos adultos, exigindo o fornecimento constante de grande quantidade de alimento. POLLATO (1990) observou que larvas de *C. granulatum*,

alimentadas com lagartas sadias de *A. gemmatalis*, apresentaram 34% de sobrevivência até o estágio adulto.

BURGESS (1911) relatou que o canibalismo é menos frequente no primeiro ínstar, pois a agressividade é mais evidente sobre larvas em processo de muda. GIDASPOW (1959) mencionou que o canibalismo em laboratório existe mesmo em condições de abundância de alimento.

BURGESS & COLLINS (1917) consideraram impraticável a criação de 8 a 15 larvas de *C. sycophanta* em um mesmo recipiente por mais de seis dias; afirmaram que o canibalismo é um fator limitante no aumento da população de várias espécies do gênero *Calosoma* em laboratório, inviabilizando a sua criação massal. Segundo GOULET (1976), alguns carabídeos têm o hábito de consumir os ovos da própria espécie.

2.3. Aspectos biológicos do gênero *Calosoma*

Os ovos de *C. granulatum* apresentam coloração amarelo-clara com média de 3,3 mm de comprimento e 1,3 mm de largura. As posturas são realizadas no solo, a uma profundidade entre 4 e 5 cm, em grupos de dois a três ovos, com período de incubação de 3 dias ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotofase de 14 h) (PEGORARO, 1984). Porém, BURGESS & COLLINS (1917) verificaram que os ovos de diversas espécies do gênero *Calosoma* são postos à profundidade de 10 a 15 cm. Segundo BURGESS (1911), usualmente os ovos de *C.*

sycophanta adquirem coloração escura cerca de 24 horas antes da eclosão das larvas, embora alguns vestígios de segmentação possam ser evidenciados antes deste tempo. O autor observou também que os ovos são altamente suscetíveis à dessecação, sendo que o período de incubação para *C. sycophanta* depende da temperatura, variando entre 3 a 10 dias.

Após a eclosão, as larvas de *C. granulatum* apresentam coloração branca, escurecendo horas depois; o estágio larval apresenta três instares, com duração média de 3,8; 2,9 e 5,3 dias, respectivamente; o canibalismo é evidenciado desde o primeiro instar, sendo que as larvas menos ativas são mortas pelas mais ativas (PEGORARO, 1984). Segundo BURGESS (1911), a duração do estágio larval de *C. sycophanta* é grandemente influenciada por temperatura e alimento.

POLLATO (1990) constatou que larvas de *C. granulatum*, alimentadas exclusivamente com lagartas infectadas por *Baculovirus anticarsia* não completaram o estágio larval, ocorrendo 100% de mortalidade a partir do segundo instar. Quando alimentadas com lagartas sadias obteve-se uma sobrevivência de 34% até o estágio adulto, levando em média 25 dias para completar o ciclo. VILLAS BÔAS (1978) observou que larvas de *C. granulatum* alimentadas com banana ou fígado de galinha não completaram o estágio larval.

Ao final do período larval, os insetos penetram no solo a uma profundidade de 8 a 12 cm e formam uma câmara circular com solo compactado, onde pupam; permanecem neste local por 7

dias, até a emergência do adulto; a pupa é do tipo exarada, com coloração marfim (PEGORARO, 1984). BURGESS & COLLINS (1915) verificaram que a construção da câmara pupal por *C. sycophanta* leva de 4 a 7 dias, sendo a mesma confeccionada pela pré-pupa, através de movimentação lateral do corpo. A profundidade de pupação ocorre entre 10 a 20 cm de profundidade, sendo que esta fase dura, em média, 13,4 dias.

Após a emergência, os adultos de *C. granulatum* permanecem de um a dois dias no solo, subindo posteriormente à superfície (PEGORARO, 1984). Este autor avaliou, em laboratório, o número de ovos depositado por fêmeas coletadas no campo, registrando um máximo de 377 ovos. Ressaltou que, embora os dados sejam subestimativas do potencial da espécie, o predador possui alta capacidade reprodutiva. BURGESS & COLLINS (1915) observaram que o máximo de ovos depositado por fêmea de *C. sycophanta* foi de 653, com média de 100 ovos.

WESELOH (1993a) comparou a fecundidade de *C. sycophanta* quando alimentado com lagartas de *L. dispar* e bagas de uva (*Vitis spp*) . Observou que poucas fêmeas se reproduziram quando não alimentadas com lagartas na primeira semana após a saída da hibernação. MONTERO & LIETTI (1987) não obtiveram ovos de *C. argentinense* em laboratório, atribuindo tal resultado à deficiência na alimentação ou mesmo a causas de origem etológica.

WESELOH (1993b) estudou o comportamento de *C. sycophanta*, em laboratório, e observou maior atividade de machos e fêmeas na época reprodutiva. Verificou também que os machos

foram mais ativos, possivelmente por procurarem as fêmeas para a cópula.

PEGORARO & FOERSTER (1985) verificaram que os adultos de *C. granulatum* entram em hibernação, no Paraná, penetrando no solo a uma profundidade de 8 a 12 cm, permanecendo no interior de uma câmara de solo compactado. A hibernação de adultos de *C. sycophanta* também foi observada por BURGESS (1911).

2.4. Hábitos alimentares do gênero *Calosoma*

O estudo do mecanismo de alimentação de algumas espécies da família Carabidae foi realizado por FORSYTHE (1982), destacando que embora haja predominância de espécies carnívoras, podem ocorrer também espécies fitófagas. No entanto, Forbes¹, citado por FORSYTHE (1982), trabalhando com *C. scrutator* Fabricius, 1775 e *C. calidum* Fabricius, 1785, não encontrou traços de materiais vegetais no conteúdo estomacal das espécies; observou que as espécies do gênero *Calosoma* possuem mandíbulas alongadas, curvas e destituídas de região incisora eficiente, necessitando ingerir alimentos tenros, ou mesmo líquidos, como a hemolinfa das presas. Provavelmente, a característica peculiar do aparelho bucal de espécies do gênero *Calosoma* seria responsável pela preferência dos predadores por lagartas e pupas

¹ FORBES, S.A. The food relations of the Carabidae and Coccinellidae. III. State Lab. Nat. Hist. Bull. 1:33-64, 1883.

de lepidópteros, ou seja, presas com cutícula mole (BURGESS & COLLINS, 1917; COSTA LIMA, 1952; GIDASPOW, 1959).

Alguns autores sugerem a existência de um sincronismo entre os estágios de desenvolvimento dos predadores e das presas, em função do alimento. BURGESS & COLLINS (1915), através de observações de campo, relataram que as larvas de *C. sycophanta* são mais abundantes no momento em que muitas lagartas de *L. dispar* iniciam o estágio pupal. PRICE & SHEPARD (1978a) constataram uma alta correlação entre adultos de *C. sayi* DeJean, 1826 e lagartas de noctuídeos em cultura de soja. Os autores observaram larvas de *C. sayi* frequentemente alimentando-se de pupas de noctuídeos na superfície do solo, de lagartas que caíam das plantas ou daquelas que se dirigiam ao solo para pupar, não sendo porém observadas alimentando-se sobre plantas de soja. Destacaram que o período de atividade de larvas e adultos de *C. sayi* frequentemente coincide com a ocorrência de pupas e lagartas de noctuídeos, respectivamente. PASINI (1990) também constatou alta correlação entre adultos de *C. granulatum* e lagartas de *A. gemmatilis*, sendo que o pico de larvas do predador ocorre com baixa incidência de alimento na parte aérea da soja, sugerindo que as larvas se desenvolvem às custas de alimento presente no solo. WESELOH (1985a) verificou que larvas de *C. sycophanta* são o principal fator de mortalidade de pupas de *L. dispar*. Através de estudos laboratoriais, observou que larvas do 1º e 2º instares de *C. sycophanta* preferem pupas de *L. dispar*, enquanto que as de 3º instar preferem lagartas (WESELOH, 1988).

PEGORARO & FOERSTER (1985) observaram o consumo diário de lagartas de 3º ao 6º ínstaes de *A. gemmatalis*, por adultos de *C. granulatum*, constatando um consumo médio de 22,3 lagartas, sendo as fêmeas mais vorazes que os machos. No entanto, PRICE & SHEPARD (1978b) verificaram que o grau de consumo de lagartas de *A. gemmatalis* por *C. sayi* estava relacionado com o número de presas oferecidas ao predador.

Espécies do gênero *Calosoma* evitam lagartas com pêlos urticantes, ou aquelas que liberam substâncias repelentes, segundo (Cook², citado por BEST & BEEGLE, 1977). Alguns carabídeos podem preda lagartas mortas (BEST & BEEGLE, 1977). Segundo os autores, isto tem importância para o controle biológico, visto que os predadores podem ingerir material morto por inseticidas e consequentemente serem afetados. Por outro lado, a ingestão de lagartas contaminadas por doenças pode ser benéfica para o controle biológico, funcionando como agentes disseminadores de patógenos no ambiente (YOUNG & HAMM, 1985; POLLATO, 1990).

O uso de banana como opção alimentar para *C. granulatum* foi observado por PEGORARO (1984), com alguns insetos sobrevivendo até 132 dias, sem, no entanto, observar a presença de ovos. McCULLOUGH (1966) manteve uma colônia de *C. scrutator* alimentada com banana por até 206 dias, verificando ganho de peso em ambos os sexos ao longo do estudo, sem todavia mencionar a

² COOK, J.H. A contribution towards the study of *Calosoma inquisitor* L. (Coleopt., Carabidae). Trans. Soc. Brit. Ent. 3:79-118, 1936.

ocorrência de reprodução. VILLAS BÔAS et alii (1979) observaram que carne bovina crua, utilizada como isca, atraiu número significativamente maior de *C. granulatum*, quando comparada a armadilhas que continham lagartas de *A. gemmatalis*, ou apenas água.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida entre dezembro de 1993 e abril de 1995. Os estudos referentes à preferência alimentar e biologia de *Calosoma granulatum* Perty, 1830 (Coleoptera: Carabidae) foram realizados nos laboratórios de Controle Biológico e de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, São Paulo; à temperatura de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

3.1. Procedimentos gerais

3.1.1. Criação estoque de *C. granulatum*

Para o início das pesquisas, em laboratório, foram coletados adultos de *C. granulatum* através de 3 armadilhas luminosas, modelo "Luiz de Queiroz" (SILVEIRA NETO & SILVEIRA, 1969), instaladas em áreas com cultura de soja, da Fazenda Experimental, da Universidade Estadual de Londrina-PR, nos

períodos de dezembro a janeiro (1993/94 e 1994/95).

Os adultos foram retirados das armadilhas logo ao amanhecer e mantidos, provisoriamente, em recipientes plásticos de 11x11x3,5 cm, contendo 1 cm de solo do local da coleta (3 casais por recipiente). A alimentação, inicialmente, consistiu de banana nanica (fatias de 5 mm de largura) (PEGORARO, 1984) colocada em tampas plásticas de 2 cm de diâmetro, na superfície do substrato. Os recipientes possuíam tampas com uma área retangular de 4 cm² com tela de náilon, permitindo a renovação do ar. Os insetos foram transportados para os laboratórios em caixas de isopor (50 l).

Foram separados 15 casais, mantendo-se cada um em recipiente de vidro transparente de 13 cm de diâmetro por 11 cm de altura. Desta maneira era possível a visualização dos ovos, pelo contraste com o substrato escuro. Revestiram-se as paredes laterais dos recipientes com um plástico preto (Figura 1, A), com o objetivo de evitar que a presença do operador provocasse estresse nos insetos, principalmente na época reprodutiva. A tampa era translúcida, possuía 4 cm de diâmetro com tela de náilon. Cada recipiente foi preenchido até a altura de 10 cm com substrato orgânico (s.o.), constituído pela mistura de 70% de terra areno-argilosa e 30% de composto orgânico. A terra areno-argilosa foi obtida de um barranco (subsolo de Terra Roxa Estruturada), da mesma área experimental, na Universidade Estadual de Londrina. O composto orgânico resultou da mistura de esterco bovino e capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.),

na proporção de 1:3. O uso do substrato, de coloração escura, permitia melhor visualização dos ovos, facilitando a separação dos mesmos. Após sua preparação, o substrato foi esterilizado (110°C), peneirado (malha de 4 mm) e posteriormente umedecido (30 a 35%). A esterilização visou, principalmente, a eliminação de ácaros e formigas que poderiam danificar os ovos do predador. O umedecimento do substrato foi efetuado quando necessário, comumente a cada 5 dias, após conferir o peso do recipiente com substrato. Visando umedecimento uniforme do substrato, a quantidade de substrato correspondente a cada recipiente era depositada numa bandeja de alumínio (50x50x5 cm), mantendo-se uma camada de aproximadamente 0,5 cm, sendo gradualmente umedecida com pulverizador, com capacidade para 500 ml.

A alimentação diária consistiu de 2 lagartas vivas (>3cm) de *Anticarsia gemmatalis*, por adulto (ítem 4.1.), depositadas sobre um folíolo de soja, mantido na superfície do substrato, bem como de banana (Figura 1, B). Os folíolos de soja foram provenientes de plantas de soja, cultivar IAC 8, isentas de tratamento químico. Estes folíolos serviam de alimentação às lagartas até que fossem predadas. As plantas de soja foram semeadas em vasos (50x50x50 cm), instalados em casa de vegetação. Diariamente o alimento era renovado, retirando-se os restos alimentares, pois poderiam favorecer a ocorrência de microorganismos.

Padronizou-se o uso de lagartas de *A. gemmatalis* como alimento para adultos e para todos os ínstares larvais do

predador, por ser de obtenção mais rápida, além da dificuldade de manter pupas novas continuamente, preferidas por larvas de primeiro e segundo ínstaes do predador (item 4.1).

Após constatação da postura, o casal foi removido provisoriamente, procedendo-se a separação e contagem dos ovos. O solo foi vertido numa bandeja (50x50x5 cm), removendo-se, inicialmente, os ovos presentes no substrato (Figura 1, C) e posteriormente aqueles aderidos ao fundo do recipiente (Figura 1, D). A seguir, foram transferidos para peneiras pequenas, utilizando-se pincel fino, umedecido. Os ovos receberam tratamento para desinfecção superficial através de imersão em solução de formaldeído (0,2%), água destilada e solução de sulfato de cobre (1,0%), em sequência, permanecendo por dois minutos em cada uma delas (ARAÚJO, 1987). Após este tratamento, foram transferidos para placas de Petri de 8 cm de diâmetro por 1,3 cm de altura, e mantidos em câmara climatizada com fotofase de 14 horas e regulada para a temperatura de 25° C. As placas de Petri foram revestidas com papel filtro umedecido, fechadas por tampas de igual diâmetro e vedadas com fita adesiva. Cada local contendo ovo foi demarcado com tinta escura, permitindo evidenciar ovos danificados por canibalismo.

Figura 1. Técnica de criação de *C. granulatum*. A. Vista externa do recipiente utilizado para estudar a fase adulta; B. Vista interna do recipiente com folheto de soja, lagartas de *A. gemmatilis*, ba nana e adultos do predador; C. Substrato orgânico contendo ovos do predador (brancos); D. Vista interna do recipiente, sem o substrato orgânico, com ovos do predador.

3.1.2. Criação estoque de *Anticarsia gemmatalis*

Optou-se por utilizar *A. gemmatalis*, por ser um alimento naturalmente utilizado pelo predador (PASINI, 1990), e possuir técnica de criação conhecida (PARRA et alii, 1993).

A produção de *A. gemmatalis*, visando a alimentação de *C. granulatum*, seguiu o modelo proposto por PARRA et alii (1993), utilizando-se dieta artificial para lagartas da soja (GREENE et alii, 1976). Utilizando-se 500 ovos, colocados na tampa de recipientes de material plástico transparente de 24x12x9 cm, foi possível a obtenção de aproximadamente 315 lagartas de 4º instar (± 2 cm) por recipiente. Em salas com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 14 horas, as lagartas atingiam 3 cm de comprimento em cerca de 14 dias. Considerando-se 15 casais do predador, alimentados com 4 lagartas por dia, foram necessárias 60 lagartas por dia. Com uma produção aproximada de 315 lagartas por recipiente, obtinha-se alimentação para 5 dias, fazendo-se necessário um escalonamento da produção de lagartas com inoculação de material na dieta dentro deste intervalo. As pupas de *A. gemmatalis* foram obtidas nos mesmos recipientes, levando-se normalmente 20 dias para atingir esta fase.

3.2. Preferência alimentar de *C. granulatum* pelos diferentes estágios de *A. gemmatalis*

Foi comparada a preferência de *C. granulatum* por lagartas ou pupas de *A. gemmatalis*, em testes com chance de escolha. Desta maneira, pupas novas (1 a 2 dias de idade) e lagartas, de tamanho igual ou inferior ao comprimento do corpo do predador, foram oferecidas para adultos coletados no campo e para larvas obtidas em laboratório (item 3.1.1).

Foram oferecidas 2 pupas e 2 lagartas pequenas (0,5 a 1,0 cm) para cada larva de primeiro ínstar de *C. granulatum*; 3 pupas e 3 lagartas médias (1,0 a 2,0 cm) para o segundo ínstar; 5 pupas e 5 lagartas grandes (3,0 a 3,5 cm) para o terceiro ínstar e para adultos do predador (5 machos e 5 fêmeas). O alimento foi disposto alternadamente em placas de Petri de 14,5 cm de diâmetro por 2,6 cm de altura, contendo 1 cm de s.o.. Para larvas de primeiro ínstar utilizaram-se placas de Petri de 8 cm de diâmetro por 1,3 cm de altura, contendo 0,5 cm de substrato. As pupas foram dispostas diretamente sobre o s.o., e as lagartas sobre folíolos de soja, num total de 10 repetições por tratamento.

Para larvas, o experimento foi conduzido até as mesmas completarem o ínstar avaliado e, para adultos, o experimento foi conduzido durante 5 dias. Diariamente anotava-se o número de presas atacadas, com retirada de restos alimentares

e reposição de alimento.

Definida a preferência, foi realizado teste complementar para se conhecer o potencial de predação diário de adultos de *C. granulatum*. Com base em testes preliminares, foram oferecidas 7 lagartas grandes (3 a 3,5 cm) de *A. gemmatilis* por adulto (5 machos e 5 fêmeas), diariamente, durante 10 dias.

3.3. Biologia de *C. granulatum*

As larvas de *C. granulatum* foram individualizadas e os parâmetros biológicos obtidos foram comparados utilizando-se dois substratos de criação. O primeiro, composto de terra e mistura de matéria orgânica (item 3.1.1). O segundo foi a vermiculita (granulometria fina: 0,7 a 2 mm; umidade: 30-35%), incluída pela característica de ser inerte, além de ser substrato alternativo para a pupação de noctuídeos em laboratório, que, à semelhança dos carabídeos, pupam no solo.

Os experimentos relativos à biologia foram iniciados com 123 larvas para o substrato orgânico e 120 larvas para a vermiculita. A fase adulta foi estudada somente com o substrato orgânico, pois as fêmeas não ovipositaram na vermiculita.

3.3.1. Fase de larva de *Calosoma granulatum*

Após a eclosão, as larvas foram individualizadas, sendo transferidas com pincel fino, umedecido, para recipientes plásticos transparentes de 6 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura, contendo uma camada de 0,5 cm dos substratos. Foram vedados com tampas, de igual diâmetro, com 1 cm² de tela de náilon, permitindo renovação do ar.

As larvas receberam alimento diariamente, baseando-se em PASINI (1991), sendo: 1 a 3 lagartas (< 1 cm) para o primeiro ínstar, 1 a 3 lagartas (1 a 2 cm) para o segundo ínstar e 2 a 4 lagartas (> 2 cm) para o terceiro ínstar, depositadas sobre um folíolo de soja na superfície dos substratos. O folíolo servia de alimento às lagartas, até que fossem predadas. Excepcionalmente, para o primeiro ínstar, as lagartas foram mortas em água quente ($\pm 70^{\circ}$ C), pois as larvas recém-eclodidas tinham dificuldades de dominar a presa viva, e os fios de seda produzidos pelas lagartas dificultavam a locomoção das larvas do predador.

Larvas de segundo ínstar foram transferidas para frascos transparentes de 6,0 cm de diâmetro por 5,5 cm de altura, contendo 3 cm de substrato, permanecendo neste local até a emergência do adulto. Após cada ínstar e após cada estágio, o substrato era renovado, pois normalmente permaneciam restos alimentares e fezes das lagartas que propiciavam o aparecimento

de contaminantes.

Diariamente foram observadas a presença de exúvias e a ocorrência de mortalidade, procedendo-se à renovação do alimento e umedecimento das paredes internas do recipiente.

Considerou-se início da fase de pré-pupa quando as larvas cessavam a alimentação, iniciando a confecção da câmara pupal, através de movimentação lateral do corpo.

Os parâmetros biológicos observados nesta fase foram:

- duração do período
- viabilidade
- número de instares
- duração de cada instar

3.3.2. Fase de pupa de *C. granulatum*

As pupas foram removidas e transferidas para recipientes limpos (item 3.3.1.), com substrato renovado, sendo sexadas, avaliando-se a razão sexual (rs) através da fórmula:

$$rs = \frac{n^{\circ} \text{ de fêmeas}}{n^{\circ} \text{ de fêmeas} + n^{\circ} \text{ de machos}}$$

Diariamente, realizava-se o umedecimento das paredes internas dos recipientes, registrando-se as mortalidades.

Os parâmetros biológicos estudados nesta fase foram:

- duração do período

- viabilidade
- razão sexual

3.3.3. Fase adulta de *C. granulatum*

Após a emergência, os adultos permaneceram sem manuseio por 48 horas, permitindo a quitinização do corpo.

Foram utilizados 16 casais, obtidos em laboratório (F1), mantidos em câmaras de vidro, como já descrito (item 3.1.1). Machos que morriam antes que as fêmeas eram substituídos por outros da criação estoque, pertencentes à mesma geração F1. Foram considerados deformados adultos que apresentavam anomalias nas asas.

Visando conhecer a profundidade de postura de *C. granulatum*, 5 casais obtidos em laboratório, em período de oviposição, foram observados durante 10 dias. Cada casal foi mantido em recipiente plástico transparente de 9,5 cm de diâmetro, por 30 cm de altura, contendo 20 cm de s.o.. O plástico transparente possibilitava a visualização dos ovos, pelo contraste com o substrato escuro. Os recipientes foram revestidos lateralmente com plástico preto e vedados com tela de náilon. A partir da superfície do substrato foram marcadas nas laterais externas dos recipientes as seguintes profundidades (0 a 4 cm; 4 a 8 cm; 8 a 12 cm; 12 a 16 cm e 16 a 20 cm). Diariamente eram

registrados os ovos localizados nas diferentes profundidades.

Os demais procedimentos como a alimentação dos adultos e manuseio dos ovos foram descritos no item 3.1.1..

Os parâmetros biológicos estudados nesta fase foram:

- período de pré-oviposição
- período de oviposição
- número de posturas por fêmea
- número de ovos / postura
- total de ovos por fêmea
- porcentagem de deformação (asas)
- longevidade de machos e fêmeas

3.3.3.1. Período de maturação sexual e pré-oviposição

Após a emergência os insetos permaneciam por até 2 dias em decúbito dorsal, possivelmente, pela ausência da câmara pupal. PEGORARO (1984) observou que, após a emergência, os adultos permaneceram de um a dois dias no solo, subindo à superfície depois desse período. Esta permanência na câmara, possivelmente, corresponde ao período de maturação sexual, visto que, após 2 dias já iniciavam a alimentação e os acasalamentos. Desta maneira, o período de pré-oviposição foi considerado desde a união dos casais até a primeira postura.

O tempo de acasalamento de *C. granulatum* foi avaliado, observando-se 10 casais (F1).

3.3.3.2. Tabela de vida de fertilidade

A partir dos dados biológicos obtidos foi elaborada a tabela de vida de fertilidade, segundo SILVEIRA NETO et alii (1976), sendo calculados os seguintes parâmetros:

- . Taxa líquida de reprodução (R_0): $R_0 = \sum m_x.l_x$
- . Duração média de uma geração (T): $T = \sum m_x.l_x.x / R_0$
- . Capacidade inata de aumentar em número (r_m): $r_m = \ln R_0 / T$
- . Razão finita de aumento (λ): $\lambda = e^{r_m}$

sendo:

x = intervalo de tempo no qual foi tomada a amostra;

m_x = fertilidade específica: número de descendentes produzidos no estágio x , por fêmea e que darão fêmeas, calculada em função da razão sexual;

l_x = taxa de sobrevivência: probabilidade do inseto nascido estar vivo na idade x .

3.3.4. Fase de ovo de *C. granulatum*

Para a determinação da viabilidade de ovos e do período de incubação de *C. granulatum*, foram utilizados ovos da primeira postura de cada casal (F1), obtidos à 25°C.

Os ovos foram tratados e transferidos para placas de Petri, como já descrito (item 3.1.1.)

Foram utilizados 100 ovos divididos em grupos de 10 em cada placa de Petri, mantidas em câmaras climatizadas com fotofase de 14 horas e reguladas para as temperaturas de: 18, 20, 22, 25, 30 e 32°C.

Diariamente, observava-se a eclosão das larvas para a determinação do período de incubação e respectiva viabilidade por tratamento.

A partir dos resultados, foram calculadas as exigências térmicas da fase de ovo, determinando-se a temperatura base (tb) e a constante térmica (K) pelo método da hipérbole (HADDAD & PARRA, 1984).

3.4. Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Para a fase de ovo, o delineamento

estatístico utilizado foi de blocos inteiramente casualizados, com 10 repetições para cada temperatura.

Adotou-se as seguintes abreviaturas, nas tabelas:

I.V.= Intervalo de variação

S.O.= Substrato orgânico

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Preferência alimentar de *Calosoma granulatum*

Adultos e larvas de terceiro instar de *Calosoma granulatum* preferiram lagartas, enquanto que larvas de primeiro e segundo instares preferiram pupas de *Anticarsia gemmatalis* como alimento (Tabela 1). WESELOH (1988) encontrou resultado semelhante para *Calosoma sycophanta*, utilizando *Lymantria dispar*, como presa. O mesmo autor considerou que a preferência de larvas do 3° instar de *C. sycophanta* por lagartas foi consequência da dificuldade das mesmas atacarem pupas. Porém, este fato também seria verdadeiro para larvas menores, o que não ocorreu.

Tabela 1. Predação média diária de lagartas e pupas de *A. gemmatalis* por larvas e adultos de *C. granulatum*, em testes com chance de escolha. Temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$; umidade relativa $60 \pm 10\%$ e fotofase 14 horas.

Estádio ou fase de <i>C. granulatum</i>	nº de <i>A. gemmatalis</i> predadas/dia ¹			
	LAGARTAS	IV	PUPAS	IV
1º ínstar	$0,3 \pm 0,1$ a	0-1	$0,7 \pm 0,1$ b	0-1
2º ínstar	$0,3 \pm 0,2$ a	0-1	$0,9 \pm 0,1$ b	0-1
3º ínstar	$2,5 \pm 0,3$ a	0-4	$0,5 \pm 0,2$ b	0-2
adulto	$1,8 \pm 0,1$ a	0-3	$0,1 \pm 0,1$ b	0-1

¹ = Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Em experimento sem chance de escolha, adultos de *C. granulatum* (machos e fêmeas) predaram, em média, 2,0 lagartas grandes (3,0 a 3,5 cm) de *A. gemmatalis*, diariamente (Tabela 2), sem ocorrer diferença significativa entre o consumo de machos e

fêmeas de *C. granulatum*. Embora outros autores tivessem encontrado maior consumo de *A. gemmatalis* por *C. granulatum* (CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1985; PEGORARO & FOERSTER, 1985), eles utilizaram lagartas menores. POLLATO (1990) observou que adultos de *C. granulatum*, em jejum por 24 horas, consumiram, em média, 3,4 lagartas (2,5 a 3,0 cm), em uma hora.

Tabela 2. Predação média diária de lagartas de *A. gemmatalis* (3,0 a 3,5 cm) por adulto (♀ e ♂) de *C. granulatum*. Temperatura $25 \pm 1^\circ \text{C}$; umidade relativa $60 \pm 10\%$ e fotofase 14 horas.

Adultos de <i>C. granulatum</i>	nº de lagartas de <i>A. gemmatalis</i> predadas/dia ¹	IV
♀	2,1 $\pm$ 0,2 a	0-4
♂	1,9 $\pm$ 0,1 a	0-3
♀ + ♂	2,0 $\pm$ 0,2	0-4

¹ = Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.2. Biologia de *C. granulatum*

4.2.1. Fase de larva de *C. granulatum*

4.2.1.1 Duração e viabilidade

A duração do período larval de *C. granulatum* não diferiu estatisticamente para os dois substratos testados, confirmando-se a existência de três instares larvais (Tabela 3). PEGORARO & FOERSTER (1985) e POLLATO (1990) estudaram o ciclo evolutivo de *C. granulatum*, utilizando lagartas de *A. gemmatalis* como alimento e terra como substrato, sob semelhantes condições de temperatura e fotoperíodo; PEGORARO & FOERSTER (1985) observaram que o período larval durou 12 dias, sendo inferior ao encontrado neste trabalho; no entanto, POLLATO (1990) registrou 20,1 dias para o referido período.

Comparando-se os resultados desses autores para cada instar, verificou-se que a maior diferença foi observada no terceiro instar, onde se incluiu a fase de pré-pupa. No presente trabalho, este período variou de 10 e 10,5 dias, sendo semelhante ao resultado de 10,6 dias encontrado por POLLATO (1990). No entanto, PEGORARO & FOERSTER (1985) encontraram duração de 5,3 dias. Como a fase de pré-pupa foi incluída no terceiro instar, tal diferença de resultados poderia ser atribuída ao tempo destinado à confecção da câmara pupal pelo

predador. Nesta pesquisa, a pupação de *C. granulatum* se deu na superfície dos substratos, possivelmente, porque a textura dos mesmos não permitiu a construção da câmara. No entanto, PEGORARO & FOERSTER (1985) mencionaram que, próximo ao final do período larval, os exemplares penetraram no solo a uma profundidade de 8 a 12 cm, formando uma câmara circular com solo compactado, onde puparam. Desta maneira, a ausência de uma condição satisfatória dos substratos utilizados poderia ter prolongado o terceiro instar e, conseqüentemente, o período larval. No entanto, BURGESS & COLLINS (1917) verificaram que a construção da câmara pupal de *C. sycophanta* durou de 4 a 7 dias.

Tabela 3. Duração média (dias) do período larval de *C.*

granulatum, alimentadas com lagartas de *A. gemmatalis*, em dois substratos (umidade 30-35%). Temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$; fotofase de 14 horas.

Estádio de <i>C. granulatum</i>	Duração (dias) ¹			
	VERMICULITA	IV	S.O.	IV
1º ínstar	$3,6 \pm 0,1 \text{ a}$	2-5	$3,8 \pm 0,1 \text{ a}$	2-4
2º ínstar	$3,4 \pm 0,2 \text{ a}$	2-6	$3,5 \pm 0,2 \text{ a}$	2-6
3º ínstar	$5,0 \pm 0,1 \text{ a}$	4-7	$5,2 \pm 0,1 \text{ a}$	4-7
pré-pupa	$5,0 \pm 0,3 \text{ a}$	2-12	$5,3 \pm 0,4 \text{ a}$	3-12
Per. larval	$17,0 \pm 0,4 \text{ a}$	13-25	$17,8 \pm 0,3 \text{ a}$	12-24

¹ = Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A viabilidade larval não diferiu estatisticamente para os dois substratos (Tabela 4). PEGORARO (1984) encontrou 22% de viabilidade no período larval de *C. granulatum*, sendo inferior ao encontrado no presente trabalho. Porém, esse autor não individualizou as larvas, favorecendo a mortalidade por canibalismo. POLLATO (1990) também registrou viabilidade menor (38,3%) no referido período. A autora constatou maior mortalidade no terceiro instar, atribuindo tal fato ao pequeno espaço oferecido às larvas, bem como à quantidade insuficiente de terra em cada recipiente (0,5 cm), não permitindo que a larva se enterrasse e mantivesse umidade adequada do corpo.

Tabela 4. Viabilidade larval(%) de *C. granulatum* , alimentadas com lagartas de *A. gemmatalis*, em dois substratos (umidade 30-35%). Temperatura $25 \pm 1^{\circ}$ C; fotofase 14 horas.

Estádio de <i>C. granulatum</i>	Viabilidade (%) ¹	
	VERMICULITA	S.O.
1º instar	86,2 a	87,0 a
2º instar	98,1 a	99,0 a
3º instar + pré-pupa	90,4 a	91,1 a
período larval	76,4 a	78,5 a

¹ = Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

BURGESS (1911) observou que a duração dos ínstares de *C. sycophanta* e, conseqüentemente, do período larval foram influenciadas por temperatura e alimento fornecido; quando se

ofereceu alimento em abundância o período larval foi reduzido em 12 dias. No entanto, embora este resultado tenha fundamento, deve ser analisado com cautela, visto que os tratamentos foram realizados em diferentes épocas do ano, não sendo fixado o fator temperatura, que pode ter interagido com o fator alimento. Como no presente experimento e no de PEGORARO (1984), o alimento foi oferecido em abundância, possivelmente a discrepância nos resultados do terceiro ínstar não deve ter sido consequência deste fator.

Em função das discussões anteriores, considera-se os substratos testados adequados para criar a fase larval do predador, visto que as viabilidades larvais foram superiores às obtidas por outros autores. A vermiculita tem a vantagem de ser inerte e facilitar a visualização das larvas e exúvias.

Ovos e larvas de *C. granulatum*, obtidos em laboratório, podem ser observados na Figura 2.

Figura 2. Ovos e larvas de *C. granulatum* obtidos em laboratório.
 A. Larva recém-eclodida (branca);
 B. Ovos, larva recém-eclodida (à direita) e larva já escura (abaixo).

4.2.2. Fase de pupa de *C. granulatum*

A duração do período pupal de *C. granulatum* (média de machos e fêmeas) não diferiu estatisticamente para os substratos utilizados (Tabela 5). PEGORARO & FOERSTER (1985) observaram duração de 7 dias para o mesmo período, utilizando terra como substrato, e sob mesmas condições de temperatura e fotoperíodo; no entanto, a pupação de *C. granulatum* se deu no solo, a uma profundidade de 8 a 12 cm, formando uma câmara com solo compactado. Nesta pesquisa, a pupação se deu na superfície dos substratos (Figura 3, A), embora as pré-pupas tentassem confeccionar as câmaras, através de movimentações laterais do corpo. Tal comportamento também foi observado por BURGESS (1911), para *C. sycophanta*.

O menor tempo do período pupal observado, possivelmente, pode ser consequência da facilidade de visualização do início desta fase, bem como da emergência do adulto.

BURGESS (1911) verificou que para *C. sycophanta*, o período pupal foi em média de 13,4 dias, porém, sob condições não controladas; a pupação ocorreu entre 10 e 20 cm de profundidade, sugerindo que, sob condições naturais, a larva não deve ir além de 13 cm de profundidade. O mesmo autor observou que raramente a pupação de *C. sycophanta* se dá na superfície do solo, podendo ocorrer sobre folhas caídas ou restos vegetais em áreas

florestais.

A viabilidade de pupas, analisadas em conjunto (fêmeas e machos) não foi afetada pelos substratos utilizados (Tabela 5). Viabilidade elevada também foi encontrada por PEGORARO (1984).

Tabela 5. Viabilidade (%) e duração média (dias) do período pupal de *C. granulatum*, em dois substratos (umidade 30-35%). Temperatura $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; fotofase 14 horas.

Fase pupal de <i>C. granulatum</i> ¹			
Substrato	Duração (dias)	IV	Viabilidade (%)
Vermiculita	$5,3 \pm 0,1$ a	5-7	90,4 a
S.O.	$5,4 \pm 0,1$ a	5-7	89,5 a

¹ = Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 3. Pupas e adulto de *C. granulatum* obtidos em laboratório. A. Pupas de diferentes idades (da esquerda para a direita, aproximadamente 1 dia de diferença entre elas, à 25°C); B. Adulto alimentando-se de lagarta-da-soja.

4.2.3. Fase adulta de *C. granulatum*

4.2.3.1. Período de pré-oviposição

Devido à ausência da câmara pupal, os adultos recém emergidos permaneciam em decúbito dorsal por até dois dias, não se alimentando neste período, bem como sendo bastante sensíveis à presença do operador.

O período médio de pré-oviposição foi de 13,3 dias (Tabela 6). POLLATO (1990) registrou médias de 14,2 e 15,6 dias, para o referido período de *C. granulatum*, após serem alimentados com lagartas sadias e infectadas com *Baculovirus anticarsia*, respectivamente. Semelhante período foi encontrado por WESELOH (1993b) para *C. sycophanta*.

4.2.3.2. Período de oviposição e capacidade de postura

O período de oviposição de *C. granulatum* durou 43,8 dias (Tabela 6), sendo que o número médio de ovos por fêmea foi de 228,4, com média de 24,2 ovos por postura e 9,3 posturas por fêmea (Tabela 7). POLLATO (1990) observou período de oviposição de aproximadamente 24 dias, para *C. granulatum*, registrando média de 290,0 ovos por fêmea e máximo de 656 ovos. No entanto, a autora não menciona a quantidade de lagartas fornecida para os

casais. Desta maneira, a maior média encontrada pode ser consequência da maior quantidade de alimento fornecido. PEGORARO (1984) registrou um máximo de 377 ovos por fêmea de *C. granulatum*, coletadas do campo. BURGESS & COLLINS (1915) registraram média de 100 ovos por fêmea de *C. sycophanta*, com um máximo de 653 ovos, sendo semelhante ao máximo encontrado por POLLATO (1990); esses autores também não mencionaram a quantidade de alimento fornecida.

Tabela 6. Período médio de pré-oviposição e oviposição de *C. granulatum* em substrato orgânico (umidade 30-35%).

Temperatura $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; fotofase 14 horas.

pré-oviposição ¹ (dias)	Intervalo de Variação	oviposição ² (dias)	Intervalo de variação
13,3 $\pm$ 1,1	9-27	43,8 $\pm$ 6,8	1-119

¹ = média de 15 fêmeas

² = média de 16 fêmeas

As posturas de *C. granulatum* foram realizadas no solo e de forma agrupada. Quanto à profundidade de postura,

verificou-se que 92% dos ovos foram localizados entre 8 a 12 cm, 6% entre 12 e 16 cm e 2% entre 4 e 8 cm. Resultado semelhante foi encontrado por BURGESS & COLLINS (1917), observando que os ovos de diversas espécies do gênero *Calosoma* são postos entre 10 e 15 cm de profundidade. No entanto, PEGORARO (1984) observou posturas de *C. granulatum* entre 4 e 5 cm, em grupos de 2 a 3 ovos. Porém, este autor ofereceu 5 cm de terra como substrato, limitando assim a profundidade de postura. Por outro lado, esta menor quantidade de substrato oferecido não altera, aparentemente, a capacidade de postura, pois POLLATO (1990) usou 2 cm de terra, encontrando médias superiores à do presente trabalho. WESELOH (1993b) sugeriu que os ovos de *C. sycophanta* foram depositados isoladamente devido ao comportamento canibal das larvas. No entanto, na presente pesquisa as posturas foram agrupadas. Verificou-se, ainda, que larvas de primeiro ínstar que eclodem primeiro podem se alimentar de ovos ou mesmo de larvas recém eclodidas. Embora este fato possa ser consequência da falta de alimento alternativo, tal estratégia de postura agrupada deve permitir a sobrevivência das larvas com desenvolvimento mais rápido, como forma de seleção natural.

Tabela 7. Número médio de ovos por postura, média de ovos por fêmea e número médio de posturas por fêmea de *C. granulatum*, em substrato orgânico (umidade 30-35%). Temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$; fotofase 14 horas.

nº de ovos/ postura	IV	nº de ovos/♀	IV	nº de posturas/♀	IV
$24,2 \pm 2,1$	9-41	$228,4 \pm 47,9$	26-578	$9,3 \pm 1,9$	1-28

Uma única fêmea ovipositou na superfície do solo. Posteriormente, verificou-se tratar de fêmea com baixa capacidade reprodutiva. BURGESS (1911) relatou que raramente os ovos de *C. sycophanta* eram depositados na superfície do solo. No entanto, quando isto acontecia, os mesmos eram inférteis.

As oviposições ocorreram à noite, semelhante ao encontrado por WESELOH(1993b) para *C. sycophanta*. Segundo este autor, tal estratégia diminui a possibilidade de visualização dos ovos pelos inimigos naturais. A maior atividade noturna de adultos de *C. granulatum* foi observada por PASINI (1990), sob condições de campo.

O ritmo de postura indicou que o maior percentual de ovos foi colocado nas duas primeiras semanas (Figura 4).

Figura 4. Ritmo semanal de postura de *C. granulatum*

4.2.3.3. Acasalamento

O tempo de duração da cópula de *C. granulatum* foi em média de 145 segundos. MONTERO & LIETTI(1987) observaram que o tempo médio de cópula para *C. argentinense* variou de 30 a 180 segundos, com os insetos copulando várias vezes durante o mesmo dia, em intervalos de três a dez minutos. WESELOH (1993b) registrou que o tempo médio de cópula para *C. sycophanta* foi de 156 segundos.

A razão sexual para *C. granulatum* foi de 0,5. BURGESS(1911) observou semelhante razão sexual para *C. sycophanta*.

Observaram-se alguns casos em que machos coletados do campo e mantidos na criação estoque cortaram as pernas das fêmeas. Como havia alimento em abundância, possivelmente, tal comportamento deve ocorrer quando a fêmea rejeita o acasalamento. No entanto, sob condições de campo, a fêmea já copulada pode se ocultar ou fugir. Comportamento semelhante foi observado por MACHADO³, para a broca-dos-citros, *Diploschema rotundicolle* (Serville, 1834).

³ MACHADO, L.A. (Instituto Biológico, Campinas, SP)
Comunicação pessoal. 1994.

4.2.3.4. Longevidade e deformação

Não houve diferença significativa na longevidade de machos e fêmeas de *C. granulatum* (Tabela 8). POLLATO (1990) observou longevidades menores para adultos de *C. granulatum* alimentados com lagartas infectadas por *Baculovirus anticarsia* e lagartas sadias, sendo em média de 56,6 e 41,8 dias, respectivamente. Segundo a autora, as lagartas doentes têm menor mobilidade, contribuindo para maior predação e, conseqüentemente, maior longevidade. No entanto, esta situação é favorável porque os adultos eliminam partículas ativas de vírus junto com as fezes.

PEGORARO (1984) observou que adultos de *C. granulatum*, coletados do campo, sobreviveram por até 132,0 dias, alimentados somente com banana, não se observando oviposição. Este resultado está próximo da longevidade máxima encontrada na presente pesquisa, que foi de 148,0 dias (Tabela 8). Segundo WESELOH (1993a), a ausência de alimentação protéica, especialmente na primeira semana após a saída da hibernação, pode refletir em baixa capacidade reprodutiva.

YOUNG (1985) registrou longevidades maiores para adultos de *C. sayi*, comparando-se os substratos terra e papel toalha, sendo de 117,4 e 112,0 dias, respectivamente. Como os exemplares eram mantidos isolados, possivelmente a ausência de atividade reprodutiva pode ter favorecido maior longevidade dos mesmos.

Tabela 8. Longevidade de machos e fêmeas de *C. granulatum*, alimentados com lagartas de *A. gemmatalis*, em substrato orgânico (umidade 30-35%). Temperatura $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; fotofase 14 horas.

Longevidade de ♀ (dias) ¹	Intervalo de variação	Longevidade de ♂ (dias) ¹	Intervalo de variação
85,7 $\pm$ 4,1 a	57-148	80,2 $\pm$ 3,9 a	53-125

¹ = Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

BURGESS & COLLINS (1917) consideraram que a longevidade de *C. sycophanta* tem relação direta com a atividade reprodutiva; se os insetos se reproduzem durante o primeiro e segundo anos de sua existência, eles, comumente, morrem no final deste período.

Verificou-se 7,3 % de adultos de *C. granulatum* com deformações nas asas, na geração F1.

4.2.3.5. Tabela de vida de fertilidade

Dada à ausência de informações referentes à tabela de vida de espécies do gênero *Calosoma*, são apresentados na Tabela 9 os resultados encontrados para *C. granulatum*, utilizando-se *A. gemmatalis* como alimento.

Tabela 9. Taxa líquida de reprodução (R_0), duração média de cada geração (T), capacidade inata de aumentar em número (rm), razão finita de aumento (λ) de *C. granulatum*, em substrato orgânico (umidade 30-35%). Temperatura $25 \pm 1^\circ$; fotofase 14 horas.

R_0	T(dias)	rm	λ	N *
47,4	56	0,48	1,6	16

* = n° de casais observados.

4.2.4. Fase de ovo de *C. granulatum*

4.2.4.1. Período de incubação e viabilidade em diferentes temperaturas

O período de incubação decresceu com a elevação térmica. Verificou-se diferença estatística entre os tratamentos, excetuando-se os resultados obtidos à 20 e 22° C, que foram semelhantes. A maior duração para a fase foi registrada à 18° C e a menor ocorreu à 32° C (Tabela 10).

A porcentagem de eclosão foi significativamente reduzida a 30 e 32° C; além disso, estas temperaturas favoreceram a incidência de fungos entomopatogênicos. Para os demais tratamentos as viabilidades situaram-se entre 62 e 71%, sendo estatisticamente semelhantes. Verificou-se também a ocorrência de ovos escuros inférteis.

Como as maiores viabilidades foram obtidas com temperaturas entre 18 e 25° C, e dentro desta faixa, a temperatura de 25° C foi a que proporcionou um desenvolvimento mais rápido dos insetos, tal temperatura pode ser considerada a condição térmica ideal para a obtenção de larvas em laboratório. Utilizando metodologia semelhante, PEGORARO & FOERSTER(1985) constataram um período de incubação de 3,0 dias (25° C) para *C. granulatum*, com viabilidade variando entre 60,0 e 81,6%.

Tabela 10. Período médio de incubação (dias) e viabilidade de ovos (%) de *C. granulatum*, sob diferentes temperaturas. Fotofase 14 horas.

Temperatura (°C)	Intervalo de variação(dias)	Duração ¹ (dias)	viabilidade ¹ (%)
18	5-7	5,8 ± 0,1 a	65,0 a
20	4-6	5,0 ± 0,1 b	71,0 a
22	4-5	4,8 ± 0,1 b	66,0 a
25	3-4	3,7 ± 0,1 c	62,0 a
30	2-4	3,0 ± 0,1 d	35,0 b
32	2-3	2,2 ± 0,1 e	32,0 b

¹ Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

BURGESS (1911) estudou a biologia de *C. sycophanta*, sob condições naturais, constatando que o período de incubação variou de 3 a 10 dias, observando eclosão mais rápida em épocas quentes do ano, com viabilidade ao redor de 73%. Destacou que ovos inférteis comumente tornam-se escuros, apresentando

contornos irregulares e aspecto de murchos.

A estratégia de ovipositar à profundidades entre 8 e 12 cm (ítem 4.2.3.2) pode ser devido à vulnerabilidade a altas temperaturas. Por outro lado, como a atividade do predador é maior em períodos quentes do ano (PASINI, 1990), as altas temperaturas devem favorecer a rápida eclosão das larvas.

4.2.4.2. Exigências térmicas

O limite térmico inferior de desenvolvimento da fase de ovo de *C. granulatum* foi de 9,5° C, com uma exigência térmica de 54,8 graus dias para completar o período embrionário (Tabela 11 e Figura 5).

Tabela 11. Temperatura base (tb), constante térmica (K), equação da velocidade de desenvolvimento (1/D) e coeficiente de determinação (R^2) para a fase de ovo de *C. granulatum*.

tb*	K	Equação	R^2
(° C)	(GD)**		(%)
9,5	54,8	$1/D = - 0,173686 + 0,018238 T^{***}$	92,0

* calculado pelo método da hipérbole

** GD = graus dia

*** T = temperatura

Observou-se que, em função da temperatura, a velocidade de desenvolvimento da fase ajustou-se ao modelo linear, obtido através da recíproca da equação da hipérbole (HADDAD & PARRA, 1984).

Figura 5. Tempo e velocidade de desenvolvimento da fase de ovo de *C. granulatum*, em função da temperatura.

4.3. Considerações gerais

A metodologia utilizada possibilitou determinar os parâmetros biológicos de *C. granulatum*, com obtenção de adultos de qualidade comparáveis aos da natureza.

Embora o canibalismo tenha sido evitado, tal comportamento deverá ser objeto de futuros estudos, pois, a necessidade de individualização dos insetos resulta em grande consumo de tempo, espaço físico e materiais.

Tratando-se de um predador que atua tanto sobre pragas da parte aérea das plantas, quanto no solo, *C. granulatum* merece maior atenção por parte da pesquisa, pois também deve contribuir para a redução de pragas polípagas como lagarta rosca, *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1767); lagarta elasmô, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) e lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), dentre outras, que dificilmente são atingidas por agrotóxicos, quando abrigadas no solo.

As pesquisas com controle biológico indicam que a preservação dos carabídeos nos agroecossistemas constitui a melhor estratégia de ação para estes predadores. Desta maneira, a metodologia utilizada neste trabalho permitirá a realização de outros estudos bioecológicos para *C. granulatum*, possibilitando compreender melhor os fatores que regulam a sua atividade, podendo-se adotar práticas de manejo que permitam sua maior sobrevivência e, conseqüentemente, maior atuação frente às pragas.

5. CONCLUSÕES

1. Adultos e larvas de terceiro ínstar de *C. granulatum* preferem lagartas, enquanto que larvas de primeiro e segundo ínstares preferem pupas de *A. gemmatalis*, como alimento;

2. Tanto o substrato orgânico quanto a vermiculita são adequados para a criação da fase larval e pupal de *C. granulatum*;

3. A duração do período larval de *C. granulatum* é de 17,0 e 17,8 dias, com viabilidades de 76,4 e 78,5 % na vermiculita e no substrato orgânico, respectivamente;

4. A duração do período pupal de *C. granulatum* é de 5,3 e 5,4 dias, com viabilidades de 90,4 e 89,5 %, na vermiculita e no substrato orgânico, respectivamente;

5. O período médio de oviposição de *C. granulatum* é de 43,8 dias, sendo que cada fêmea coloca, em média, 228,4 ovos e a maior porcentagem de postura ocorre nas duas primeiras semanas;

6. As oviposições de *C. granulatum* são realizadas à noite, com posturas agrupadas e localizadas, preferencialmente, entre 8 e 12 cm de profundidade;

7. A longevidade de machos e fêmeas de *C. granulatum* é de 80,2 e 85,7 dias, respectivamente;

8. O período de incubação de *C. granulatum* decresce com a elevação térmica;

9. A temperatura mais adequada para obtenção de larvas de *C. granulatum* é de 25°C;

10. O limite térmico inferior de desenvolvimento da fase de ovo é de 9,5°C, com exigências térmicas de 54,8 graus dia

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J.R. Guia prático para criação da broca da cana-de-açúcar e de seus parasitóides em laboratório. Piracicaba. IAA/PLANALSUCAR, 1987. 36p.

BEST, R.L. & BEEGLE, C.C. Food preferences of five species of carabids commonly found in Iowa cornfields. *Environmental Entomology*, College Park, 6(1):9-12, 1977.

BROWN, D.W. & GOYER, R.A. Comparative consumption rates for selected insect predators of two defoliating caterpillar species of soybean in Louisiana. *Journal of the Georgia Entomological Society* 19, Savannah, 299-303, 1984.

BURGESS, A.F. *Calosoma sycophanta*: Its life history, and successful colonization in New England. Washington, USDA, 1911, 94p. (U.S.D.A. Technical Bulletin, 101).

BURGESS, A.F. & COLLINS, C.W. The *Calosoma* beetle (*Calosoma sycophanta*) in New England. Washington, USDA, 1915, 40p. (U.S.D.A. Technical Bulletin, 251).

BURGESS, A.F. & COLLINS, C.W. The genus *Calosoma*, including studies of seasonal histories, habits and economic importance of American species north of Mexico and several introduced species. Washington, USDA, 1917, 124p. (U.S.D.A. Technical Bulletin, 417).

CORRÊA-FERREIRA, B.S. & MOSCARDI, F. Potencial de consumo dos principais insetos predadores ocorrentes na cultura da soja. Resultados de Pesquisa, Londrina, 15:79, 1985.

COSTA LIMA, A. M. Coleópteros. INSETOS DO BRASIL. Rio de Janeiro, Escola Nacional de Agronomia, v.1, t.7, cap. 29, pt.1, 1952, p. 257-66.

FORSYTHE, T.G. Feeding mechanisms of certain ground beetles (Coleoptera:Carabidae). The Coleopterists Bulletin, Washington, 36(1):26-73, 1982.

GIDASPOW, T. North American caterpillar hunters of the genera *Calosoma* and *Callisthenes* (Coleoptera: Carabidae). Bulletin of American Museum Natural History, Washington, 116:225-344, 1959.

GIDASPOW, T. The genus *Calosoma* in Central America, the Antilles, and South America (Coleoptera:Carabidae). Bulletin of American Museum Natural History, Washington, 124:275-314, 1963.

GOULET, H. A method for rearing ground beetles (Coleoptera:Carabidae). *The Coleopterists Bulletin*, Washington, 30(1):33-6, 1976.

GREENE, G.L.; LEPLA, N.C.; DICHERSON, W.A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, 69(4):487-88, 1976.

HADDAD, M.L. & PARRA, J.R.P. Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo evolutivo dos insetos. Piracicaba, FEALQ, 1984. 12p.

LUFF, M.L. Biology of polyphagous ground beetles in agriculture. *Agricultural Zoology Reviews*, London, 2:237-78, 1987.

MCCULLOUGH, T. Feeding habits of *Calosoma scrutator* in captivity (Coleoptera: Carabidae). *Annals of the Entomological Society of America*, Lanham, 59(4): 864, 1966.

MONTERO, G. & LIETTI, M. Notas preliminares sobre la biologia de *Calosoma argentinense* Csiki (Coleoptera: Carabidae). In: RESÚMENES I CONGRESO ARGENTINO DE ENTOMOLOGIA, San Miguel de Tucumán, Argentina, del 19 al 25 de abril de 1987, p. 30.

- PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; ALVES, S.B.; MAGRINI, E.A.
Controle Biológico da lagarta-da-soja *Anticarsia gemmatalis*:
Projeto Piloto para produção de *Baculovirus anticarsia*,
visando ao seu controle. Bol. Téc. ESALQ/CENA, Piracicaba, nº3,
p. 1-8, 1993.
- PASINI, A. Atividade sazonal e efeito de inseticidas sobre
Calosoma granulatum P. (Col.:Carabidae) na cultura da soja
Glycine max (L.), 1990, 89p. (Mestrado, Universidade Federal
do Paraná).
- PASINI, A. Predação de lagartas e pupas de *Anticarsia gemmatalis*
H. (Lep.:Noctuidae) por *Calosoma granulatum* Perty, 1830
(Col.:Carabidae). In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE INSETOS DE
SOLO, 3, Chapecó, 1991. Ata, Chapecó, EMPASC, 1991, p. 14.
- PEGORARO, R.A. Ocorrência sazonal e ciclo evolutivo de *Calosoma*
granulatum Perty, 1830 (Coleoptera:Carabidae). Curitiba, 1984.
63p. (Mestrado, Universidade Federal do Paraná).
- PEGORARO, R.A. & FOERSTER, L.A. Observações sobre o ciclo
evolutivo e hábitos alimentares de *Calosoma granulatum* Perty,
1830 (Coleoptera:Carabidae) em laboratório. Anais da Sociedade
Entomológica do Brasil, Viçosa, 14 (2): 269-75, 1985.

- PEGORARO, R.A. & FOERSTER, L.A. Abundância e distribuição de larvas e adultos de *Calosoma granulatum* Perty, 1830 (Coleoptera:Carabidae) dentre cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Viçosa, 17(2):237-48, 1988.
- POLLATO, S.L.B. Papel dos predadores da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae), na disseminação do vírus de poliedrose nuclear (VPNAg) *Baculovirus anticarsia*. 1990, 82p. (Mestrado, Universidade Federal do Paraná).
- PRICE, J.F. & SHEPARD, M. *Calosoma sayi*: Seasonal history and response to insecticides in soybeans. *Environmental Entomology*, Lanham, 7: 359-63, 1978a.
- PRICE, J.F. & SHEPARD, M. *Calosoma sayi* and *Labidura riparia* predation on noctuid prey in soybeans and locomotor activity. *Environmental Entomology*, Lanham, 7:653-6, 1978b.
- SILVEIRA NETO, S. & SILVEIRA, A.C. Armadilha luminosa modelo "Luiz de Queiróz". *O Solo*, Piracicaba, 61(2):15-21, 1969.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. *Manual de ecologia dos insetos*. São Paulo, Agronômica Ceres, 1976. 419p.

THIELE, H.U. Relationships between annual and daily rhythms , climatic demands and habitat selection in carabid beetles . In: ERWIN, T.L.; BALL, G.E.; WHITEHEAD, D.R. **Carabid beetles , their evolution, natural history, and classification**. New York, W. Junk by Publ., 1979. p. 449-79.

VILLAS BÔAS, G.L. Ocorrência estacional e hábitos de *Calosoma granulatum* (Perty, 1830) (Coleoptera: Carabidae) e outros artrópodos terrestres em diferentes habitats. 1978, 76p. (Tese de mestrado, Universidade Federal do Paraná).

VILLAS BÔAS, G.L. ; FOERSTER, L.A.; NEWMAN, G.G. Influência de iscas e preservativos na captura de *Calosoma granulatum* P. e outros insetos de hábitos terrestres em soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISAS DE SOJA, 1, v.2, Londrina, 1979, CNPSO, 1979, p. 39-46.

WESELOH, R.M. Changes in population size dispersal behavior, and reproduction of *Calosoma sycophanta* (Coleoptera:Carabidae), associated with changes in Gypsy moth, *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae), abundance. **Environmental Entomology**, Lanham, 14:370-7, 1985a.

- WESELOH, R.M. Predation by *Calosoma sycophanta* L. (Coleoptera:Carabidae): evidence for a large impact on gypsy moth, *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera:Lymantriidae), pupae. *The Canadian Entomologist*, Ottawa, 117:1117-26, 1985b.
- WESELOH, R.M. Prey preferences of *Calosoma sycophanta* L. (Coleoptera:Carabidae) larvae and relationship of prey consumption to predator size. *The Canadian Entomologist*, Ottawa, 120:873-80, 1988.
- WESELOH, R.M. Experimental forest releases of *Calosoma sycophanta* (Coleoptera: Carabidae) against the gypsy moth. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, 83(6):2229-2234, 1990.
- WESELOH, R.M. Adult feeding affects fecundity of the predator, *Calosoma sycophanta* (Coleoptera: Carabidae). *Entomophaga*, Paris, 38(4), 435-439, 1993a.
- WESELOH, R.M. Behaviour of the gypsy moth predator, *Calosoma sycophanta* L. (Coleoptera: Carabidae), as influenced by time of day and reproductive status. *The Canadian Entomologist*, Ottawa, 125:887-894, 1993b.
- YOUNG, O.P. Adult *Calosoma sayi* (Coleoptera:Carabidae) as a predator on fall armyworm pupae. *Journal of Entomological Science*, Tifton 20, 220-24, 1985.

YOUNG O.P. & HAMM, J.J. Compatibility of two fall armyworm pathogens with the predaceous beetle, *Calosoma sayi* (Coleoptera: Carabidae). *Journal of Entomological Science*, Tifton, 20: 212-8, 1985.