**BIOECOLOGIA DE *Cerotoma arcuatus* Olivier, 1791
(COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) E COMPROVAÇÃO, EM
CAMPO, DO MODELO DE EXIGÊNCIAS TÉRMICAS
OBTIDO EM LABORATÓRIO**

DORI EDSON NAVA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA**

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo – Brasil
Dezembro – 2000

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

Nava, Dori Edson

Bioecologia de *Cerotoma arcuatus* Olivier, 1791 (Coleoptera : Chrysomelidae) e comprovação, em campo, do modelo de exigências térmicas obtido em laboratório / Dori Edson Nava. - - Piracicaba, 2000.

72 p. : il.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000.
Bibliografia.

1. Coleoptero 2. Biologia de população 3. Criação animal 4. Efeito da temperatura
5. Exigência térmica 6. Inseto-nocivo 7. Praga agrícola 8. Simulação 9. Técnica de
laboratório 10. Vaquinha I. Título

CDD 632.76

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

A Deus

Ofereço

A

meus pais, Egidio e Inês

minha nona, Emília

e minha irmã Denise

pelo apoio e incentivo na minha formação

pessoal e profissional

Dedico

O preço da perfeição é a prática constante.

- Andrew Carnegie

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. José Roberto Postali Parra, Professor Titular do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"(ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), pelo incentivo, confiança, orientação segura na condução desta pesquisa e exemplo de dedicação profissional;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo;

Aos professores Ida Christina S. Lago, Vanderlei V. Vieira e Mauro S. Garcia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), pelo estímulo, apoio e amizade durante a graduação;

Aos professores do Curso de Pós-graduação em Entomologia da Esalq/USP, pelos ensinamentos transmitidos durante o curso, em especial o Prof. Roberto Antonio Zucchi;

Ao Dr. John Bouseman do Illinois Natural History Survey, Champaign, Illinois - USA, pela identificação da espécie;

A Gabriela Inés Diez-Rodríguez pela demonstração de carinho, pelo companheirismo e incentivo durante a nossa convivência;

Aos meus pais, avôs, irmã e cunhado pelo exemplo de vida, honestidade e trabalho;

A Profa. Dra. Marinéia L. Haddad e aos colegas Ramiro Ruiz, Paulo C. Bogorni e Enrique Castiglione, pela orientação na execução das análises estatísticas;

Aos técnicos de laboratório: Neide Graziano Zério e Heraldo Negri de Oliveira pela ajuda fundamental durante a realização dos experimentos, pela amizade e pelo excelente ambiente de trabalho; e ao Eng. Agr. MSc. Peter Kasten Júnior pela atenção constante, amizade e o bom convívio;

À colega Patrícia Milano pela confecção dos desenhos e amizade, e a equipe de coleta de insetos: Diogo, Ademir e Negri pela ajuda e amizade;

À família Guedes (Derise, Gabriel e Jerson) e Barros de Medeiros (Diana, Tâmara, Marquinhos, Camila e Marcos), pela amizade e pelo carinho demonstrados nestes dois anos;

Aos colegas do Laboratório de Biologia dos Insetos: Ademir, Adriana, Alexandre, Amanda, Ana Lia, Cristina, Denise, Diogo, Eduardo, Jerson, Lusinério, Maurício, Milanez, Ronaldo, Rosa, Sandra, Silvia, Suzana e Thiago pelo agradável convívio;

Aos colegas de curso Elizabeth, Fábio, Fernando, Geni, Jerson, Jorge, Keiko, Marcos, Paulo, Ranise, Ricardo, Roberto e Rosângela, pelo companheirismo;

Aos colegas de moradia e em especial o Eduardo, Gean, Cláudio, Vanderlei, Antônio I, Santiago, Ademir, Antônio II e Arlélio pela agradável convivência;

Aos funcionários de campo em especial ao Carlinhos pelo auxílio na instalação dos experimentos e amizade;

À bibliotecária Eliana M. G. Sabino pela revisão na bibliografia;

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a execução deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Técnicas de criação e biologia de crisomelídeos.....	4
2.1.1 Fase de ovo.....	4
2.1.2 Fase de larva.....	5
2.1.3 Fases de pré-pupa e pupa.....	10
2.2 Consumo e preferência alimentar de <i>Cerotoma</i> spp. na fase adulta.....	11
2.3 Exigências térmicas de crisomelídeos.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Coleta de insetos no campo e estabelecimento da população inicial.....	16
3.2 Biologia em laboratório.....	18
3.2.1 Adaptação da metodologia de criação.....	18
3.2.1.1 Parâmetros biológicos avaliados.....	20
3.2.2 Determinação do consumo e do índice de preferência alimentar...	22
3.2.3 Ritmo diário de postura.....	24
3.2.4 Efeito da temperatura no desenvolvimento de <i>Cerotoma arcuatus</i>	24
3.2.4.1 Número de ínstar.....	24

3.2.4.2	Exigências térmicas.....	25
3.2.4.2.1	Fase de ovo.....	25
3.2.4.2.2	Fases de larva, pré-pupa e pupa.....	26
3.3	Biologia em condições de semi-campo.....	26
3.3.1	Atividade diurna dos adultos.....	26
3.3.2	Validação, no campo, do modelo de exigências térmicas obtido em laboratório.....	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1	Biologia de <i>Cerotoma arcuatus</i> Olivier, 1791 em laboratório.....	30
4.1.1	Duração e viabilidade do período larva-adulto.....	30
4.1.2	Capacidade de postura.....	31
4.1.3	Consumo e preferência alimentar.....	35
4.1.4	Ritmo diário de postura.....	39
4.1.5	Influência da temperatura.....	41
4.1.5.1	Número de ínstar.....	41
4.1.5.2	Exigências térmicas.....	44
4.1.5.2.1	Fase de ovo.....	44
4.1.5.2.2	Período larva-adulto.....	46
4.2	Biologia de campo.....	50
4.2.1	Atividade diurna de <i>C. arcuatus</i>	50
4.2.2	Validação, no campo, do modelo de exigências térmicas obtido em laboratório.....	52
5	CONCLUSÕES.....	57
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Sistema de criação de <i>Cerotoma arcuatus</i> . (A) recipiente contendo a primeira camada de vermiculita; (B) recipiente contendo as plântulas para "inoculação"; (C) conjunto de peneiras utilizado para separar larvas da vermiculita e do alimento.....	20
2 Características das antenas de fêmea (A) e macho (B) de <i>Cerotoma arcuatus</i> . As setas indicam as diferenças no 3º e 4º segmentos.....	21
3 (A) Estação meteorológica automática utilizada para coleta de dados da temperatura do solo e da temperatura do ar. (B) Termopar de cobre-constantan revestido por borracha azul para medir a temperatura do solo. (C) Conjunto de sensores para medir a temperatura do ar.....	29
4 Número de ovos por fêmea de <i>Cerotoma arcuatus</i> (considerando somente as repetições cujas fêmeas realizaram postura), mantidos em três temperaturas (20, 25 e 30°C) e com alimentação na fase larval de plântulas de soja e feijão. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.....	32
5 Ritmo de postura de <i>Cerotoma arcuatus</i> , alimentado durante a fase larval com plântulas de soja, nas temperaturas de 20, 25 e 30°C. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.....	34

6	Ritmo de postura de <i>Cerotoma arcuatus</i> , alimentado durante a fase larval com plântulas de feijão nas temperaturas de 20, 25 e 30°C. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.....	34
7	Consumo foliar (cm^2) de soja, feijoeiro, abóbora e caupi, por adultos de <i>Cerotoma arcuatus</i> , durante 24 horas em teste de livre escolha. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas.....	36
8	Consumo foliar (cm^2) de soja (planta padrão) e de feijoeiro, abóbora e caupi (plantas testes), por adultos de <i>Cerotoma arcuatus</i> , durante 24 horas, em teste de dupla escolha. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas.....	37
9	Índices de preferência para adultos de <i>Cerotoma arcuatus</i> , em teste de dupla escolha, para cada planta teste (feijoeiro, abóbora e caupi) em relação à planta padrão (soja). Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas.....	37
10	Consumo foliar (cm^2) de abóbora, soja, feijão e caupi, por adultos de <i>Cerotoma arcuatus</i> , durante 24 horas, em teste sem chance de escolha. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas.....	38
11	Porcentagem de proteína bruta nas folhas de caupi (cultivar não identificada), feijoeiro ('Carioca'), soja ('FT 109') e abóbora ('Caserta').....	39
12	Ritmo diário de postura de <i>Cerotoma arcuatus</i> , em laboratório. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas....	40

- 13 Curva de distribuição de frequência de largura de cápsulas céfalicas de *Cerotoma arcuatus*, nas temperaturas de 20°C (A) 25°C (B) e 30°C (C). As setas indicam os ínstaes. UR de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas..... 43
- 14 Curva de velocidade de desenvolvimento para a fase de ovo (A), período larva-adulto (B) e do ciclo biológico (ovo-adulto) (C) de *Cerotoma arcuatus*, criados em plântulas de soja e em diferentes temperaturas. UR de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas..... 49
- 15 Porcentagem de fêmeas e de machos de *Cerotoma arcuatus* coletados em lavouras de soja. Piracicaba, SP..... 51
- 16 Porcentagem de fêmeas e machos (total) de *Cerotoma arcuatus* coletados em lavouras de soja, nos diferentes horários do dia. Piracicaba, SP..... 51
- 17 Valores de graus-dia observados para o período de desenvolvimento (ovo-adulto) de *Cerotoma arcuatus*, em função das temperaturas do ar e do solo, comparadas ao valor de graus-dia estimado em laboratório. Piracicaba, SP, no período de 12-05 a 29-07-00..... 53
- 18 Intervalo de confiança (IC) ($p < 0,05$) dos graus-dia estimados para a emergência dos adultos de *Cerotoma arcuatus* (ovo-adulto) com temperaturas constantes e dos graus-dia observados para a emergência do inseto em função das temperaturas médias do ar e do solo com temperaturas flutuantes. Piracicaba, SP..... 54

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Duração e viabilidade do período larva-adulto de <i>Cerotoma arcuatus</i> , criado em dois substratos alimentares. Temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas.....	31
2 Porcentagem de fêmeas que não realizaram postura, quando alimentadas com soja e feijoeiro, nas temperaturas de 20, 25 e 30°C . UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.....	33
3 Largura média da cápsula cefálica, constante de Dyar e coeficiente de correlação de <i>Cerotoma arcuatus</i> , criado em plântulas de soja e em três temperaturas. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.....	42
4 Duração média dos ínstaras de <i>Cerotoma arcuatus</i> em três temperaturas. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.....	44
5 Duração média do período embrionário e viabilidade dos ovos de <i>Cerotoma arcuatus</i> , em diferentes temperaturas. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.....	45
6 Duração média e viabilidade do período larva-adulto de <i>Cerotoma arcuatus</i> , em diferentes temperaturas. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.....	47

7	Temperatura base (Tb), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R^2) das diferentes fases do ciclo biológico de <i>Cerotoma arcuatus</i>	48
8	Graus-dia (GD) acumulados para o desenvolvimento (ovo-adulto) de <i>Cerotoma arcuatus</i> , com base nas temperaturas do ar e do solo, com seus respectivos desvios (erros) dos valores observados em relação ao valor estimado Piracicaba, SP, no período de 12-05 a 29-07-00.....	53
9	Períodos médios de desenvolvimento (ovo-adulto) estimado e observado para <i>Cerotoma arcuatus</i> , com base nas temperaturas do ar e do solo, com seus respectivos desvios (erros). Piracicaba, SP, no período de 12-05 a 29-07-00.....	55

**BIOECOLOGIA DE *Cerotoma arcuatus* Olivier, 1791
(COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) E COMPROVAÇÃO, EM
CAMPO, DO MODELO DE EXIGÊNCIAS TÉRMICAS
OBTIDO EM LABORATÓRIO**

Autor: DORI EDSON NAVA

Orientador: Prof. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

RESUMO

Foram realizados estudos biológicos em laboratório e campo, com *Cerotoma arcuatus* Olivier, 1791 (Coleoptera: Chrysomelidae), visando aperfeiçoar uma técnica de criação para estudar a preferência alimentar, aspectos biológicos em três temperaturas, bem como determinar um modelo de exigências térmicas em laboratório para ser validado nas condições de campo, a partir da temperatura do ar e do solo. A técnica mais adequada para criação de *C. arcuatus* foi aquela à base de plântulas de soja em vermiculita, pois os insetos criados em feijoeiro tiveram a viabilidade do período ovo-adulto reduzido. A capacidade de postura de *C. arcuatus* não foi afetada pelo substrato de criação e nem pelas temperaturas de 20, 25 e 30°C, sendo que à medida que se aumentou a temperatura, observou-se um maior percentual de fêmeas que não realizaram postura. Adultos de *C. arcuatus* têm preferência por folhas de soja, feijoeiro e abóbora em relação ao caupi. A concentração do período de postura foi variável com a temperatura, sendo mais concentrada na mais elevada, no caso, 30°C. As

fêmeas realizaram a postura, predominantemente, durante a noite. O número de ínstarres foi constante e igual a três, independente da temperatura. O limiar térmico inferior de desenvolvimento (T_b) das fases de ovo, períodos larva-adulto e ovo-adulto foi de 13,64; 8,32 e 10,65°C, respectivamente, sendo as constantes térmicas (K) para a fase de ovo, períodos larva-adulto e ovo-adulto de 106,65; 399,44 e 489,02 graus-dia, respectivamente. A maior atividade de adultos de *C. arcuatus* no campo, foi no período da tarde, sendo coletados mais machos do que fêmeas. O modelo de exigências térmicas para o período ovo-adulto de *C. arcuatus*, calculado em função das temperaturas constantes de laboratório, é válido para previsão de ocorrência de *C. arcuatus* no campo, a partir das temperaturas flutuantes do ar e do solo, embora com resultados mais precisos a partir da temperatura do ar.

**BIOECOLOGY OF *Cerotoma arcuatus* Olivier, 1791
(COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) AND FIELD VALIDATION OF
THE THERMAL REQUIREMENT MODEL ACHIEVED
IN LABORATORY**

Author: DORI EDSON NAVA

Adviser: Prof. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

SUMMARY

Biological laboratory and field studies were carried out with *Cerotoma arcuatus* Olivier, 1791 (Coleoptera: Chrysomelidae) viewing the improvement of a rearing approach to study feeding preference, the biological aspects at three temperatures as well as to determine a thermal requirement model in laboratory to be confirmed at field conditions according to air and soil temperatures. The more suitable technique for *C. arcuatus* rearing was the one based on soybean seedlings in vermiculite, since the insects reared on beans had a reduced viability of the egg-adult period. The egg-laying capacity of *C. arcuatus* was not affected by the rearing substrate nor by the temperatures (20, 25 and 30°C) and as the temperature raised a higher percent of females failed to lay eggs. *C. arcuatus* adults have preference for leaves of soybeans, beans and pumpkin in comparison with those of cowpea. The concentration of the egg-laying period varied with the temperature and was more concentrated at 30°C. The females laid eggs predominantly in the evening. The number of instars was constant and equal to three, regardless of the temperature. The lower thermal threshold of development (T_b) of the egg stage, larva-adult and egg-adult periods was 13.64, 8.32 and 10.65°C, respectively, with thermal constants (K) for the egg stage, larva-adult and egg-adult periods of 106.65, 399.44 and 489.02 degree-days, respectively.

The higher activity of *C. arcuatus* adults in the field was in the afternoon, and more males were collected than females. The thermal requirement model for the egg-adult period of *C. arcuatus*, calculated according to the constant laboratory temperatures, is valid to predict the occurrence of *C. arcuatus* in the field with the air and soil temperatures, although the more accurate results were reached with the air temperature.

1 INTRODUÇÃO

Cerotoma arcuatus Olivier, 1791 (Coleoptera: Chrysomelidae) é considerado praga de importância agrícola por ser polífago, causando prejuízos em muitas espécies vegetais, como soja [*Glycine max* (L.)], feijoeiro [*Phaseolus vulgaris* (L.)], caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] e cucurbitáceas (Fazolin, 1995; Link & Costa, 1978; Magalhães & Quintela, 1987; Teixeira et al., 1996). As maiores perdas ocorrem nas leguminosas comestíveis, consideradas importantes fontes de proteínas para grande parte da população brasileira. Insetos deste gênero, durante a fase larval, alimentam-se de raízes e nódulos nitrificadores (Franco & Neves, 1992; Schroeder et al., 1992; Teixeira et al., 1996), limitando a fixação de nitrogênio em até 45% (Layton & Boethel, 1987). Em altas infestações, as larvas podem também causar danos às sementes em germinação, diminuindo a emergência de plantas. Na fase adulta, reduzem a parte aérea, consumindo cotilédones, folhas, órgãos reprodutivos tenros e, dependendo do estágio de desenvolvimento, provocam perdas significativas (Hunt et al., 1994). Nos EUA, no estado de Iowa, *Cerotoma trifurcata* (Forster) causou uma diminuição da produção de soja em até 2.600 kg/ha (Smelser & Pedigo, 1992). Além dos danos diretos, as larvas e adultos, ao se alimentarem provocam danos indiretos, transmitindo microorganismos fitopatogênicos, como vírus (Meyer et al., 1993; Rajnauth et al., 1987; Salas, 1998) e fungos de solo do gênero *Fusarium* sp. (Yokoyama, 1998).

O controle desta praga é atualmente feito com aplicações de inseticidas foliares ou granulados no sulco de plantio. Entretanto, a utilização de outras táticas no contexto do manejo integrado de pragas é a melhor maneira de se realizar um controle mais racional, considerando questões econômicas e ecológicas. Desta maneira, estudos direcionados para determinação das exigências térmicas (graus-dia) das diferentes fases de desenvolvimento dos insetos em laboratório e no campo podem orientar quanto a época de se procederem as amostragens, através do conhecimento da sua dinâmica populacional, otimizando desta forma o seu controle (Davis et al., 1996; Jeffords et al., 1983; Zeiss et al., 1996).

No caso de *C. arcuatus*, tais estudos têm sido dificultados, pois inexiste uma metodologia adequada que propicie a criação de insetos em grandes quantidades. Desta forma, estudos básicos e aplicados com *C. arcuatus*, usualmente têm sido conduzidos com insetos coletados no campo, pois as criações de laboratório não têm sido bem sucedidas; assim, técnicas de manipulação necessitam ser melhoradas para diminuir a mortalidade nas diferentes fases do inseto mantido em laboratório (Holcomb & Fulton, 1978).

Assim, o objetivo da presente pesquisa foi, a partir de criações de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Ávila et al., 2000; Milanez & Parra, 2000a), adequar e aperfeiçoar uma técnica para *C. arcuatus* que produza, em laboratório, insetos comparáveis àqueles da natureza e que permita a sua produção contínua, possibilitando a determinação de um modelo de exigências térmicas nestas condições, com a finalidade de validá-lo em condições de campo, visando facilitar métodos de amostragem da praga.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Os primeiros trabalhos visando ao desenvolvimento de técnicas de criação do gênero *Cerotoma* Chevrolat, foram realizados nos EUA no início da década de 30 por Eddy & Nettles¹ e Isely², citados por Loughran & Ragsdale (1986), com *Cerotoma trifurcata* (Forster) considerada a principal praga nas lavouras de soja daquele país. Mas somente em 1974, foi desenvolvida uma metodologia, propiciando a manutenção de *C. trifurcata* em laboratório por quatro gerações (Herzog et al., 1974). Holcomb & Fulton (1978) apresentaram novas técnicas, porém o sistema tornou-se economicamente inviável para criações maiores, pois o local de desenvolvimento de larvas e pupas era individualizado. A adaptação de técnicas utilizadas para *Diabrotica* spp. (George & Ortman, 1965; Pitre & Kantack, 1962; Raros & Holdaway, 1968) facilitou estudos posteriores com *Cerotoma* spp. (Gonzalez et al., 1982b). No Brasil, os trabalhos de Fernandes (1986), Quintela et al. (1991) Heineck & Corseuil (1995), Salas (1998) e Abreu Neto (1999), apresentaram bons resultados, porém todos estes sistemas de criação demandam muito trabalho, tornando-os inviáveis para estudos que necessitem de grandes quantidades de insetos.

¹ Eddy, C.O. & Nettles, W.C. The bean leaf beetle. S.C. Agric. Exp. Stn., 1930. 25 p. (Technical Bulletin, 238).

² Isely, D. The biology of the bean leaf beetle. Univ. of Ark. Agric. Exp. Stn., 1930. 20 p. (Technical Bulletin, 248).

2.1 Técnicas de criação e biologia de crisomelídeos

2.1.1 Fase de ovo

Waldbauer & Kogan (1976) em estudos de amostragens no campo, verificaram que *C. trifurcata* realiza a postura num raio de 5 cm da planta e a uma profundidade de 7,6 cm. Resultado semelhante foi obtido por Gonzalez et al. (1982b) para *Cerotoma facialis* Erickson, observando que há preferência para oviposição em plantas de feijão em relação ao milho. Desta maneira, várias pesquisas foram realizadas para se conhecerem as características bióticas e abióticas que interferem na postura. Chalfant & Mitchell (1967), Kirk et al. (1968), Milanez & Parra (2000b), observaram que, em geral, os crisomelídeos preferem ovipositar em substratos úmidos, de coloração escura, em solos com fissuras e partículas grossas.

O início de uma criação de insetos em laboratório está estreitamente relacionado com a obtenção de ovos. Neste sentido, diversos trabalhos utilizaram diferentes técnicas para desenvolver um substrato de postura como: algodão úmido (Pecchioni, 1988; Pitre & Kantack, 1962), tecido tipo "gaze" escuro e úmido (Chalfant & Mitcell, 1967; Dominique & Yule, 1983a; George & Ortman, 1965; Gonzalez et al., 1982b; Milanez & Parra, 2000b; Silva-Werneck et al., 1995), papel (Rajnauth et al., 1987) e solo (Fisher et al., 1986; Heineck, 1993; Heineck & Corseuil, 1995; Lawson & Weekman, 1966; Meyer et al., 1993; Rimando et al., 1966). Abreu Neto (1999) estudou o efeito das cores sobre a postura de *Cerotoma arcuata* Olivier, observando que as maiores quantidades de ovos foram colocadas nas "gazes" de coloração preta e verde, ou seja, aquelas que refletiram comprimento de onda na faixa do ultravioleta.

A utilização de tecido tipo "gaze" para a postura, facilitou a coleta de ovos, pois a retirada é feita, mergulhando-se o mesmo em água (Milanez, 1995)

ou através de lavagens sucessivas em água corrente (Ávila et al., 2000), substituindo-se a utilização do pincel que normalmente danifica os ovos (Herzog et al., 1974; Holcomb & Fulton, 1978).

Um dos problemas na criação de insetos é a contaminação das dietas, via ovos contaminados, especialmente por fungos e bactérias. Desta forma, para contornar esse problema, especialmente nas criações de *Diabrotica* spp., diversos produtos e diferentes procedimentos têm sido adotados (Gonzalez et al., 1982b; Herzog et al., 1974; Holcomb & Fulton, 1978; Marrone et al., 1985; Milanez & Parra 2000b). Ávila et al. (2000) utilizaram no Brasil uma solução de sulfato de cobre a 1% para tratamento dos ovos, durante dois minutos, com excelentes resultados.

2.1.2 Fase de larva

As fases imaturas caracterizam-se por serem mais frágeis, susceptíveis a microorganismos, especialmente fungos, e, por sofrerem grande influência da falta ou excesso de umidade dos substratos utilizados para criação (Dominique & Yule, 1983a; Milanez, 1995; Oloumi-Sadeghi & Levine, 1989).

Plântulas de milho têm sido consideradas o substrato padrão para *Diabrotica* spp. Assim, Rimando et al. (1966) criaram larvas de *Diabrotica virgifera* LeConte para realização de testes toxicológicos em recipientes contendo vermiculita de textura fina e plântulas de milho recém germinadas. Para separação das larvas da vermiculita foram utilizadas peneiras. Pitre & Kantack (1962) também empregaram vermiculita úmida e plântulas de milho para o desenvolvimento de *Diabrotica balteata* LeConte.

Herzog et al. (1974) criaram *C. trifurcata* em laboratório por varias gerações, utilizando temperatura de $26 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 14 horas. Os autores utilizaram para o desenvolvimento larval três tipos de alimento (cotilédones de

soja, feijão e caupi), tratados com uma solução de sulfato de cobre a 0,5% por 5 a 10 minutos para evitar contaminações por microorganismos. A seguir, os cotilédones foram colocados em recipientes sobre os ovos, com a parte côncava voltada para baixo. Destes três substratos alimentares, o caupi propiciou uma maior viabilidade e uma menor duração das fases de desenvolvimento, sendo a duração da fase de larva de 13,6 dias. A produção média de ovos por fêmea foi de 138,1, totalizando 13,1 ovos por dia. A criação por sucessivas gerações mostrou um declínio no peso dos adultos e uma menor fecundidade das fêmeas ao longo das gerações.

Holcomb & Fulton (1978) desenvolveram uma metodologia de criação para estudar as relações de transmissão de vírus por *C. trifurcata*, alimentando as larvas com sementes germinadas de caupi, tratadas com uma solução de hipoclorito de sódio a 10% para desinfestar a superfície. O substrato empregado foi constituído de areia, solo, vermiculita e esterco fino, na proporção de 3:1:1:1 partes, sendo esterilizado e umedecido com água destilada até o ponto de saturação. Os recipientes utilizados para o crescimento larval foram preparados da seguinte forma: primeiramente, adicionou-se uma camada de substrato, sobre a qual espalharam-se sementes as quais foram cobertas por uma camada de um centímetro de substrato. Três dias após a germinação, foram adicionados grupos de 50 a 200 larvas, próximos aos cotilédones.

Rajnauth et al. (1987) utilizaram duas técnicas para criação de larvas de *C. arcuata* em caupi. A primeira técnica, consistiu em incubar os ovos em placas de Petri e alimentar as larvas com os cotilédones. Os resultados encontrados não foram satisfatórios. Na segunda técnica, utilizaram plântulas inteiras, obtendo um maior número de adultos. O sucesso da segunda técnica em relação à primeira foi explicado pelo fato de que quando os cotilédones eram seccionados, a deterioração era mais rápida do que quando se utilizava a plântula inteira. Desta forma, diminuiu-se a manipulação das formas imaturas e, conseqüentemente, a

viabilidade aumentou. A duração do período ovo a adulto em temperatura variando de 25 a 30°C, foi de 24 a 29 dias, correspondendo para a fase de larva a um período de 10 a 14 dias.

Gonzalez et al. (1982b) realizaram estudos de biologia de *C. facialis*. Para o desenvolvimento das larvas utilizaram plântulas de milho e feijão, postas a germinar 3 a 4 dias antes de serem colocadas em placas de Petri na proporção de 5 larvas/semente. Nos estudos de preferência alimentar, os autores observaram que em milho as larvas morreram até o quarto dia e as que foram alimentadas com feijão apresentaram uma viabilidade de 78%. As larvas de *C. facialis* apresentaram três ínstares bem definidos (0,24; 0,35 e 0,50 mm de largura da cápsula cefálica), com durações variáveis de 3 a 4, 2 a 3 e 4 a 5 dias, para o primeiro, segundo e terceiro ínstares, respectivamente. A fase larval teve uma duração variável de 9 a 12 dias, sendo que a temperatura e a umidade relativa ficaram em torno de 27°C e 80%, respectivamente.

Dominique & Yule (1983a) desenvolveram uma técnica de criação em laboratório para *Diabrotica longicornis* (Say) realizando modificações no método de Jackson & Davis (1978) relatado para *D. virgifera*, utilizando papel umedecido com água destilada. As larvas foram transferidas para recipientes (30 x 15 x 8 cm) com auxílio de um pincel, contendo plântulas de milho. Este recipiente permaneceu em uma sala escura, com temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 65 a 70%.

Fernandes (1986), para criar *C. arcuata*, utilizou sementes de feijão colocadas em placas de Petri e após 10 dias retiraram-se as sementes com as larvas, colocando-as em bandejas (35 x 30 x 6 cm) contendo solo esterilizado, para o desenvolvimento larval.

Branson et al. (1988) descrevem um método de criação semelhante ao que ocorre na natureza para as larvas de *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Para isto, os ovos foram colocados em um recipiente, contendo na ordem de

baixo para cima: papel para germinação, sementes de milho, 40 ml de água, solo, ovos, 50 ml de água, 200 g de solo e por último um pedaço de papel umedecido. Este recipiente foi fechado e levado a um local com temperatura de 25°C, durante 12 dias. Segundo os autores essa metodologia propiciou um desenvolvimento com alta qualidade biológica, sendo a viabilidade do período larva-adulto de 72,7%.

Heineck & Corseuil (1995) desenvolveram uma metodologia de criação para *Cerotoma arcuata tingomariana* Bechyné em laboratório, utilizando cotilédones de soja em placas de Petri, criando os insetos a $26 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Os autores determinaram para a espécie um total de três instares com larguras da cápsula cefálica de 0,48; 0,71 e 1,07 mm, com durações de 3,88, 3,61 e 5,91 dias, para o primeiro, segundo e terceiro instar, respectivamente. A duração do período ovo-adulto foi de 28 dias e o número médio de ovos por fêmea foi de 1880,6.

Milanez & Parra (2000a) ofereceram às larvas recém eclodidas de *Diabrotica speciosa* (Germar), raízes seminais de milho pipoca, sendo as sementes, previamente tratadas com uma mistura dos fungicidas: thiabendazole (1,0 g/kg de semente) e captan (1,5 g/k de semente). Procedimento semelhante foi utilizado por Ávila et al. (2000). Posteriormente, as sementes foram colocadas para germinar e no quarto dia, com o início do processo germinativo, foi realizada a transferência das larvas para bandejas na proporção de uma larva/sememente. O alimento era trocado pelo menos uma vez antes do término da fase larval.

Para estudar a transmissão de vírus por *C. arcuata*, Salas (1998) testou duas metodologias de criação: a primeira foi constituída de terra orgânica e a segunda formada por mistura de vermiculita, terra orgânica e areia (2:1:1), sendo esta ultima a que permitiu uma maior viabilidade e uma menor duração do ciclo. Assim, as larvas recém eclodidas eram transferidas para caixas de gerbox (11 cm de lado e 5 cm de altura), contendo sementes pré-germinadas e substrato. A

alimentação das larvas constou de sementes de feijão 'Carioca' e 'Manteiga Rajado' tratadas com uma mistura de fungicidas e trocadas de três em três dias. A proporção de larvas por semente foi de 10:1, totalizando 150 larvas/caixa. Os resultados obtidos indicaram que o melhor desenvolvimento ocorreu quando as larvas foram alimentadas com feijão 'Carioca'. O mesmo autor mencionou que ao empregar feijoeiro na alimentação houve um alongamento no ciclo, sendo a duração da fase de larva a adulto de 38,55 dias, a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 20\%$ e fotofase de 12 horas.

Ávila et al. (2000) utilizaram para o desenvolvimento larval de *D. speciosa*, os substratos vermiculita e papel germiteste. No substrato com vermiculita esterilizada, foram utilizadas plântulas de milho para alimentação. As larvas foram criadas em um recipiente de plástico (15 cm de diâmetro x 7 cm de altura) contendo no fundo do recipiente uma camada de vermiculita, sobre a qual foram colocadas as plântulas e as larvas, numa proporção de uma larva/plântula, totalizando 100 larvas/recipiente. Sobre as plântulas, adicionou-se uma camada de vermiculita úmida. Nessa técnica, o autor obteve viabilidade de larva-adulto de 75,5%, duração de 23 dias e 2127,1 ovos/fêmea. Na segunda técnica de criação as larvas também foram alimentadas com plântulas de milho, mas mantidas sobre papel germiteste umedecido, conforme metodologia proposta por Milanez (1995). Utilizando esta técnica, o autor obteve uma viabilidade da fase de larva-adulto de 33,7%, duração de 31,5 dias e 1724,1 ovos/fêmea, portanto bem inferior à primeira técnica, no presente caso, em laboratório mantido a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

2.1.3 Fases de pré-pupa e pupa

Rimando et al. (1966) utilizaram caixas contendo vermiculita e matéria orgânica para crescimento de plântulas de milho e para o desenvolvimento pré-pupal e pupal de *D. virgifera*. A duração média da fase pupal foi de 10,09 dias com uma viabilidade de 58,4%. Skelton & Hunter (1970) criaram *Diabrotica undecimpunctata howardi* Barber utilizando para o desenvolvimento pupal um recipiente contendo vermiculita, considerado ideal para o desenvolvimento, pois armazena a quantidade ideal de água, é capaz de mantê-la, além de facilitar a formação da câmara pupal.

Herzog et al. (1974) transferiram as pré-pupas de *C. trifurcata* para copos de acrílico contendo um centímetro de areia esterilizada e umedecida para a formação da câmara pupal. Esta técnica foi também empregada por Gonzalez et al. (1982a) para *C. facialis*, sendo utilizadas placas de Petri contendo uma camada de 7 mm de espessura de areia fina ligeiramente umedecida. Os autores observaram a duração de 2,9 e 6,4 dias para as fases de pré-pupa e pupa, respectivamente. Dominique & Yule (1983a) relatam a importância do substrato para pupação de *D. longicornis*. Nesta metodologia, foram obtidos melhores resultados quando se adicionou solo umedecido com água destilada, obtendo-se maior viabilidade, pelo fato de se diminuir o manuseio dos insetos.

Outro procedimento foi utilizado por Heineck & Corseuil (1995) para *C. a. tingomariana*, pois a pupação ocorreu nas placas de Petri utilizadas para o desenvolvimento larval, sem substrato para a formação da câmara pupal. Segundo os autores, a duração para a fase de pré-pupa e pupa foi de 7,77 dias, a $26 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Rajnauth et al. (1987) observaram que as larvas de *C. arcuata* puparam nas dobras do papel utilizado para revestir as placas de Petri, não sendo necessário substrato para pupação. A

fase de pupa, neste caso, apresentou uma duração variável de 6 a 8 dias em função da variação da temperatura (25 a 30°C).

Milanez (1995) transferiu por peneiramento, as larvas de terceiro ínstar, para uma bandeja de pupação (17 x 17 cm), contendo duas divisões. Em uma das divisões, forrada com papel germiteste úmido, foram colocadas sementes germinadas de milho para o término do desenvolvimento larval, e, na segunda divisão, foi colocada uma mistura (1:1) de solo e areia fina, mantida úmida para pupação. Desta maneira, as larvas utilizavam orifícios na parede e passavam para a segunda divisão. Aperfeiçoando a técnica desenvolvida por Milanez (1995), Ávila et al. (2000) utilizaram um recipiente maior (20 cm de diâmetro x 10 cm de altura), destinado à finalização da fase larval e o desenvolvimento pré-pupal e pupal. Desta maneira, quando as larvas atingiram 10 dias de desenvolvimento, eram transferidas por peneiramento, para esse recipiente que continha vermiculita esterilizada e plântulas, de onde emergiram os adultos.

Salas (1998), realizou a transferência de pré-pupas e pupas das caixas de germinação para copos plásticos (4 cm de altura x 5 cm de largura) contendo uma mistura de terra, vermiculita e areia (2:1:1) e um chumaço de algodão umedecido diariamente.

2.2 Consumo e preferência alimentar de *Cerotoma* spp. na fase adulta

Cerotoma spp. tem sido relatado como praga de diversas culturas, atacando a área foliar de soja (Boiteau et al., 1979; Heineck, 1993; Jeffords et al., 1983; Leite & Lara, 1985; Link & Costa, 1978; Rossetto et al., 1981; Smelser & Pedigo, 1991; Smelser & Pedigo, 1992; Waldbauer & Kogan, 1976; Zeiss & Pedigo, 1996), feijoeiro (Cardona et al., 1982; Costa et al., 1978; Gonzalez et al., 1982a; Heyer et al., 1986; Heyer et al., 1990; Yépez Gil & Montagne, 1989; Yokoyama, 1998), caupi (Fazolin, 1995; Meyer et al., 1993; Rajnauth et al.,

1987), alfafa (Loughran & Ragsdale, 1986; Smelser & Pedigo, 1991), leguminosas usadas como adubo verde (Magalhães & Quintela, 1987) e cucurbitáceas.

Além de atacar a parte aérea, estes insetos quando na fase larval alimentam-se das raízes das mesmas plantas, que atacaram como adultos, possuindo um estreito número de hospedeiros (Panizzi & Parra, 1991). Entretanto, Ávila (1999) demonstrou que as fêmeas de *D. speciosa* preferem se alimentar das folhas do feijoeiro e colocam seus ovos, próximo às raízes das plantas de milho. Desta forma, a determinação da preferência alimentar dos insetos pode ser útil no estabelecimento de práticas culturais, como rotação de culturas, pois, a aquisição de nutrientes na fase adulta ou imatura poderá interferir na produção de ovos (Slansky Jr., 1982) e na longevidade (Milanez, 1995; Teng et al. 1984). Zeiss & Pedigo (1996) observaram que a longevidade média e a fecundidade de *C. trifurcata* foram afetadas pelo tipo de alimento fornecido ao adulto. Assim, insetos alimentados com a espécie preferida (soja) apresentaram maior longevidade e colocaram maior número de ovos quando comparados com os que foram alimentados com as espécies chamadas de não-preferida (alfafa), “suspeita” (milho) e “não-alimentar” (aveia).

Heyer et al. (1986) estudaram a preferência dos adultos de *Andrector ruficornis* Olivier em nove variedades de feijão e uma de caupi. Destes alimentos, o caupi foi o menos atacado, sendo o consumo das cultivares de feijão variável em função do tamanho dos tricomas.

Gonzalez et al. (1982a), mediram o consumo foliar de feijoeiro por adultos de *C. facialis* e constataram que o consumo máximo foi de 1,94 cm²/dia, com uma média de 0,44 cm²/dia. Heineck & Corseuil (1995) determinaram para *C. arcuata* um consumo médio de 122,86 cm², proporcionando um valor médio diário de 1,06 cm² nos dias em que houve alimentação e 0,89 cm² levando-se em conta todos os dias (com e sem alimentação). Salas (1998) realizou testes de

preferência alimentar de livre escolha, observando que *C. arcuata*, prefere alimentar-se de soja comum e perene em relação a feijão e caupi, sendo encontrado após 24 horas, um consumo de 0,58; 0,53; 0,27 e 0,28 cm², para o inseto se alimentando de soja comum, soja perene, feijão e caupi, respectivamente.

2.3 Exigências térmicas de crisomelídeos

A temperatura é o elemento climático mais importante para o desenvolvimento dos insetos (Sharpe & DeMichele, 1977). Através da determinação das exigências térmicas das diferentes fases, pode-se conhecer melhor a dinâmica populacional, prever a ocorrência de pragas nas plantações, aumentar a eficiência das amostragens e otimizar as estratégias de controle (Davis et al., 1996). Desta forma, diversos modelos têm sido citados para explicar a influência da temperatura no desenvolvimento dos insetos (Naranjo & Sawyer, 1988; Schaafsma et al., 1991; Shaffer, 1983; Stinner et al., 1975; Wagner et al., 1984).

Logan et al. (1985) estudaram o efeito da temperatura no desenvolvimento e na alimentação das fases imaturas de *Leptinotarsa decemlineata* (Say). Para isto, utilizaram dez temperaturas constantes e observaram que, de uma maneira geral, o desenvolvimento segue uma curva sigmóide sendo as baixas e as altas temperaturas prejudiciais. Os autores argumentaram que a utilização de temperaturas constantes pode ocasionar erros nos modelos quando utilizados sob condições de campo, especialmente em temperaturas extremas.

Chiang & Sisson (1968) determinaram o limite térmico inferior, utilizando quatro temperaturas constantes (15, 20, 25 e 30°C) para o desenvolvimento da fase embrionária de *D. longicornis*. A temperatura base (Tb)

encontrada foi próxima de 10°C, sendo que a constante térmica (K) variou de 368 a 396 graus-dia. Resultados semelhantes foram encontrados por Apple et al. (1971) e Patel & Apple (1967). Por outro lado, Dominique e Yule (1983b) encontraram para *D. longicornis* uma constante térmica menor, em torno de 340 graus-dia.

Levine et al. (1992), em condições controladas, obtiveram para a fase de ovo de *D. v. virgifera* um limiar térmico inferior de desenvolvimento de 12,7°C e uma constante térmica de 209,7 graus-dia, mostrando que a taxa de desenvolvimento embrionário aumenta linearmente com o aumento da temperatura. Estudando a mesma espécie, Jackson & Elliott (1988) determinaram a relação entre a taxa de desenvolvimento e a temperatura, utilizando equações lineares e não lineares, obtendo uma faixa de temperatura ótima para o desenvolvimento de larva-adulto entre 21 e 30°C, uma temperatura base próxima de 9°C e uma constante térmica de 530,3 e 519,8 graus-dia para fêmeas e machos, respectivamente. Elliott et al. (1990) simularam um modelo para a emergência de *D. v. virgifera* em campo registrando a temperatura do solo diariamente, a 10 cm de profundidade e temperatura do ar a um metro de altura. Schaafsma et al. (1991) verificaram a eficiência dos modelos de desenvolvimento linear e não linear, chegando à conclusão que os dois são eficientes para estimar o desenvolvimento de *D. v. virgifera*. A validação do modelo em campo foi feita durante três anos, utilizando-se a temperatura do solo a 5 e 10 cm de profundidade. Davis et al. (1996) determinaram no campo a quantidade de graus-dia necessários para o desenvolvimento das diferentes fases de *D. v. virgifera*. Para isto, os autores realizaram medições diárias da temperatura máxima e mínima do solo, a 10 cm de profundidade e do ar, a 1,2 m de altura, além de realizarem amostragens em 11 áreas diferentes, durante três anos.

Estudando o desenvolvimento embrionário de *Diabrotica barbari* Smith & Lawrence, Woodson & Jackson (1996) obtiveram um limite térmico

inferior próximo de 10,2°C e uma constante térmica de 238 graus-dia. Os autores observaram que as fêmeas necessitam maior quantidade de graus-dia para completar o desenvolvimento.

No Brasil, Milanez & Parra (2000a) determinaram em laboratório as exigências térmicas de *D. speciosa* da fase de ovo e dos períodos de larva-adulto e ovo-adulto, obtendo valores de 11,1, 10,9 e 11,4°C, respectivamente para o limiar térmico inferior de desenvolvimento, e as constantes térmicas de 119,1, 355,9 e 474,9 graus-dia para os mesmos períodos. Ávila et al. (2000) determinaram as exigências térmicas para o período de ovo-adulto de *D. speciosa*, em função das temperaturas do solo e do ar, baseando-se no modelo linear de graus-dia determinado por Milanez & Parra (2000a). Foi observado que a necessidade de graus-dia para o desenvolvimento no campo foi menor do que a de laboratório, sendo a temperatura do solo a que mais se adaptou ao modelo obtido em laboratório.

Zeiss et al. (1996) determinaram a quantidade de graus-dia necessários para o desenvolvimento ovo-adulto de *C. trifurcata*, em dois tipos de alimento, e, em nove temperaturas (15, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32 e 35°C). A partir de uma regressão linear, os autores estimaram a temperatura base (T_b) de 11,58°C, e, observaram que nas temperaturas de 15 e 35°C não ocorreu desenvolvimento, sendo que a necessidade de graus-dia para completar o desenvolvimento diferiu com a alimentação. Desta maneira, quando as larvas foram alimentadas com cotilédones de caupi e raízes de soja, *C. trifurcata* necessitou de 491 e 646 graus-dia, respectivamente. A seguir, os autores validaram, no campo, o modelo de graus-dia, obtendo para a geração F_1 uma constante de 495,1 graus-dia quando criadas em cotilédones de caupi e 673,6 graus-dia quando criadas em raízes de soja, chegando portanto à conclusão de que o modelo mais adequado foi aquele em que os insetos foram criados em cotilédones de caupi.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Biologia de Insetos e em condições de semi-campo (telado) do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba, São Paulo, no período de janeiro a setembro de 2000, com a espécie *Cerotoma arcuatus* Olivier, 1791 (Coleoptera: Chrysomelidae).

3.1 Coleta de insetos no campo e estabelecimento da população inicial

Para estabelecimento da criação estoque, foram coletados insetos adultos em condições de campo. As coletas foram realizadas com auxílio de rede entomológica e aspirador bucal, em áreas cultivadas com soja e feijoeiro, pertencentes ao Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP, na Estação Experimental da ESALQ ("Fazenda Areão") e em áreas experimentais de empresas comerciais localizadas na região de Piracicaba.

Após as coletas, os insetos foram transportados para o laboratório, em gaiolas (50 x 41 x 41 cm) confeccionadas com armação de madeira e as laterais de vidro e tela, contendo no seu interior folhas das plantas hospedeiras para alimentação, garantindo, desta maneira, a sobrevivência durante o transporte. No laboratório, estes insetos foram criados conforme metodologia proposta por Ávila (1999), sendo colocados em gaiola de acrílico e metal (39 x 51 x 51 cm). As partes laterais da gaiola eram confeccionadas com tela para permitir aeração, sendo a parte superior de acrílico para facilitar a visualização. Na base, a gaiola possuía uma tela de malha fina permitindo a passagem de restos de alimento e fezes dos insetos, diminuindo desta forma o desenvolvimento de ácaros e microorganismos prejudiciais à criação. A parte anterior da mesma apresentava uma abertura com manga de tecido, facilitando a troca, a remoção de insetos e de alimento de uma gaiola para outra.

As gaiolas contendo os adultos foram mantidas em uma sala de criação com temperatura mantida a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas.

Os adultos foram alimentados com plantas de soja que tinham sido cultivadas em recipientes de plástico contendo solo, ou folhas colocadas em um pote com água, trocadas de dois em dois dias. Para o suprimento de folhas nas diferentes épocas do experimento, foram feitos plantios de soja escalonados em casa-de-vegetação ou telado.

Os ovos de *C. arcuatus* foram obtidos conforme metodologia proposta por Milanez (1995) para *Diabrotica speciosa* (Germar) e por Abreu Neto (1999) para *Cerotoma arcuata* Olivier. No interior das gaiolas de criação, foram colocadas placas de Petri de 8 cm de diâmetro por 1,5 cm de altura, forradas com espuma para manter umidade, a qual foi coberta com tecido tipo “gaze” de coloração preta para estimular a oviposição (Abreu Neto, 1999).

Para a coleta dos ovos, as “gazes” foram passadas em água corrente, lavadas sucessivamente, restando-se os ovos em uma peneira de malha fina (“voil”). Em seguida, os ovos receberam um tratamento com solução de sulfato de cobre (CuSO_4) a 1%, durante 5 minutos e, a seguir, colocadas sobre um papel para secar. Posteriormente, foram transferidos para placas de Petri forradas com papel de filtro tratado com CuSO_4 e umedecido com água destilada. Em seguida, as placas de Petri foram fechadas com uma tampa de mesmo diâmetro e vedadas com filme transparente de PVC (parafilme®) e fita adesiva. As placas contendo os ovos foram devidamente identificadas e mantidas em câmara climatizada regulada à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, até a eclosão das larvas.

3.2 Biologia em laboratório

3.2.1 Adaptação da metodologia de criação

O sistema de criação empregado para as fases imaturas foi baseado na metodologia desenvolvida por Ávila (1999), para a criação de *D. speciosa*. Foram comparados dois tratamentos com nove repetições; o primeiro, com plântulas de soja (cultivar ‘FT 109’) e outro com plântulas de feijão (cultivar ‘Carioca’). Como substrato para o desenvolvimento das plântulas, utilizou-se vermiculita de textura média, esterilizada em estufa a 170°C por duas horas e cujas características físicas (porosidade, textura, etc.) propiciaram a manutenção da umidade. As sementes foram tratadas com fungicida Captan (1g/kg de sementes) e postas a germinar em recipientes de plástico, contendo vermiculita saturada com água destilada. Os recipientes de germinação, foram mantidos em laboratório a 25

$\pm 2^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 14 horas, até a emissão dos cotilédones (5 a 6 dias), momento adequado para a inoculação das larvas.

Para realizar a “inoculação”, foram utilizados recipientes de 13,5 cm de diâmetro por 8,0 cm de altura, desinfestados com álcool, contendo uma camada constituída de uma parte de vermiculita (25 g) para duas de água (50 g) (Figura 1 A). Sobre esta camada, foram colocadas plântulas de feijão ou soja e com o auxílio de um pincel foi realizada a “inoculação”, colocando-se as larvas próximas aos cotilédones, numa proporção de três larvas para cada plântula, totalizando 150 larvas/ recipiente (Figura 1 B). Sobre as plântulas, adicionou-se uma segunda camada, de composição semelhante à primeira, apenas dobrando-se a quantidade de vermiculita e água.

Próximo à fase de pré-pupa (10 dias após a “inoculação”), as larvas foram transferidas para um novo recipiente, chamado de recipiente de transferência, contendo alimento necessário para completar o desenvolvimento larval. A vermiculita serviu para manter a umidade e como local de formação da câmara-pupal. O preparo do recipiente de transferência foi semelhante ao da “inoculação”, sendo utilizado um conjunto de peneiras (Figura 1 C) e pincéis, para separar as larvas da vermiculita do resto de alimento. Após aproximadamente 14 dias, os adultos emergidos foram coletados com o auxílio de um aspirador, acoplado a um motor e, colocados na gaiola de criação, descrita no item 3.1.

Os recipientes de “inoculação” e transferência das larvas foram mantidos em laboratório a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas, até a emergência dos adultos.

Figura 1. Sistema de criação de *Cerotoma arcuatus*. (A) recipiente contendo a primeira camada de vermiculita; (B) recipiente contendo as plântulas para “inoculação”; (C) conjunto de peneiras utilizado para separar larvas da vermiculita e do alimento.

3.2.1.1 Parâmetros biológicos avaliados

O desenvolvimento de *C. arcuatus*, em feijoeiro e soja, foi avaliado medindo-se a duração e a viabilidade do período larva-adulto, além da capacidade de postura. A capacidade de postura das fêmeas, criadas em sua fase larval em soja e feijão, foi determinada nas temperaturas de 20, 25 e 30°C, mantendo-se a umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Os insetos adultos foram separados por sexo com base nas antenas (Figura 2). A fêmea apresenta a antena filiforme com os segmentos antenais normais, enquanto o macho apresenta uma modificação no terceiro e quarto segmentos. A seguir, casais individualizados foram colocados em gaiolas de acrílico, conforme Ávila (1999), totalizando 12 e 20 repetições, para feijoeiro e soja, respectivamente, números estes diferentes pelo fato da viabilidade em feijoeiro ter sido baixa, não permitindo a formação de 20 casais, número previamente estabelecido quando do planejamento experimental. No interior de cada gaiola, foi colocado um vidro com água, contendo folíolos de soja para alimentação, trocados quando perdiam a

turgescência; colocou-se também um local de postura com “gaze” de coloração preta, conforme 3.1, sendo os ovos coletados e contados de quatro em quatro dias.

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo os resultados dos parâmetros biológicos submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. No caso de avaliação da capacidade de postura, foram consideradas, para análise estatística, apenas as fêmeas que ovipositaram.

Escala 1:18

Figura 2. Características das antenas de fêmea (A) e macho (B) de *Cerotoma arcuatus*. As setas indicam as diferenças no 3º e 4º segmentos.

3.2.2 Determinação do consumo e do índice de preferência alimentar

Para se determinar o consumo de *C. arcuatus*, foram realizados testes de livre escolha e sem chance de escolha, utilizando-se folhas com a mesma idade fisiológica (5º – 6º folha emitida), de quatro hospedeiros: soja ('FT 109'), feijoeiro ('Carioca'), caupi (variedade não identificada) e abóbora ('Caserta'). Os insetos utilizados nos testes foram deixados por 48 horas, alimentando-se de folhas de amendoimzeiro para evitar o condicionamento pré-imaginal. Os testes foram realizados em laboratório mantido à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas.

No teste de livre escolha, utilizaram-se placas de Petri de 15 cm de diâmetro por 2,0 cm de altura, com fundo de gesso coberto por papel filtro umedecido. Círculos foliares de $5,0\text{ cm}^2$, dos quatro hospedeiros, foram cortados com o auxílio de um vazador de rolha, dispostos aleatoriamente de maneira equidistante nas placas de Petri (arena). No centro das arenas, foram colocados dois casais de *C. arcuatus*. Após 24 horas, retiraram-se os adultos e procedeu-se à leitura da área remanescente dos círculos foliares, utilizando-se um medidor de área foliar (CI-203, da CID Incorporation), sendo o consumo determinado através da diferença entre a área inicial e a área não consumida.

No teste sem chance de escolha (confinamento), foram oferecidos quatro círculos foliares de apenas um hospedeiro alimentar, em cada placa. O procedimento de avaliação foi idêntico àquele descrito para o teste com chance de escolha.

Para se determinar o índice de preferência dos hospedeiros (soja, feijão, caupi e abóbora), instalou-se um experimento de dupla escolha, onde a soja foi considerada a planta padrão. Os círculos foliares foram colocados de forma

alternada em placas de Petri, contendo gesso e papel filtro umedecido com água destilada, para evitar desidratação dos círculos foliares durante a realização do experimento (24 horas). O número de insetos e a forma de avaliação foram semelhantes ao teste de livre escolha. O índice de preferência foi calculado segundo Kogan & Goeden (1970), através da fórmula:

$$C = 2A / (M + A),$$

onde:

C = Índice de preferência

A = Consumo da planta teste

M = Consumo da planta padrão

A interpretação dos resultados foi de acordo com o valor de C obtido, isto é:

$C > 1$ - A planta teste foi preferida pelo inseto com relação à planta padrão;

$C = 1$ - A planta teste é semelhante à planta padrão quanto a preferência;

$C < 1$ - A planta teste é menos adequada do que a planta padrão.

As folhas dos quatro hospedeiros (soja, feijão, caupi e abóbora), foram analisadas quimicamente no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP, utilizando-se a metodologia de Sarruge & Haag (1974), com o objetivo de se determinar o teor de nitrogênio para se estimar a quantidade de proteína bruta.

Os testes de consumo foliar com e sem chance de escolha foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos pelas espécies hospedeiras em estudo, num total de 20 repetições para cada teste. Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.3 Ritmo diário de postura

O ritmo diário de postura foi determinado com insetos criados no laboratório (F_1), conforme metodologia utilizada para a manutenção da criação, descrita no item 3.1. Realizou-se a contagem de ovos nos seguintes intervalos de tempo: 06:00 às 10:00, 10:00 às 14:00, 14:00 às 18:00, 18:00 às 20:00 e 20:00 às 06:00 horas, totalizando cinco períodos. Para obtenção das posturas utilizaram-se placas de Petri, contendo “gaze” de coloração preta.

O teste foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, constituído de cinco tratamentos (intervalos) e cinco repetições (dias de postura). Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.4 Efeito da temperatura no desenvolvimento de *Ceratomyia arcuatus*

3.2.4.1 Número de ínstar

O número de ínstar de *C. arcuatus* foi determinado mantendo-se os insetos em câmaras climatizadas, utilizando-se três temperaturas (20, 25 e 30°C), com umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Para isto, utilizou-se uma quantidade de recipientes adequados para a medição da cápsula cefálica, conforme o tempo necessário para o desenvolvimento larval em cada temperatura, pois os insetos eram medidos e eliminados diariamente. Assim, foram utilizados 20, 15 e 13 recipientes, nas temperaturas de 20, 25 e 30°C, respectivamente. Os recipientes foram preparados conforme descrito no item 3.2, utilizando-se plântulas de soja. Em cada recipiente foram “inoculadas” 30 larvas recém eclodidas. Diariamente, eram retiradas, de maneira cuidadosa para não danificar as demais, 12 larvas de um dos recipientes armazenados em cada

temperatura, para a medição da largura das cápsulas cefálicas. As lagartas eram mortas em álcool 70% e para a medição das cápsulas cefálicas, utilizou-se uma ocular micrométrica modelo WILD MMS235 acoplada a um microscópio estereoscópico. A medição foi realizada até a fase de pré-pupa, ou seja, quando apresentava forma curva característica. Para a determinação do número de ínstaes, em cada temperatura, utilizou-se a curva multimodal de frequências para as cápsulas cefálicas, na formulação das hipóteses a serem testadas no modelo linearizado da regra de Dyar, através do software Mobae (Modelos Bioestatísticos para a Entomologia) (Haddad et al., 1995).

3.2.4.2 Exigências térmicas

3.2.4.2.1 Fase de ovo

Para a determinação das exigências térmicas em laboratório foram criados insetos em sete câmaras climatizadas, reguladas a 18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32°C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Os ovos utilizados no experimento foram coletados conforme descrito no item 3.1 e distribuídos em placas de acrílico, com 6 cm de diâmetro x 2 cm de altura. As placas foram desinfestadas com álcool e forradas com papel de filtro umedecido, tratado com uma solução de CuSO_4 a 1% por 10 minutos. As placas contendo os ovos foram fechadas, vedadas com parafilme® e levadas às câmaras nas temperaturas anteriormente referidas, verificando-se diariamente a presença de lagartas eclodidas e tendo o cuidado de se manter a umidade adequada, adicionando-se água.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado no tempo com seis repetições, sendo cada uma delas constituída de 20 ovos de *C. arcuatus*. A partir dos resultados obtidos, determinou-se o limite térmico inferior de

desenvolvimento (T_b) e a constante térmica (K) pelo método da hipérbole (Haddad et al., 1999), utilizando-se o software Mobae.

3.2.4.2.2 Fases de larva, pré-pupa e pupa

Para a determinação das exigências térmicas das fases de larva, pré-pupa e pupa, foram criados insetos em câmaras climatizadas, reguladas nas mesmas condições térmicas descritas para a fase de ovo. Para o desenvolvimento larval utilizaram-se recipientes contendo vermiculita e plântulas de soja (item 3.2.1). Em cada recipiente foram colocadas 25 larvas, sendo diariamente realizadas observações para anotações da duração e viabilidade do período larva-adulto e para troca de alimento. O procedimento estatístico e a forma de determinação da temperatura base foram os mesmos utilizados no item 3.2.4.2.1.

3.3 Biologia em condições de semi-campo

3.3.1 Atividade diurna dos adultos

Para determinação da atividade diurna, os insetos foram amostrados no período das 08:00 às 18:00 horas, com intervalos de 2 horas entre amostragem, totalizando seis avaliações. Os insetos foram coletados na área experimental do Departamento de Fitotecnia, ESALQ/USP, entre os dias 3 e 11 de maio, fazendo-se amostragens em zigue-zague nas plantas de soja através de rede entomológica, visando a captura de adultos em voo nos diferentes horários, totalizando 200 "redadas" por amostragem.

Os espécimens capturados na rede foram transferidos para recipientes de plástico, com o auxílio de um aspirador e posteriormente, encaminhados ao

laboratório para contagem e separação por sexo, conforme descrito no item 3.2.1.1.

Os valores médios de insetos coletados em cada horário nas diferentes amostragens foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

3.3.2 Validação, no campo, do modelo de exigências térmicas obtido em laboratório

Para validar em semi-campo (telado) o modelo de exigências térmicas obtido em laboratório, foi instalado um experimento numa área com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 22°42'00" S, longitude 47°38'00" W e altitude de 520 metros. Soja da cultivar FT 109 foi plantada em 20 vasos de plástico com volume de 7 litros, contendo substrato constituído de solo, areia e esterco, numa proporção de 4:2:1 partes, respectivamente. Os vasos foram enterrados ao nível do solo para que a temperatura do solo, no interior dos vasos, representasse as condições naturais (Ávila, 1999). Quinze dias após a germinação, foi realizado o desbaste, deixando-se cinco plantas por vaso e em cada vaso foram colocados 200 ovos de *C. arcuatus*, com menos de 24 horas de idade, provenientes da criação estoque (3.1). Com o auxílio de um pincel fino os ovos foram colocados próximos ao caule a 5,0 cm de profundidade e cobertos com solo. As plantas foram regadas quando apresentavam sintomas de murchamento. Sobre os vasos enterrados foram colocadas gaiolas de plástico, revestidas com "voil" para permitir aeração e evitar a fuga dos insetos adultos quando emergissem. Assim que emergiram, os insetos foram contados, anotando-se o período ovo-adulto.

O tempo médio de desenvolvimento do período de ovo-adulto foi calculado através da média ponderada do número de insetos que emergiram diariamente.

A coleta dos dados de temperatura (solo e ar) foi realizada em estação meteorológica automática situada ao lado do lote experimental (Figura 3 A), escolhendo-se as temperaturas do solo e do ar por serem as mais representativa segundo Ávila (1999). Para se determinar a temperatura do solo, colocou-se em um dos vasos, com solo a 7,0 cm de profundidade (Waldbauer & Kogan, 1976), um termopar de cobre e constantan (Figura 3 B). A temperatura do ar foi medida por um termistor (marca Vaisala Inc. – modelo HMP45C), instalado a 2,0 m de altura (Figura 3 C), com os sinais sendo recebidos por um sistema de aquisição de dados (marca Campbell - modelo CR10), programado para realizar leitura a cada minuto e fornecer médias horárias e diárias.

As exigências térmicas para o desenvolvimento de *C. arcuatus* foram determinadas em função da temperatura do solo e do ar, efetuando-se o somatório diário dos graus-dia, a partir do limiar térmico inferior obtido em laboratório, conforme descrito no item 3.2.4.2.

As unidades térmicas acumuladas durante o período de desenvolvimento (ovo-adulto) em função da temperatura diária do solo e do ar foram comparadas com a constante térmica (K) obtida em laboratório, visando avaliar se o modelo de graus-dia é adequado às condições de campo e se é possível prever a ocorrência da praga. Para tal, foi determinado o intervalo de confiança ($P < 0,05$) (IC) para campo e laboratório, realizando-se a comparação entre os limiares térmicos de desenvolvimento do laboratório (com temperatura constante) e campo (com temperaturas flutuantes), com base na comparação destes IC, usando a técnica da sobreposição. Os intervalos de confiança para a constante térmica foram determinados através da equação de Réaumur, $K = D(T - T_b)$, onde foram utilizados os limites inferiores e superiores do intervalo de confiança da duração, na respectiva temperatura.

Figura 3. (A) Estação meteorológica automática utilizada para coleta de dados da temperatura do solo e da temperatura do ar. (B) Termopar de cobre-constantan revestido por borracha azul para medir a temperatura do solo. (C) Conjunto de sensores para medir a temperatura do ar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Biologia de *Cerotoma arcuatus* Olivier, 1791 em laboratório

4.1.1 Duração e viabilidade do período larva-adulto

A duração do período larva-adulto não foi influenciada pelo tipo de alimento utilizado (Tabela 1), sendo de 24,54 e 24,00 dias, quando se utilizou soja e feijoeiro, respectivamente. Entretanto, a viabilidade deste período foi significativamente afetada variando de 80%, quando *C. arcuatus* foi criado em soja, para 20% em plântulas de feijão (Tabela 1). Assim, como *Diabrotica speciosa* (Germar) tem como padrão plântulas de milho para criações em laboratório (Rimando et al. 1966), aparentemente, plântulas de soja são as mais adequadas para *C. arcuatus*. Os valores obtidos na presente pesquisa para o período larva-adulto em soja, foram próximos àqueles relatados por Heineck & Corseuil (1995) (21,17 dias a $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$) e aos de Herzog et al. (1974) que encontraram duração de 22,6 dias e viabilidade de 72%, para o inseto criado a 26°C .

Os valores obtidos em plântulas de feijão foram próximos aos relatados por Herzog et al. (1974) e bastante discrepantes daqueles apresentados por Gonzalez et al. (1982b) e Salas (1998).

Entretanto, além do substrato alimentar, a metodologia utilizada pode ser um fator limitante da criação, pois dependendo do substrato haverá um significativo efeito sobre a umidade dos recipientes, a qual irá determinar a incidência de microorganismos (fungos, bactérias, etc.) e até ácaros, que podem prejudicar a manutenção das plantas e, por conseguinte, afetar também os insetos.

Tabela 1. Duração e viabilidade do período larva-adulto de *Cerotoma arcuatus*, criado em dois substratos alimentares. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas.

Substrato alimentar	Duração (dias)	Viabilidade (%)
Soja	$24,54 \pm 0,11$ a	$80 \pm 2,36$ a
Feijão	$24,00 \pm 0,10$ a	$20 \pm 3,61$ b

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

4.1.2 Capacidade de postura

Não foi encontrada interação dos fatores temperatura e substrato alimentar ($F = 0,17$; $P = 0,84$), bem como, não foram observadas diferenças significativas de postura nas três temperaturas ($F = 0,38$; $P = 0,69$) e nos dois substratos alimentares ($F = 0,36$; $P = 0,55$), havendo uma variação entre tratamentos, de 518,5 a 636,5 ovos (Figura 4). Gonzalez et al. (1982a) obtiveram resultados bastante semelhantes, ou seja, 532 ovos por fêmea na espécie *Cerotoma facialis* Erickson, a 27°C e alimentada durante a fase larval e adulta com soja. Por outro lado, os resultados diferem daqueles relatados por Heineck & Corseuil (1995), que encontraram maior capacidade de postura para *Cerotoma arcuata tingomariana* Bechyné, a $26 \pm 2^\circ\text{C}$ e alimentados com soja, ou seja, média de 1880,6 ovos por fêmea. Esta diferença pode estar relacionada com a

metodologia empregada para a criação e teste de fecundidade, já que os autores citados utilizaram como gaiolas “mangas de vidro para lampião”, enquanto que no presente trabalho as gaiolas eram constituídas de “copos de acrílico”. Portanto, além de se tratarem de “strains” e gerações diferentes, as condições ambientais como espaço e luz podem ter interferido na biologia do inseto, pois o laboratório nem sempre reproduz o ambiente natural, condição fundamental para que o inseto se desenvolva de forma semelhante àquela da natureza (Singh & Moore, 1985).

Esta capacidade de *C. arcuatus* ovipositar igualmente na faixa de 20-30°C, justifica a sua distribuição geográfica no Brasil, já que é relatada desde regiões mais frias, como o sul do país (Link & Costa, 1978) até regiões mais quentes como o centro oeste, nordeste e norte (Vieira, 1988).

Figura 4. Número de ovos por fêmea de *Cerotoma arcuatus* (considerando somente as repetições cujas fêmeas realizaram postura), em três temperaturas (20, 25 e 30°C) e com alimentação na fase larval de plântulas de soja e feijão. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Colunas seguidas da mesma letra maiúsculas e minúsculas, as médias não diferem estatisticamente entre temperatura e hospedeiro, respectivamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em raiz de x.

Embora não tenha havido diferença estatística entre os substratos alimentares e as temperaturas, observou-se que a porcentagem de fêmeas que não realizaram postura foi maior nas temperaturas mais baixas (Tabela 2). Este resultado é de grande importância para criações de laboratório, indicando que os adultos deverão ser mantidos em temperaturas mais elevadas para maior rendimento de produção de insetos.

Tabela 2. Porcentagem de fêmeas que não realizaram postura, quando alimentadas com soja e feijoeiro, nas temperaturas de 20, 25 e 30°C. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

	20°C		25°C		30°C	
	Soja	Feijão	Soja	Feijão	Soja	Feijão
Porcentagem de fêmeas que não realizaram postura	45	33	25	33	10	0

Com relação ao ritmo de postura (Figuras 5 e 6), constatou-se que o comportamento foi semelhante para os insetos alimentados com soja e feijoeiro. Entretanto, a condição térmica afetou tal ritmo, observando-se um período de oviposição mais concentrado nas temperaturas de 30°C, com um pico entre o 36° e 48° dias de postura. A 25°C, tal pico ocorreu entre 50° e 70° dias. Por outro lado, a 20°C, as fêmeas realizaram postura de forma mais uniforme ao longo de todo o período de oviposição (Figuras 5 e 6). Estas diferenças estão ligadas ao fato do inseto adulto viver mais nas temperaturas mais baixas, onde ele apresenta uma menor atividade metabólica, e, portanto, não há necessidade de colocar os ovos no início da sua vida. Tal informação é muito importante para programas de criação massal, pois uma vez definido o pico de postura, ou mesmo onde se concentra a maior quantidade de posturas, a partir daí os insetos poderão ser eliminados, otimizando-se a criação através da redução de custos de produção.

Em última análise, a técnica desenvolvida na presente pesquisa, utilizando-se vermiculita e plântulas de soja, permite que se mantenha o inseto durante todo o ano em laboratório, agilizando as pesquisas com *C. arcuatus* nas diferentes áreas (biologia, ecologia, fisiologia, etc.) com vistas à racionalização do seu controle.

Figura 5. Ritmo de postura de *Cerotoma arcuatus*, alimentado durante a fase larval com plântulas de soja, nas temperaturas de 20, 25 e 30°C. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Figura 6. Ritmo de postura de *Cerotoma arcuatus*, alimentado durante a fase larval com plântulas de feijão nas temperaturas de 20, 25 e 30°C. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

4.1.3 Consumo e preferência alimentar

Pelo teste de livre escolha, observou-se que o consumo foliar de *C. arcuatus* variou de acordo com os hospedeiros (Figura 7). Assim, adultos de *C. arcuatus* consumiram área foliar semelhante em soja, feijoeiro e abóbora, o equivalente a 2,13; 2,02 e 1,71 cm², respectivamente. Para caupi, o consumo foi bastante reduzido, cerca de 0,77 cm² em 24 horas.

No teste de dupla escolha (Figura 8), onde se determinou o índice de preferência da planta padrão (soja) em relação às plantas testes (feijoeiro, abóbora e caupi), verificou-se que o consumo foliar de soja foi significativamente maior quando comparado com o de abóbora e caupi, e menor em relação ao feijoeiro. Isto demonstra a preferência de *C. arcuatus* por soja e feijoeiro, pois no teste de livre escolha não houve diferença significativa entre soja, feijoeiro e abóbora.

Resultados discrepantes foram obtidos em teste de livre escolha por Salas (1998) que determinou um maior consumo de *C. arcuatus* em soja perene e comum, em relação a feijoeiro e caupi. Talvez a variedade utilizada na presente pesquisa tenha levado às diferenças observadas. Segundo Zeiss et al. (1996) a alimentação dos insetos polípagos com a espécie hospedeira preferida aumenta a sua fecundidade; desta forma, o resultado encontrado na metodologia desenvolvida na presente pesquisa reforça o alto valor nutricional da soja como alimento para o desenvolvimento da fase larval e para o adulto de *C. arcuatus*. Estas informações básicas podem fornecer subsídios para o manejo de pragas, visando interromper o ciclo do inseto nas lavouras através da realização de rotação de culturas preferidas com espécies vegetais ou cultivares menos consumidas (Zeiss et al., 1996).

No teste de dupla escolha (Figura 9), comparando-se soja x feijoeiro, observou-se que o índice foi superior a um, indicando preferência de *C. arcuatus* por feijoeiro. Já quando se comparou soja x abóbora e soja x caupi o índice foi

inferior a um, demonstrando preferência do inseto pela soja. Baseando-se nesta informação, justifica-se a ocorrência desta praga em quantidades relativamente grandes, causando prejuízos econômicos nas culturas de soja (Heineck & Corseuil, 1995; Link & Costa, 1978) e feijoeiro (Vieira, 1988; Yokoyama, 1998). Apesar de *C. arcuatus* ser relatado muitas vezes como praga de caupi, verificou-se que o consumo nesta leguminosa, sempre foi inferior ao das outras culturas estudadas. Isto pode ser explicado em parte por serem populações (“strains”) de *C. arcuatus* da região sudeste, onde não se cultiva caupi, portanto, bem diferentes daquelas populações da região norte e nordeste, onde esta cultura tem importância significativa.

Figura 7. Consumo foliar (cm²) de soja, feijoeiro, abóbora e caupi, por adultos de *Ceratomyia arcuatus*, durante 24 horas em teste de livre escolha.

Temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas.

Colunas seguidas da mesma letra, as médias não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 8. Consumo foliar (cm²) de soja (planta padrão) e de feijoeiro, abóbora e caupi (plantas testes), por adultos de *Cerotoma arcuatus*, durante 24 horas, em teste de dupla escolha. Temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas.

Colunas seguidas da mesma letra, as médias não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.¹ Dados transformados em raiz ($X + K$).

Figura 9. Índices de preferência para adultos de *Cerotoma arcuatus*, em teste de dupla escolha, para cada planta teste (feijoeiro, abóbora e caupi) em relação à planta padrão (soja). Temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas.

Em relação aos dados do teste de consumo sem chance de escolha para *C. arcuatus*, também foi detectada diferença significativa na preferência do inseto em função do hospedeiro, com o menor consumo ocorrendo em caupi (Figura 10)

Figura 10. Consumo foliar (cm²) de abóbora, soja, feijão e caupi, por adultos de *Cerotoma arcuatus*, durante 24 horas, em teste sem chance de escolha.

Temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas.

Colunas seguidas da mesma letra, as médias não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Houve em geral, uma correlação entre os resultados obtidos no teste sem chance de escolha com os testes de livre escolha e os de dupla escolha, anteriormente citados. Entretanto, não houve correlação entre o teor de proteína bruta (Figura 11) presente no hospedeiro e o consumo de área foliar, pois o caupi contém a maior porcentagem de proteína e foi o vegetal menos consumido pelo inseto. Portanto, este parâmetro não é um bom elemento para se estabelecer uma relação com o consumo de área foliar pelo inseto. Provavelmente, parte desta proteína não está disponível ao inseto, disponibilidade esta que pode variar de vegetal para vegetal. Desta forma, para se saber realmente a disponibilidade

destas proteínas, são necessários estudos de consumo e utilização de alimento para esta espécie de inseto.

Figura 11. Porcentagem de proteína bruta¹ nas folhas de caupi (cultivar não identificada), feijoeiro ('Carioca'), soja ('FT 109') e abóbora ('Caserta').

¹ Obtido através da multiplicação da quantidade de nitrogênio (g kg^{-1}) por 0,625.

4.1.4 Ritmo diário de postura

O ritmo de postura de *C. arcuatus*, em laboratório, foi variável nos diferentes horários de avaliação (Figura 12). Assim, a postura foi predominante durante a noite, no intervalo das 20:00-06:00 horas, sendo baixa a porcentagem de ovos colocados durante o dia. No intervalo de coleta das 20:00-06:00 horas a quantidade de ovos colocados foi de 59,01%, diferindo estatisticamente da porcentagem obtida no intervalo das 18:00-20:00 horas, que correspondeu a 29,51%. Os valores obtidos nestes dois intervalos diferiram dos demais, em porcentagens de 3,27; 3,75 e 4,46% para os períodos de 06:00-10:00, 10:00-14:00 e 14:00-18:00, respectivamente. Apesar do intervalo entre as 20:00-06:00 horas ser mais longo, observou-se que a partir das 18:00 horas houve um aumento na

postura, quando comparado com os intervalos diurnos; desta maneira, estima-se que a maior parte da postura esteja concentrada nas primeiras horas da noite. Este comportamento de postura apresentado por *C. arcuatus* é diferente daquele observado por Milanez (1995) para *D. speciosa*, em que, as posturas concentraram-se no período das 14:00-18:00 horas. Embora as espécies estudadas sejam diferentes, sempre o fotoperíodo exerceu grande influência sobre o comportamento de oviposição destes crisomelídeos. Esta informação pode ser de fundamental importância para criações em laboratório, já que no período de maior postura, deve-se evitar a manipulação do inseto com a troca de alimento, limpeza da gaiola e coleta de ovos do substrato. No caso de *C. arcuatus*, como a postura é predominantemente noturna, não há necessidade de tal preocupação.

Figura 12. Ritmo diário de postura de *Cerotoma arcuatus* em laboratório.

Temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas.

Colunas seguidas da mesma letra, as médias não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em $\text{Log}(X + K)$.

4.1.5 Influência da temperatura

4.1.5.1 Número de ínstaes

O número de ínstaes de *C. arcuatus* foi constante e igual a três, nas temperaturas estudadas (20, 25 e 30°C) (Tabela 3), sendo a mudança de ínstar muito bem caracterizada pelos “picos” definidos de larguras de cápsulas cefálicas (Figura 13). Três ínstaes têm sido relatados para outras espécies do gênero *Cerotoma* (Gonzalez et al., 1982b; Heineck, 1993) e para *Diabrotica* spp. (Gonzalez et al., 1982b; Milanez, 1995; Silva-Werneck et al., 1995). Em todas as temperaturas, os valores médios da largura das cápsulas cefálicas para os 3 ínstaes foram semelhantes e constantes (Tabela 3), sendo próximos de 0,22; 0,33 e 0,48 mm para o primeiro, segundo e terceiro ínstaes, respectivamente. Estes dados se assemelham aos valores obtidos por Gonzalez et al. (1982b) para *C. facialis* e diferem dos valores apresentados por Heineck (1993) para *C. a. tingomariana*, onde os valores foram superiores àqueles encontrados no presente trabalho.

Em todas as temperaturas, pôde-se observar que o crescimento da cápsula cefálica das larvas seguiu à regra de Dyar, estando os valores da razão de crescimento (1,48; 1,40 e 1,47; para 20, 25 e 30°C, respectivamente) (Tabela 4) entre 1,1 e 1,9, valores preconizados pelo referido autor. O coeficiente de correlação foi de 1,000 para as três temperaturas, portanto, com alto grau de confiabilidade (Tabela 4).

Tabela 3. Largura média da cápsula cefálica, constante de Dyar e coeficiente de correlação de *Cerotoma arcuatus*, criado em plântulas de soja e em três temperaturas. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Temperatura (°C)	Largura média da cápsula cefálica (mm)			Constante de Dyar (K)	Coeficiente de correlação (R ²)
	1º ínstar	2º ínstar	3º ínstar		
20	0,21783	0,33555	0,49747	1,4825	1,000
25	0,21722	0,33596	0,47159	1,4037	1,000
30	0,22000	0,32766	0,48302	1,4741	1,000

A duração dos ínstaes em *C. arcuatus* foi afetada pela temperatura (Tabela 4). Portanto a 30°C houve um encurtamento dos três ínstaes, diferindo, estatisticamente, da duração dos ínstaes observados nas temperaturas de 25 e 30°C, tendo como reflexo uma menor duração da fase larval. É interessante ressaltar que esta tendência não foi observada no segundo ínstar para a temperatura de 20°C, que apresentou uma menor duração, diferindo estatisticamente do segundo ínstar, nas temperaturas de 25 e 30°C. Não foi encontrada uma causa que possa explicar esta curta duração do segundo ínstar a 20°C, já que a metodologia utilizada foi a mesma. Gonzalez et al. (1982b) e Heineck & Corseuil (1995) determinaram para *C. facialis* e *C. a. tingomariana*, respectivamente, valores de duração, semelhantes aos encontrados a 25°C, no presente trabalho.

Figura 13. Curva de distribuição de freqüência de largura de cápsulas cefálicas de *Cerotoma arcuatus*, nas temperaturas de 20°C (A), 25°C (B) e 30°C (C). As setas indicam os ínstaes. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Tabela 4. Duração média dos ínstaros de *Cerotoma arcuatus* em três temperaturas. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Temperatura (°C)	Duração (dias)			Total
	1º instar	2º instar	3º instar	
20	7,06±0,01 a	2,40±0,03 b	6,50±0,02 a	16,01±0,43 a
25	3,60±0,17 b	3,60±0,01 a	4,60±0,02 b	11,92±0,33 b
30	2,00±0,00 c	3,13±0,03 a	2,86±0,03 c	09,03±0,54 c

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

4.1.5.2 Exigências térmicas

4.1.5.2.1 Fase de ovo

A duração do período embrionário de *C. arcuatus* foi influenciada pela temperatura. Este período variou de 22,15 a 5,97 dias, entre 18 e 32°C, respectivamente, sendo decrescente nesta faixa, embora não tenha ocorrido diferença estatística entre os valores obtidos a 28, 30 e 32°C (Tabela 5).

Esta tendência registrada no presente trabalho foi, de forma geral, semelhante àquela observada para *D. speciosa* (Milanez & Parra, 2000a) e para *Cerotoma trifurcata* (Forster) por Zeiss et al. (1996).

A viabilidade dos ovos variou de 68,64 a 81,02%, na faixa térmica estudada, não sendo registrada diferença estatística entre temperaturas. Porém estes resultados não mostram relação constante com a variação da temperatura, haja vista que a 25 e 30°C a viabilidade foi de 82,22 e 81,02%, respectivamente. Esta diferença numérica nos resultados pode estar relacionada à falta de controle das fêmeas coletadas no campo, que se apresentavam com idades variáveis e, para a determinação da viabilidade, os ovos foram colocados por estas fêmeas. A 25°C, a viabilidade foi semelhante ao resultado obtido por Heineck & Corseuil

(1995) e superior ao de Gonzalez & Cardona (1979), que obtiveram uma viabilidade de 61,1% para *C. facialis*.

Tabela 5. Duração média do período embrionário e viabilidade dos ovos de *Cerotoma arcuatus*, em diferentes temperaturas. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Temperatura (°C)	Duração (dias)	I.V.*	Viabilidade (%)
18	22,15 $\pm$ 0,86 a	18-28	68,64 $\pm$ 05,16 a
20	18,78 $\pm$ 0,87 b	17-24	69,37 $\pm$ 04,82 a
22	12,63 $\pm$ 0,92 c	9-18	72,23 $\pm$ 04,88 a
25	9,27 $\pm$ 0,58 d	7-13	82,22 $\pm$ 04,99 a
28	7,73 $\pm$ 0,29 de	7-10	79,89 $\pm$ 02,78 a
30	6,13 $\pm$ 0,19 e	5-8	78,16 $\pm$ 06,99 a
32	5,97 $\pm$ 0,21 e	5-7	81,02 $\pm$ 02,98 a

* Intervalo de variação.

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

A velocidade de desenvolvimento, em função da temperatura, ajustou-se ao modelo linear obtido através da recíproca da equação da hipérbole (Figura 14).

Para a fase de ovo, a temperatura base e a constante térmica foram de 13,64°C (Tb) e 106,65 graus-dia (GD), respectivamente (Tabela 7 e Figura 14), com um alto coeficiente de determinação (R^2) (98,61%), o qual oferece confiabilidade aos resultados obtidos (Tabela 7). O valor da temperatura base, diferiu para outras espécies de crisomelídeos, como *Diabrotica*, sendo superior

aos 12,7°C apresentados para *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Levine et al., 1992), 10°C para *Diabrotica longicornis* (Say) (Chiang & Sisson, 1968), 10,2°C para *Diabrotica barbieri* Smith & Lawrence (Woodson & Jackson, 1996) e 11,1°C para *D. speciosa* (Milanez & Parra, 2000a). Desta forma, a quantidade de graus-dia encontrado foi inferior aos valores dos trabalhos citados anteriormente, sendo o mais próximo o de 119,1 graus-dia, para *D. speciosa* (Milanez & Parra, 2000a).

4.1.5.2.2 Período larva-adulto

Para o período larva-adulto de *C. arcuatus*, verificou-se, como para o período embrionário, que a duração variou em função da temperatura (Tabela 6). Houve uma diminuição no período larva-adulto com a elevação da temperatura, dentro do intervalo de 18 a 32°C, sendo que nesta faixa todos os valores obtidos diferiram estatisticamente entre si. Esta tendência, também foi observada por Zeiss et al. (1996) para a espécie *C. trifurcata*, embora os autores tenham constatado que a 32°C, o período de desenvolvimento foi superior a temperatura de 30°C, mostrando que a partir de 30°C, começa a haver problemas com elevação térmica no desenvolvimento de *C. trifurcata*.

As viabilidades para as temperaturas extremas (18 e 32°C) apresentaram-se baixas (38,33 e 35,33%, respectivamente), sendo observado um alto percentual de insetos com as asas deformadas, especialmente na temperatura de 18°C. Na faixa de 20 a 30°C os valores encontrados estiveram entre 56,83 a 77,67 sem diferirem estatisticamente entre si.

Tabela 6. Duração média e viabilidade do período larva-adulto de *Cerotoma arcuatus*, em diferentes temperaturas. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Temperatura (°C)	Duração (dias)	I.V.*	Viabilidade (%)
18	43,17 $\pm$ 0,31 a	42-45	38,33 $\pm$ 04,02 bc
20	32,33 $\pm$ 0,21 b	31-34	56,83 $\pm$ 06,16 ab
22	30,33 $\pm$ 0,33 c	30-32	68,33 $\pm$ 04,63 a
25	23,16 $\pm$ 0,16 d	23-24	77,67 $\pm$ 02,65 a
28	20,33 $\pm$ 0,33 e	20-22	68,83 $\pm$ 04,66 a
30	18,67 $\pm$ 0,42 f	18-19	59,00 $\pm$ 04,78 ab
32	16,83 $\pm$ 0,48 g	16-18	35,33 $\pm$ 05,40 c

* Intervalo de variação.

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

A temperatura base e a constante térmica para o período de larva-adulto foram de 8,32°C e 399,44 GD, respectivamente (Tabela 7). Esses resultados demonstraram que a temperatura base foi muito inferior àquela de ovo indicando que o período embrionário pode apresentar algum fator de resistência, nos meses mais frios e secos do ano. Embora as espécies estudadas sejam diferentes, estes valores de temperatura base e constante térmica diferiram dos resultados apresentados por Milanez & Parra (2000a) para *D. speciosa*, ou seja, de 10,9°C e 355,9 graus-dia, respectivamente. A equação da velocidade de desenvolvimento e o alto valor do coeficiente de determinação (99,22) conferem confiabilidade aos dados (Tabela 7).

Determinou-se para o ciclo biológico (ovo-adulto), um valor de 10,65°C para o limite térmico inferior de desenvolvimento e 489,02 GD para a constante térmica (Tabela 7). Estes valores se encontram próximos daqueles relatados por Zeiss et al. (1996) para *C. trifurcata* criado em caupi e, diferente dos valores quando os insetos foram alimentados com plântulas de soja.

Tabela 7. Temperatura base (Tb), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R^2) das diferentes fases do ciclo biológico de *Cerotoma arcuatus*.

Fase / Período	Temperatura base (°C)	Constante térmica (GD)	Equação (1/D)	Coeficiente de determinação (%)
Ovo	13,64	106,65	$Y = 0,0094x - 0,1279$	98,61
Larva-adulto	8,32	399,44	$Y = 0,0025x - 0,0208$	99,22
Ovo-adulto	10,65	489,02	$Y = 0,0020x - 0,0213$	99,77

Figura 14. Curva de velocidade de desenvolvimento para a fase de ovo (A), período larva-adulto (B) e do ciclo biológico (ovo-adulto) (C) de *Cerotoma arcuatus*, criado em plântulas de soja e em diferentes temperaturas. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

4.2 Biologia de campo

4.2.1 Atividade diurna de *C. arcuatus*

Não foi encontrada interação dos fatores sexo e horário de captura ($F = 0,62$; $P = 0,68$), sendo, porém, encontrada diferença significativa entre sexo ($F = 14,75$; $P = 0,0005$) e horário de captura ($F = 22,62$; $P = 0,0001$) quando a atividade dos adultos foi estudada no campo. A quantidade de fêmeas e machos diferiu estatisticamente, sendo encontrado um maior número de fêmeas do que de machos (Figura 15). O número médio de adultos de *C. arcuatus* (machos e fêmeas) amostrados variou significativamente de acordo com o horário da coleta durante o dia (Figura 16). Os maiores valores de captura foram observados das 14:00 às 18:00 horas, que deve representar o período de maior atividade dos adultos no campo. Este comportamento parece ser variável entre crisomelídeos, pois para *D. speciosa*, em lavouras de milho, foi registrada maior atividade entre as 17:00 e 19:00 horas (Nava et al., 1999). Isard et al. (2000) verificaram que a maior atividade de vôo de *D. v. virgifera* em campos de soja concentrava-se pela manhã, das 07:00 as 11:00 horas e no final da tarde, das 17:00 às 19:00 horas, argumentando que a atividade de vôo foi influenciada pelas condições meteorológicas como radiação solar, temperatura do ar e velocidade do vento. Os dados obtidos no presente trabalho podem ser utilizados para orientar sobre o período do dia em que se deve fazer a coleta de adultos desta praga para criações e/ou pesquisas de laboratório, bem como para sugerir sobre o horário de controle do inseto através da aplicação de inseticidas, já que nos períodos de maior atividade, o inseto ficaria mais exposto, proporcionando uma melhor eficiência de controle.

Figura 15. Porcentagem de fêmeas e de machos de *Cerotoma arcuatus* coletados em lavouras de soja. Piracicaba, SP.

Colunas seguidas da mesma letra, as médias não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em Log (X + K).

Figura 16. Porcentagem de fêmeas e machos (total) de *Cerotoma arcuatus* coletados em lavoura de soja, nos diferentes horários do dia. Piracicaba, SP.

Colunas seguidas da mesma letra, as médias não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em Log (X + K).

4.2.2 Validação, no campo, do modelo de exigências térmicas obtido em laboratório

O somatório de graus-dia, obtido a partir da temperatura do solo e do ar, para determinação das exigências térmicas do período ovo-adulto de *C. arcuatus* em campo foi ligeiramente superior à quantidade de graus-dia estimada (determinada em laboratório) (Figura 17).

Desta forma, o total de graus-dia acumulado em condições de campo, tendo por base a temperatura do ar e a temperatura do solo foi de 507,44 e 537,34, respectivamente (Tabela 8). Quando se comparou o modelo de exigências térmicas obtido no laboratório, em que a quantidade de graus-dia foi de 482,02, com o modelo de campo, baseado na temperatura do ar, foi encontrada uma diferença de 3,77% ou 18,42 graus-dia acima do valor estimado. Por outro lado, o modelo baseado na temperatura do solo registrou uma diferença de 9,88% ou 48,32 graus-dia, acima do estimado em laboratório.

Com relação à validação do modelo de exigências térmicas obtido em laboratório, baseado no modelo linear $Y = 0,0020X - 0,0213$ determinado no item 4.1.5.2, verificou-se que ambas as temperaturas (ar e solo), são adequadas para a previsão de ocorrência de adultos de *C. arcuatus*. Os intervalos de confiança calculados (Figura 18) para os modelos de campo (ar e solo) se sobrepõem no mínimo a um ponto no intervalo de confiança do modelo observado em laboratório, indicando uma adequação do modelo.

Figura 17. Valores de graus-dia observados para o período de desenvolvimento (ovo-adulto) de *Cerotoma arcuatus*, em função das temperaturas do ar e do solo, comparadas ao valor de graus-dia estimado em laboratório. Piracicaba, SP, no período de 12-05 a 29-07-00.

Tabela 8. Graus dia (GD) acumulados para o desenvolvimento (ovo-adulto) de *Cerotoma arcuatus*, com base nas temperaturas do ar e do solo, com seus respectivos desvios (erros) dos valores observados em relação ao valor estimado. Piracicaba, SP, no período de 12-05 a 29-07-00.

Condição térmica	Graus-dia (GD)		Diferença	
	Estimado	Observado	GD	%
Temperatura do ar	489,02	507,44	18,42	3,77
Temperatura do solo	489,02	537,34	48,32	9,88

Figura 18. Intervalo de confiança (IC) ($p < 0,05$) dos graus-dia estimados para a emergência dos adultos de *Cerotoma arcuatus* (ovo-adulto) com temperaturas constantes e dos graus-dia observados para a emergência do inseto em função das temperaturas médias do ar e do solo com temperaturas flutuantes. Piracicaba, SP.

O valor de graus-dia, anteriormente relatado, com base na temperatura média do ar, correspondeu a uma duração do período ovo-adulto (61,82 dias) (Tabela 9), inferior ao mesmo período, determinado em laboratório, cuja duração, foi de 64,62 dias; havendo, portanto, uma diferença, para menos, de 2,80 dias ou de 4,33%. Esta diferença também foi observada, quando se utilizou a temperatura média do solo, de modo que, a duração do período ovo-adulto (60,15 dias), foi mais curta quando comparada com a duração no laboratório (64,62 dias), correspondendo uma diferença, para menos, de 4,47 dias ou 6,92%. Assim, o período de desenvolvimento baseado na temperatura do ar para o acúmulo dos graus-dia, foi mais próximo ao estimado em laboratório, do que o mesmo período baseado na temperatura do solo.

Tabela 9. Períodos médios de desenvolvimento (ovo-adulto) estimado e observado para *Cerotoma arcuatus*, com base nas temperaturas do ar e do solo, com seus respectivos desvios (erros). Piracicaba, SP, no período de 12-05 a 29-07-00.

Condição térmica	Período de desenvolvimento (dias)		Diferença	
	Estimado	Observado	Dias	%
Temperatura média do ar	64,62	61,82	2,80	4,33
Temperatura média do solo	64,62	60,15	4,47	6,92

Os resultados demonstram que além da sobreposição do intervalo de confiança há uma confiabilidade do modelo, quando se leva em conta o critério de precisão, pois, segundo Higley et al. (1986), modelos de graus-dias com até 15% de erro podem ser utilizados para definir estratégias de controle.

Normalmente, a validação dos modelos de exigências térmicas obtidos no laboratório para crisomelídeos, tem sido realizada no campo através da temperatura do solo e do ar. Adequação dos modelos em campo foi verificada por Davis et al. (1996) onde ambas as temperaturas (ar e solo), mostraram-se adequadas para a previsão de ocorrência de *D. v. virgifera* e *D. barberi* em lavouras de milho dos EUA, havendo modelos específicos para cada região. Resultado semelhante também foi relatado por Elliott et al. (1990) para as mesmas espécies. Por outro lado, a inadequação dos modelos, baseando-se na temperatura do ar foi relatada por Bergman & Turpin (1986), que constataram ser a temperatura do solo a mais adequada para previsão de ocorrência de *D. v. virgifera* e *D. barberi*. Ávila (1999) testou o modelo de graus-dia, obtido em laboratório, para determinar a ocorrência de *D. speciosa* em milho, constatando uma melhor adequação da temperatura do solo em relação à do ar, embora não tenha encontrado sobreposição dos intervalos de confiança para o período médio

de desenvolvimento (ovo-adulto). Esta diferença entre os modelos de exigências térmicas determinada em laboratório e campo, para o desenvolvimento das fases imaturas dos insetos, deve-se ao fato de que em laboratório a temperatura é constante e em campo as temperaturas (solo e ar) são flutuantes, interferindo nos processos biológicos, que podem não ser instantâneos em função da temperatura ambiente (Sharpe & DeMichele, 1977). Ávila (1999) relatou que além da temperatura outros fatores bióticos e abióticos podem interferir no desenvolvimento de *D. speciosa*, e, conseqüentemente, no cálculo de exigências térmicas, havendo necessidade de se reproduzirem os experimentos de laboratório da forma mais semelhante às condições em que os organismos se desenvolvem naturalmente.

A maior parte dos modelos de campo em que se utiliza a temperatura do solo para determinação das exigências térmicas é adequada para tomada de decisão no manejo integrado de pragas, diferentemente dos modelos em que se utiliza a temperatura do ar. Esta diferença, talvez esteja ligada à maior variação de temperatura do ar em relação à temperatura do solo, que permanece mais estável ao longo do tempo. Um outro fator que pode interferir na comprovação destes modelos é a época de realização do experimento, já que o modelo testado para *C. arcuatus* foi conduzido durante os meses mais frios (maio-julho). Desta forma, há necessidade de se validar tais modelos em diferentes épocas do ano para estes ajustes mencionados.

5 CONCLUSÕES

1. O sistema de criação de *Cerotoma arcuatus* Olivier, 1791 em vermiculita e plântulas de soja é mais adequado do que o sistema de criação que utiliza plântulas de feijão;
2. A duração do período larva-adulto de *C. arcuatus* é semelhante em plântulas de soja e de feijão;
3. A viabilidade do período larva-adulto é menor quando *C. arcuatus* é criado em plântulas de feijão em relação à soja;
4. A capacidade de postura de *C. arcuatus* não é afetada pelo substrato alimentar utilizado na fase larval e nem pelas temperaturas de 20, 25 e 30°C;
5. Na faixa de 20 - 30°C, há um aumento da porcentagem de fêmeas de *C. arcuatus* que não realizaram postura com o incremento térmico;
6. Adultos de *C. arcuatus* têm preferência por folhas de soja, feijão e abóbora em relação a caupi;
7. A concentração do período de postura é variável com a temperatura, sendo mais concentrada na mais elevada;

8. A postura de *C. arcuatus* é realizada, predominantemente, à noite;
9. O número de instares de *C. arcuatus* é constante e igual a três, independente da temperatura;
10. O limiar térmico inferior de desenvolvimento para a fase de ovo, períodos larva-adulto e ovo-adulto é de 13,64; 8,32 e 10,65°C, respectivamente;
11. As constantes térmicas da fase de ovo, períodos larva-adulto e ovo-adulto são de 106,65; 399,44 e 489,02 graus-dia, respectivamente;
12. A maior atividade de adultos de *C. arcuatus* é no período da tarde, com predominância de machos;
13. O modelo de exigências térmicas obtido em laboratório é válido para a previsão de ocorrência de *C. arcuatus*, no campo;
14. Tanto a temperatura do ar como a do solo, são adequadas para a previsão de ocorrência de *C. arcuatus* no campo, embora os resultados, a partir da temperatura do ar, sejam mais próximos daquele obtido em laboratório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU NETO, J.R.M.V. Produção de ovos de *Cerotoma arcuata* (Olivier) (Coleoptera: Chrysomelidae): efeito de cor do substrato e fotoperíodo. Viçosa, 1999. 52p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- APPLE, J.W., WALGENBACH, E.T.; KNEE, W.J. Thermal requirements for northern corn rootworm egg hatch. **Journal of Economic Entomology**, v. 64, p. 853-856, 1971.
- ÁVILA, C.J. Técnicas de criação e influência do hospedeiro e da temperatura no desenvolvimento de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). Piracicaba, 1999. 103p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- ÁVILA, C.J.; TABAI, A.C.P.; PARRA, J.R.P. Comparação de técnicas para criação de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) em dietas natural e artificial. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 257-267, 2000.
- BERGMAN, M.K.; TURPIN, F.P. Phenology of field populations of corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae) relative to calendar date and heat units. **Environmental Entomology**, v. 15, p. 109-112, 1986.

- BOITEAU, J.R.; BRANDLEY, JÚNIOR.; VAN DUYN, J.W. Bean leaf beetle: flight and dispersal behavior. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 72, n. 2, p. 298-302, 1979.
- BRANSON, T.F.; JACKSON, J.J.; SUTTER, G.R. Improved method for rearing *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 81, n. 1, p. 410-414, 1988.
- CARDONA, C.; GONZALEZ, R.; SCHOONHOVEN, A.V. Evaluation of damage to common beans by larvae and adults of *Diabrotica balteata* and *Cerotoma facialis*. **Journal of Economic Entomology**, v. 75, n. 2, p. 324-327, 1982.
- CHALFANT, R.B.; MITCHELL, E.R. Some effects of food and substrate on oviposition of the spotted cucumber beetle. **Journal of Economic Entomology**, v. 60, p. 1010-1012, 1967.
- CHIANG, H.C.; SISSON, V. Temperature relationships of the development of northern corn rootworm eggs. **Journal of Economic Entomology**, v. 61, n. 5, p. 1406-1410, 1968.
- COSTA, C.L.; KITAJIMA, E.W.; SANTOS, A.A.; MESQUITA, R.C.M.; FREIRE-FILHO, F.R. *Cerotoma arcuata* (Oliv.) um crisomelídeo vector do mosaico da *Vigna* do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 3, p. 81-82, 1978.
- DAVIS, P.M.; BRENES, N.; ALLEE, L.L. Temperature dependent model to predict regional differences in corn rootworm, (Coleoptera: Chrysomelidae) phenology. **Environmental Entomology**, v. 25, n. 4, p. 767-775, 1996.

- DOMINIQUE, C.R.; YULE, W.N. Laboratory rearing technique for the northern corn rootworm, *Diabrotica longicornis* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Canadian Entomologist**, v. 115, n. 5, p. 569-571, 1983a.
- DOMINIQUE, C.R.; YULE, W.N. Threshold temperature and thermal constant for egg development of northern corn rootworm, *Diabrotica longicornis* (Coleoptera: Chrysomelidae). **The Canadian Entomologist**, v. 115, p. 1051-1052, 1983b.
- ELLIOTT, N.C.; JACKSON, J.J.; GUSTIN, R.D. Predicting western corn rootworm, beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) emergence from the soil using soil or air temperature **The Canadian Entomologist**, v. 122, p. 1079-1091, 1990.
- FAZOLIN, M. Levantamento dos insetos e flutuação populacional das pragas que ocorrem na cultura do caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp., em Rio Branco (AC) **Turrialba**, v. 45, p. 137-142, 1995.
- FERNANDES, P.M. Influência da temperatura, umidade relativa do ar e dose na eficiência de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. sobre *Cerotoma arcuata* Oliv. (Col.: Chrysomelidae). Piracicaba, 1986. 68p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- FISHER, J.R.; JACKSON, J.J.; SUTTER, G.R.; BRANSON, T.F. Influence of adult diet on damage to corn by larvae of the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 79, p. 114-115, 1986.

- FRANCO, A.A.; NEVES, M.C. Fatores limitantes à fixação biológica de nitrogênio. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. cap.16, p.225-232.
- GEORGE, B.W.; ORTMAN, E.E. Rearing the western corn rootworm in the laboratory. **Journal of Economic Entomology**, v. 58, n. 2, p. 375-377, 1965.
- GONZALEZ, R.; CARDONA, C. Biología de *Cerotoma facialis* como plaga del frijol común, *Phaseolus vulgaris* L. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 5, p. 3-8, 1979.
- GONZALEZ, R.; CARDONA, C.; VAN SCHOONHOVEN, A. Evaluacion de los daños causados en frijol por larvas y adultos de los crisomelidos *Diabrotica balteata* LeConte y *Cerotoma facialis* Erickson **Turrialba**, v. 32, n. 4, p. 433-439, 1982a.
- GONZALEZ, R.; CARDONA, C.; VAN SCHOONHOVEN, A. Morfología y biología de los crisomelidos *Diabrotica balteata* LeConte y *Cerotoma facialis* Erickson como plagas del frijol comun. **Turrialba**, v. 32, n. 3, p. 257-264, 1982b.
- HADDAD, M.L.; MORAES, R.C.B.; PARRA, J.R.P. Sistema computadorizado para modelos bioestatísticos aplicados à entomologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., Caxambu, 1995. **Resumos**. Caxambu: SEB, 1995. p. 244.

- HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P.; MORAES, R.C.B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos.** FEALQ, 1999. 29p.
- HEINECK, M.A. Ciclo vital, consumo alimentar, flutuação populacional de *Cerotoma arcuata tingomariana* (Bechyné, 1951) (Col., Chrysomelidae) em soja (*Glycine Max* (L.) Merrill). Porto Alegre, 1993. 87p. Tese (Doutorado). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- HEINECK, M.A.; CORSEUIL, E. Ciclo vital e consumo alimentar de adultos de *Cerotoma arcuata tingomariana* Bechyné, (Coleoptera: Chrysomelidae) em soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.24, n. 3, p.579-586, 1995.
- HERZOG, D.C.; EASTMAN, C.E.; NEWSOM, L.D. Laboratory rearing of the bean leaf beetle. **Journal of Economic Entomology**, v.67, n. 6, p. 794-795, 1974.
- HEYER, W.; CABALLERO GRANDE, R.; CRUZ, B. Área foliar consumida por crisomelidos en frijol. **Ciencias de la Agricultura**, v. 39, p. 39-43, 1990.
- HEYER, W.; CRUZ, B.; CHIANG LOK, M.L. Comportamiento y preferencia de los adultos de *Diabrotica balteata*, *Andrector ruficornis*, *Systema basalis* (Coleoptera: Chrysomelidae) y *Empoasca fabae* (Homoptera: Cicadellidae), en frijol. **Ciencias de la Agricultura**, v. 27, p. 61-70, 1986.
- HIGLEY, L.G.; PEDIGO, L.P.; OSTLIE, K.R. DEGDAY: a program for calculating degree-days, and assumptions behind the degree-day approach. **Environmental Entomology**, v. 15, p. 999-1016, 1986.

- HOLCOMB, C.E.; FULTON, J.P. Rearing the bean leaf beetle, *Cerotoma trifurcata*, for plant virus vector studies. **Plant Disease Reporter**, v. 62, n. 1, p. 12-14, 1978.
- HUNT, T.E.; HIGLEY, L.G.; WITKOWSKI, J.F. Soybean growth and yield after simulated bean leaf beetle injury to seedlings. **Agronomy Journal**, v. 86, p. 140-146, 1994.
- ISARD, S.A.; SPENCER, J.L.; NASSER, M.A.; LEVINE, E. Aerial movement of western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae): diel periodicity of flight activity in soybean fields. **Environmental Entomology**, v. 29, n. 2, p. 226-234, 2000.
- JACKSON, J.J.; DAVIS, D.G. Rearing western corn rootworm larvae on seedling corn (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 51, n. 3, p. 353-355, 1978.
- JACKSON, J.J.; ELLIOTT, N.C. Temperature-dependent development of immature stages of the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, v. 17, n. 2, p. 166-171, 1988.
- JEFFORDS, M.R.; HELM, C.G.; KOGAN, M. Overwintering behavior and spring colonization of soybean by the bean leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in Illinois. **Environmental Entomology**, v. 12, n. 5, p. 1459-1463, 1983.
- KIRK, V.M.; CALKINS, C.O.; POST, F.J. Oviposition preferences of western corn rootworms for various soil surface conditions. **Journal of Economic Entomology**, v. 61, n. 5, p. 1322-1324, 1968.

- KOGAN, M.; GOEDEN, R.D. The host-plant range of *Lema trilineata daturaphila* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 63, n. 4, p. 1175-1180, 1970.
- LAWSON, D.E.; WEEKMAN, G.T. A method of recovering eggs of the western corn rootworm from the soil. **Journal of Economic Entomology**, v. 59, n. 3, p. 657-659, 1966.
- LAYTON, M.B.; BOETHEL, D.J. Reduction in N₂ fixation by soybean in response to insect-induced defoliation. **Journal of Economic Entomology**, v. 80, p. 1319-1324, 1987.
- LEITE, L.G.; LARA, F.M. Flutuação populacional de insetos e inimigos naturais associados a cultura da soja em Jaboticabal, SP. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.14, n. 1, p.46-57, 1985.
- LEVINE, E.; OLOUMI-SADEGHI, H.; ELLIS, C.R. Thermal requirements, hatching patterns, and prolonged diapause in western corn rootworm, (Coleoptera: Chrysomelidae) eggs. **Journal of Economic Entomology**, v. 85, n. 6, p. 2425-2432, 1992.
- LINK, D.; COSTA, E.C. Danos causados por besouros crisomelídeos em soja. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v. 8, n. 3, p. 245-250, 1978.
- LOGAN, P.A.; CASAGRANDE, R.A.; FAUBERT, H.H.; DRUMMOND, F.A. Temperature-dependent development and feeding of immature colorado potato beetles, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, v. 14, n. 3, p. 275-283, 1985.

- LOUGHRAN, J.C.; RAGSDALE, D.W. Life cycle of the bean leaf beetle, *Cerotoma trifurcata* (Coleoptera: Chrysomelidae), in southern Minnesota. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 79, n. 1, p. 34-38, 1986.
- MAGALHÃES, B.P.; QUINTELA, E.D. Níveis de parasitismo de *Urosigalphus chalcodermi* Wilkinson sobre *Chalcodermus bimaculatus* Fiedler e de *Celatoria bosqi* Blanchard sobre *Cerotoma arcuata* Olivier em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 16, n. 1, p. 235-238, 1987.
- MARRONE, P.G.; FERRI, F.D.; MOSLEY, T.R.; MEINKE, L.J. Improvements in laboratory rearing of the southern corn rootworm, *Diabrotica undecimpunctata howardi* Barber (Coleoptera: Chrysomelidae), on an artificial diet and corn. **Journal of Economic Entomology**, v. 78, p. 290-293, 1985.
- MEYER, M.C.; COSTA, C.L.; SANTOS, O.R. Transmissão de quatro vírus de leguminosas pelas larvas de *Cerotoma arcuata* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Fitopatologia Brasileira**, v. 18, n. 1, p. 97-101, 1993.
- MILANEZ, J.M. Técnicas de criação e biologia de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). Piracicaba, 1995. 102p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- MILANEZ, J.M.; PARRA, J.R.P. Biologia e exigências térmicas de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 1, p. 23-29, 2000a.

- MILANEZ, J.M.; PARRA, J.R.P. Preferência de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) para oviposição em diferentes tipos e umidades de solo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 1, p. 155-158, 2000b.
- NARANJO, S.E.; SAWYER, A.J. A temperature and age-dependent simulation model of reproduction for the northern corn rootworm, *Diabrotica barbari* Smith and Lawrence (Coleoptera: Chrysomelidae). **The Canadian Entomologist**, v. 120, n. 1, p. 1-17, 1988.
- NAVA, D.E.; ÁVILA, C.J.; PARRA, J.R.P. Atividade diária de adultos de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) na cultura do milho. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA SOBRE PRAGAS DE SOLO, 7., Piracicaba, 1999. **Anais e ata**. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 91.
- OLOUMI-SADEGHI, H.; LEVINE, E. Controlling fungi that colonize eggs of the western corn rootworm in the laboratory. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 50, p. 271-279, 1989.
- PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. 359p.
- PATEL, K.K.; APPLE, J.W. Ecological studies on the eggs of the northern corn rootworm. **Journal of Economic Entomology**, v. 60, p. 649-670, 1967.
- PECCHIONI, M.T.D. Crianza de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) bajo condiciones de laboratorio. **Revista Peruana de Entomologia**, v. 31, p. 86-90, 1988.

- PITRE, H.N.; KANTACK, E.J. Biology of the banded cucumber beetle, *Diabrotica balteata*, in Louisiana. **Journal of Economic Entomology**, v. 55, n. 6, p. 904-906, 1962.
- QUINTELA, E.D.; SILVA, C.A.; DE SÁ, G.S.; ROBERTS, D.W. Biologia de *Cerotoma arcuata* Oliv. (Coleoptera: Chrysomelidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 13., Recife, 1991. **Resumos**. Recife: SEB, 1991. v. 1, p. 67.
- RAJNAUTH, G.L.; PEGUS, J.E.; HAQUE, S.Q. Laboratory rearing of *Cerotoma arcuata* (Oliv.), a beetle vector of cowpea severe mosaic virus. **Tropical Agriculture**, v. 64, n. 3, p. 191-192, 1987.
- RAROS, R.S.; HOLDAWAY, F.G. A simple method for collecting eggs of the northern corn rootworm in the laboratory. **Journal of Economic Entomology**, v. 61, n. 6, p. 1767-1768, 1968.
- RIMANDO, L.C.; COREY, R.A.; SUN, Y.P. Mass rearing of the western spotted cucumber beetle. **Journal of Economic Entomology**, v. 59, n.1, p. 230-231, 1966.
- ROSSETTO, C.J.; NAGAI, V.; IGUE, T.; ROSSETTO, D.; DE MIRANDA, M.A.C. Preferência de alimentação de adultos de *Diabrotica speciosa* (Germar) e *Cerotoma arcuata* (Oliv.) em variedades de soja. **Bragantia**, v. 40, p. 179-183, 1981.
- SALAS, F.J.S Criação de *Cerotoma arcuata* Oliv. (Coleoptera: Chrysomelidae) e transmissão de um isolado do vírus do mosaico severo do caupi. Piracicaba, 1998. 95p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

- SARRUGE, W.; HAAG, H.P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Química, 1974. 56p.
- SCHAAFSMA, A.W.; WHITFIELD, G.H.; ELLIS, C.R. A temperature-dependent model of egg development of the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* Leconte (Coleoptera: Chrysomelidae). **The Canadian Entomologist**, v. 123, p. 1183-1197, 1991.
- SCHROEDER, P.C.; VAN DUYN, J.W.; PATTERSON, R.P. Nodulation, nitrogen fixation, and organ dry weight of soybean infested with southern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) larvae. **Environmental Entomology**, v. 21, n. 5, p. 1002-1006, 1992.
- SHAFFER, P.L. Prediction of variation in development period of insects and mites reared at constant temperatures. **Environmental Entomology**, v. 12, n. 4, p. 1012-1019, 1983.
- SHARPE, P.J.H.; DeMICHELE, D.W. Reaction kinetics of poikilotherm development. **Journal of Theoretical Biology**, v. 64, p. 649-670, 1977.
- SILVA-WERNECK, J.O.; DE FARIA, M.R.; ABREU-NETO, J.R.M.V.; MAGALHÃES, B.P.; SCHMIDT, F.G.V. Técnicas de criação de *Diabrotica speciosa* (Germ.) (Coleoptera: Chrysomelidae) para bioensaios com bacilos e fungos entomopatogênicos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 1, p. 45-52, 1995.
- SINGH, P.; MOORE, R.F. (Ed.) **Handbook of insect rearing**. Amsterdam Elsevier, 1985. 2v.

- SKELTON, T.E.; HUNTER, P.E. Laboratory rearing and reproduction of the spotted cucumber beetle. **Journal of Economic Entomology**, v. 63, n. 3, p. 948-950, 1970.
- SLANSKY JÚNIOR, F.F. Insect nutrition: an adaptationist's perspective. **Florida Entomologist**, v.65, n. 1, p. 45-71, 1982.
- SMELSER, R.B.; PEDIGO, L.P. Phenology of *Cerotoma trifurcata* on soybean and alfalfa in central Iowa. **Environmental Entomology**, v. 20, n. 2, p. 514-519, 1991.
- SMELSER, R.B; PEDIGO, L.P. Soybean seed yield and quality reduction by bean leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) pod injury. **Journal of Economic Entomology**, v. 85, n. 6, p. 2399-2403, 1992.
- STINNER, R.E.; BUTLER JÚNIOR, G.D.; BACHELER, J.S.; TUTTLE, C. Simulation of temperature-dependent development in population dynamics models. **The Canadian Entomologist**, v. 107, p. 1167-1174, 1975.
- TEIXEIRA, M.L.F.; COUTINHO, H.L.C.; FRANCO, A.A. Effects of *Cerotoma arcuata* (Coleoptera: Crysomelidae) on predation of nodules and on N₂ fixation of *Phaseolus vulgaris*. **Journal of Economic Entomology**, v. 89, n. 1, p. 165-169, 1996.
- TENG, H.J.; WADDILL, V.; SLANSKY, F.; STRAYER, J. Performance and host preference of adult banded cucumber beetles, *Diabrotica balteata* when offered several crops. **Journal of Agricultural Entomology**, v. 1, n. 4, p. 330-338, 1984.

- VIEIRA, C. **Doenças e pragas do feijoeiro.** Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1988. 231p.
- WAGNER, T.L.; WU, H.; SARPER, P.J.H.; SCHOOLFIELD, R.M.; COULSON, R.N. Modeling insect development rates: a literature review and application of a biophysical model. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 77, n. 2, p. 208-225, 1984.
- WALDBAUER, G.P.; KOGAN, M. Position of bean leaf beetle eggs in soil near soybeans determined by a refined sampling procedure. **Environmental Entomology**, v. 10, p. 375-380, 1976.
- WOODSON W.D; JACKSON, S.L. Developmental rate as a function of temperature in northern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 89, n. 2 p. 226-230, 1996.
- YÉPEZ GIL, G.; MONTAGNE, A. Cambios en la morfologia reproductiva de las hembras de coquitos perforadores (*Andrector arcuatus* Ollivier y *A. ruficornis* Olivier, Coleoptera: Chrysomelidae) a lo largo de un ciclo de cultivo de caraota (*Phaseolus vulgaris*). **Agronomia Tropical**, v. 40, p. 257-262, 1989.
- YOKOYAMA, M. Pragas. In: VIEIRA, C.; PAULA Jr., T. J.; BORÉM, A. **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas.** Viçosa:UFV, 1998. cap.12, p.357-374.
- ZEISS, M.R.; PEDIGO, L.P. Timing of food plant availability: Effect on survival and oviposition of the bean leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, v. 25, n. 2, p. 295-302, 1996.

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