

BIOLOGIA E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS
DE *Helicoverpa zea* (Boddie,
1850) E DO SEU PARASITÓIDE
Trichogramma pretiosum
Riley, 1879

REGINA CISLAGHI RIVERO
Bióloga

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Postali Parra

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1992

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USF

R621b Rivero, Regina Cislaghi
Biologia e exigências térmicas de *Helicoverpa zea*
(Boddie, 1850) e do seu parasitoíde *Trichogramma*
pretiosum Riley, 1879. Piracicaba, 1992.
54p. ilus.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Inseto para controle biológico 2. Lagarta-
da-espiga do milho - Biologia 3. Lagarta-da-espiga
do milho - Controle biológico 4. Lagarta-da-espiga
do milho - Temperatura 5. Milho - Praga - Controle
biológico 6. Tricogramatideo - Biologia 7. Trico-
gramatideo - Temperatura I. Escola Superior de
Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 632.78

BIOLOGIA E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS
DE *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) E DO SEU PARASITÓIDE
Trichogramma pretiosum Riley, 1879

Regina Cislaghi Rivero

Aprovada em: 26.02.1993

Comissão Julgadora:

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Prof. Dr. José Roberto Postali Parra | ESALQ/USP |
| Prof. Dr. Sival Silveira Neto | ESALQ/USP |
| Prof. Dr. José Djair Vendramim | ESALQ/USP |
| Prof. Dr. Adelmo Scivittaro | UNESP/Botucatu |
| Prof. Dr. Paulo S.M. Botelho | UFSCAR/S.Carlos |


Prof. Dr. José Roberto Postali Parra
Orientador

Aos meus pais

OLMAR e MARIA HELENA

pelo incansável estímulo e apoio.

Ao meu marido

JOÃO MIGUEL

pelo carinho e compreensão.

Às nossas filhas

CAROLINA e MARÍLIA

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. José Roberto Postalí Parra, Professor Associado do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pelo apoio e orientação na execução deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo durante o curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão de bolsa de estudo para término do curso.

Aos professores do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pelos ensinamentos transmitidos.

A todos os colegas do Curso de Pós-Graduação de Entomologia da ESALQ/USP, pela amizade e cooperação.

Aos funcionários e estagiários do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pela obtenção, em particular à Neide Graciano Zério pela valiosa colaboração nos trabalhos desenvolvidos.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|--------|
| LISTA DE TABELAS | vii |
| LISTA DE FIGURAS | ix |
| RESUMO | xi |
| SUMMARY | xiii |
| | |
| 1. INTRODUÇÃO | 01 |
| | |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 04 |
| 2.1. Características gerais de <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie, 1850) | 04 |
| 2.1.1. Biologia de <i>Helicoverpa zea</i> em dieta artificial | 06 |
| 2.1.2. Influência da temperatura na biologia de <i>Helicoverpa zea</i> | 08 |
| 2.2. Efeito da temperatura na criação de trico- gramatídeos | 10 |
| | |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 13 |
| 3.1. Manutenção da criação de <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie, 1850) em laboratório | 13 |
| 3.2. Biologia de <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie, 1850) em diferentes temperaturas | 15 |
| 3.3. Capacidade de postura de <i>H. zea</i> em diferen- tes temperaturas | 17 |
| 3.4. Biologia de <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley, 1879, em diferentes temperaturas | 18 |
| 3.5. Determinação das exigências térmicas de <i>H.</i> <i>zea</i> e <i>T. pretiosum</i> | 20 |

| | |
|--|----|
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 21 |
| 4.1. Biologia de <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie, 1850) em diferentes temperaturas | 21 |
| 4.2. Biologia de <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley, 1879 em diferentes temperaturas | 35 |
| 5. CONCLUSÕES | 43 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 45 |

LISTA DE TABELAS

| Tabela nº | | Página |
|-----------|--|--------|
| 1 | Duração média (dias) e viabilidade (%) do período larval de <i>H. zea</i> em diferentes temperaturas. UR de 70±10% e fotofase de 14h. | 21 |
| 2 | Duração média (dias) e viabilidade (%) do período pupal de <i>H. zea</i> em diferentes temperaturas. UR de 70±10% e fotofase de 14h. | 23 |
| 3 | Peso médio (mg) de pupas de <i>H. zea</i> , com 24 horas de idade, em diferentes temperaturas. UR de 70±10%. e fotofase de 14h .. | 26 |
| 4 | Período de incubação (dias) e viabilidade total (%) da fase de ovo de <i>H. zea</i> em diferentes temperaturas. UR de 70±10% e fotofase de 14h. | 27 |
| 5 | Capacidade de postura de <i>H. zea</i> em diferentes temperaturas. UR de 70±10% e fotofase de 14h. | 28 |
| 6 | Porcentagem diária da postura de <i>H. zea</i> nas temperaturas de 20, 25 e 30°C. UR de 70±10% e fotofase de 14h. | 30 |
| 7 | Potencial biótico corrigido para <i>H. zea</i> criada a 20, 25 e 30°C. UR de 70±10% e fotofase de 14h | 35 |

Tabela nº

Página

| | | |
|----|---|----|
| 8 | Duração média (dias) e viabilidade (%) do período ovo-adulto de <i>T. pretiosum</i> em ovos de <i>H. zea</i> , em diferentes temperaturas. UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14h. | 35 |
| 9 | Número médio de <i>T. pretiosum</i> emergido por ovo de <i>H. zea</i> em diferentes temperaturas. UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14h. | 37 |
| 10 | Razão sexual de <i>T. pretiosum</i> criado em <i>H. zea</i> em diferentes temperaturas. UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14h. | 39 |
| 11 | Número de gerações de <i>H. zea</i> e <i>T. pretiosum</i> , com base nas necessidades térmicas, em regiões do Estado de São Paulo, com temperaturas médias anuais iguais | 42 |

LISTA DE FIGURAS

| Figura nº | | Página |
|-----------|---|--------|
| 1 | Ritmo de pupação de <i>H. zea</i> em diferentes temperaturas. UR de 70±10% e fotofase de 14h. | 25 |
| 2 | Capacidade de postura de <i>H. zea</i> nas temperaturas de 20, 25 e 30°C. UR de 70±10% e fotofase de 14h. | 28 |
| 3 | Ritmo de postura de <i>H. zea</i> mantidas nas temperaturas de 20,25 e 30°C. UR de 70±10% e fotofase de 14h. | 31 |
| 4 | Porcentagem diária de postura de <i>H. zea</i> mantidas nas temperaturas de 20, 25 e 30°C. UR de 70±10% e fotofase de 14h. ... | 31 |
| 5 | Sobrevivência de adultos (♀ e ♂) de <i>H. zea</i> mantidos à 20°C; UR de 70±10% e fotofase de 14h. Valores observados e estimados pela equação de Weibull (machos não obedecem tal equação). | 32 |
| 6 | Sobrevivência de adultos (♀ e ♂) de <i>H. zea</i> mantidos à 25°C; UR de 70±10% e fotofase de 14h. Valores observados e estimados pela equação de Weibull (machos não obedecem tal equação). | 33 |

Figura nº

Página

| | | |
|---|--|----|
| 7 | Sobrevivência de adultos (♀ e ♂) de <i>H. zea</i> mantidos à 30°C; UR de 70±10% e fotofase de 14h. Valores observados e estimados pela equação de Weibull. | 34 |
| 8 | Duração do ciclo de <i>H. zea</i> ; <i>T. pretiosum</i> em diferentes temperaturas. UR de 70±10% e fotofase de 14h. | 39 |
| 9 | Tempo de desenvolvimento (—) e velocidade de desenvolvimento (—) do período ovo-adulto de <i>T. pretiosum</i> (A) e <i>H. zea</i> (B) em função da temperatura. | 41 |

BIOLOGIA E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Helicoverpa zea*
(Boddie, 1850) E DO SEU PARASITÓIDE *Trichogramma pretiosum*
Riley, 1879

Autor: Regina Cislaghi Rivero

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Postali Parra

RESUMO

Estudou-se a biologia de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) e de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 em 6 temperaturas constantes (18, 20, 22, 25, 30 e 32°C). A pesquisa, desenvolvida no laboratório de Biologia do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP) (Piracicaba, SP) teve por objetivo a determinação das exigências térmicas da praga e do parasitóide, visando fornecer subsídios ao controle biológico da praga por este parasitóide de ovos. O desenvolvimento biológico de *H. zea* foi estudado em dieta artificial à base de feijão, levedura e germe-de-trigo. Ambos os insetos foram mantidos em câmaras climatizadas reguladas nas respectivas temperaturas, com UR de 70±10 e fotofase de 14h.

Observou-se uma relação inversa entre a duração da fase larval de *H. zea* e o aumento térmico na faixa de 18 a 32°C. A temperatura constante de 18°C foi letal para pupas de *H. zea* sendo que entre 20 a 32°C também ocorreu relação inversa entre

duração e incremento térmico, não havendo influência da temperatura na viabilidade pupal. O aumento de temperatura concentrou o período de pupação de *H. zea*, sendo que pupas mais pesadas deram adultos com maior capacidade de postura, a qual foi maior a 20°C, se comparada com 25 e 30°C. O período embrionário de *H. zea* decresceu com a elevação da temperatura, a qual não afetou a mortalidade do embrião. Os adultos de *H. zea* foram mais longevos nas temperaturas mais baixas. Houve correlação inversa entre o ciclo de *T. pretiosum* e o aumento de temperatura. A temperatura não afetou a razão sexual do parasitóide. O limite térmico inferior de *T. pretiosum* foi menor do que o de *H. zea*, sendo a constante térmica da praga de 440,6 GD e do parasitóide de 142,6 GD. Dependendo da temperatura anual, o número de gerações de *T. pretiosum* é de 8,5 a 4,8 vezes o número de gerações de *H. zea*.

BIOLOGY AND THERMAL REQUIREMENTS OF
Helicoverpa zea (Boddie, 1850) AND *Trichogramma pretiosum*
Riley, 1879

Author: Regina Cislaghi Rivero
Adviser: Prof. Dr. José Roberto Postalí Parra

SUMMARY

The biology of *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) and of *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) was studied under 6 constant temperatures (18, 20, 22, 25, 30 and 32°C). The research, which was developed in the Department of Entomology of Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) of the University of São Paulo (USP), Piracicaba, SP, was undertaken to determine the thermal requirements of the pest and of the parasitoid with the aim of providing support for the biological control of the pest through that egg parasitoid. The biological development of *H. zea* was studied under an artificial diet consisting of bean, yeast and wheat germ. Both insects were maintained in climatized chambers set to the respective temperatures, with RH of 70±10% and photophase of 14 hrs. An inverse relationship between the duration of the larval phase of *H. zea* and the thermal increase was observed in the range of 18 to 32°C. The constant temperature of 18°C proved to be lethal to *H. zea* pupae, whereas between 20 and 32°C an inverse relationship

between duration and thermal increase occurred whereas no influence of temperature on pupae viability was shown. Temperature increase concentrated the pupation period of *H. zea*, and heavier pupae produced adults with a greater egg-laying capacity which was higher at 20°C as compared with 25 and 30°C. The embryonic period of *H. zea* decreased with temperature increase, which did not affect embryo mortality. *H. zea* adults lived longer under lower temperatures. There was an inverse correlation between *T. pretiosum* cycle and temperature increase. Temperature did not affect the sexual ratio of the parasitoid. The lower threshold of temperature of *T. pretiosum* was lower than that of *H. zea*, and the thermal constant of the pest was 440.6 degree days and of the parasitoid, 142.6 degree days. Depending upon the annual temperature, the number of *T. pretiosum* generations is from 8.5 to 4.8 times that of *H. zea*.

1. INTRODUÇÃO

O Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), vem desenvolvendo, desde 1984, um amplo projeto visando ao controle biológico de pragas através do parasitóide de ovos do gênero *Trichogramma*.

Devido aos bons resultados obtidos nas culturas de cana-de-açúcar e algodão, e considerando que existe um grande número de espécies de *Trichogramma* no Brasil atacando ovos de diferentes espécies de pragas (PARRA & ZUCCHI, 1986), visualizou-se a possibilidade da utilização deste parasitóide para controlar também pragas do milho, à semelhança do que é feito em outros países (AMAYA, 1982; RIDGWAY & MORRISON, 1985).

O milho (*Zea mays* L.) é uma praga de baixa rentabilidade no Brasil e embora as pragas sejam responsáveis por grandes prejuízos, especialmente a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e a lagarta-da-espiga *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850), apenas a primeira

espécie é, em alguns casos, controlada, utilizando-se produtos químicos (SÁ, 1991).

Desta forma, considerando-se que *H. zea* causa consideráveis prejuízos ao milho, especialmente ao milho doce, e tendo em vista a inexistência de equipamentos e mesmo produtos químicos que dêem um controle razoável em função da própria época de ocorrência da praga, idealizou-se a presente pesquisa, com o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, como possível agente de controle biológico de *H. zea* em condições de campo, uma vez que a sua ocorrência é freqüente na cultura (SÁ et al., 1991 e SÁ, 1991). Entretanto, o parasitismo natural nem sempre é suficiente para evitar danos à cultura, pois os inimigos naturais demoram muito tempo para aumentar o seu nível populacional, e deste modo, muitas vezes, não conseguem evitar a progressão da praga; assim, a população de *T. pretiosum* aumenta apenas quando os prejuízos já foram causados. Desta forma, o ideal seria introduzir no agroecossistema os inimigos naturais, através de liberações inundativas. Por outro lado, para tal liberação do parasitóide é de fundamental importância que se conheça a relação térmica praga:parasitóide para que possa ser determinado o intervalo entre liberações, em função deste parâmetro climático.

O presente trabalho teve por objetivo estudar a biologia de *H. zea* e de *T. pretiosum* para a determinação das suas exigências térmicas, para viabilizar a utilização

prática do parasitóide em condições de campo e determinar o número de gerações de ambos os insetos para as diferentes regiões do Estado de São Paulo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características gerais de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850)

A lagarta-da-espiga do milho, *Helicoverpa zea*, é uma praga de grande importância, atacando os estilo-estigmas do milho, impedindo a fertilização e consequentemente provocando falhas na espiga. Ao alimentar-se de grãos leitosos, perfurando-os, facilita a penetração de microorganismos e de pragas como *Sitophilus zeamais* Mots. (Col.: Curculionidae) e *Sitotroga cerealella* (Oliv.) (Lep.: Pyralidae) (GALLO et al., 1988).

A distribuição geográfica de *H. zea* compreende a América do Norte e do Sul, com populações permanentes na maioria das áreas entre as latitudes 40°N e 40°S, atacando milho, algodão, sorgo, tomate, soja e girassol. É um inseto polífago, de grande mobilidade e alto potencial biótico, apresentando diapausa facultativa, cuja incidência cresce com o aumento da latitude. Nos trópicos, onde há maior disponibilidade de hospedeiros, uma geração

pode ocorrer num período de 28 a 30 dias, podendo apresentar de 10 a 11 gerações por ano, sendo que nas culturas de milho nos EUA podem aparecer 40.000 a 50.000 adultos de *H. zea* por hectare (FITT, 1989).

A mudança do nome genérico de *Heliothis* para *Hilicoverpa* foi proposta com a finalidade de diferenciar o complexo de lagartas do milho daquelas espécies de *Heliothis*, uma vez que foram consideradas morfologicamente distintas. *H. zea* alimenta-se de mais de 100 espécies diferentes de plantas e nos EUA *H. zea* e *H. virescens* podem causar perdas que chegam a um bilhão de dólares anualmente nas culturas e outros 250 milhões de dólares com o custo de aplicação de inseticidas (KING & COLEMAN, 1989).

Para controlar *Heliothis* spp. muitas culturas necessitam de "pesadas" aplicações de inseticidas, podendo levar ao fenômeno da ressurgência de pragas. Na ausência de inseticidas, o controle natural de *Heliothis* spp. não é suficiente para evitar danos econômicos em culturas de alto valor nos EUA, Austrália, Sudão, Tailândia, África do Sul e muitas áreas da América do Sul. Um dos motivos pelos quais espécies de *Heliothis* são consideradas pragas causadoras de danos em culturas como algodão, tomate e milho, é a preferência alimentar, por parte das larvas, por estruturas de alto teor de nitrogênio, principalmente estruturas reprodutivas e pontos de crescimento das plantas hospedeiras (FITT, 1989).

2.1.1. Biologia de *H. zea* em dieta artificial

A primeira publicação relacionada à criação de *H. zea* em meio artificial foi a de George et al. (1960), usando uma dieta similar as de Bottger (1942) e Beck et al. (1949), para *Ostrinia nubilalis* (Hubner). Vanderzant et al. (1962a) criaram *H. zea* de ovo a adulto em uma dieta purificada, chamando a atenção para a necessidade da inclusão de ácido ascórbico neste meio. Devido ao grande número de ingredientes desta dieta, Vanderzant et al. (1962b) criaram *H. zea* em dieta utilizada para lagarta rosada à base de germe-de-trigo, modificada Adkisson et al. (1960). Esta dieta, mais simples do que a anterior foi adequada para o desenvolvimento larval da lagarta-da-espiga. Vanderzant (1968) determinou as exigências nutricionais de lipídeos, esteróis, ácido linolêico, ácido linolênico, colina e inositol para *H. zea* (KING & LEPPLA, 1984).

Baseados nas investigações iniciais e nas necessidades nutricionais estabelecidas por Vanderzant e outros pesquisadores, muitas dietas, algumas ligeiramente modificadas daquela citada por Vanderzant et al. (1962b), vêm sendo desenvolvidas para a criação de espécies de *Heliothis* (ou *Helicoverpa*). Shorey (1963) desenvolveu uma dieta baseada em feijão-de-lima e levedura de cerveja para *Trichoplusia ni* (Hübner) e Shorey e Hale (1965) modificaram ligeiramente esta dieta para a criação de nove espécies de noctuideos, entre

elas *H. zea*. Burton (1969) modificou a dieta de feijão para a criação de *H. zea* e *H. virescens* (Fabricius), adicionando germe-de-trigo e levedura de cerveja (KING & LEPPLA, 1984).

SINGH (1977) relacionou 23 dietas merídicas para *H. zea*, as quais têm como base o mesmo meio que SHOREY (1963) desenvolveu, e cujas fontes protéicas são feijão e levedura e que foi, posteriormente modificada por PATANA (1969).

Baseando-se na literatura, as dietas artificiais mais usadas para *H. zea* são as de BERGER (1963) (caseína e germe-de-trigo), BURTON (1969) (feijão, levedura e germe-de-trigo), VANDERZANT et al. (1962) (germe-de-trigo) e PATANA (1985) (feijão e levedura). Embora existam variações com relação ao percentual de deformação de pupas e adultos, todas elas permitem um bom desenvolvimento do inseto. Assim, uma dieta nutricionalmente adequada, deve permitir o desenvolvimento larval em $17,3 \pm 1,3$ dias com um peso de pupa (♀) de $431,1 \pm 24,6$ mg à 25°C (PATANA, 1985).

O grande problema da criação de *H. zea* em laboratório é a freqüente inviabilidade dos ovos devido a não ocorrência de cópula. Assim, para se conseguirem acasalamentos em condições artificiais, é de fundamental importância a utilização de grandes gaiolas, pois o inseto tem necessidade de voar antes da cópula (CALLAHAN, 1962). Desta forma, muitas vezes tem-se a impressão de que as dietas são inadequadas nutricionalmente, quando na verdade, o

problema esta ligado a tal característica biológica do inseto.

2.1.2. Influência da temperatura na biologia de *H. zea*

O efeito da temperatura no desenvolvimento de *H. zea* tem sido estudado por muitos pesquisadores como BARBER & DICKE (1939); MANGAT & APPLE (1966); GUERRA & OUYE (1968); FYE & SURBER (1971); FYE & POOLE (1971); HOLTZER et al. (1976); HSIAO (1978); JONES et al. (1978); HARRELL et al. (1979); EGER et al. (1982); LOPEZ Jr. (1986); ELLINGTON & EL-SOOKKARI (1986); GROSS Jr. (1988) e WISEMAN & ISENHOUR (1989).

Alguns pesquisadores desenvolveram experimentos onde a temperatura manteve-se constante durante todo o ciclo de *H. zea* (VANDERZANT et al., 1962; SHOREY, 1963; CHAUTANI & ADKISSON, 1965; OATMAN, 1966; MANGAT & APPLE, 1966; GUERRA & OUYE, 1968; PATANA, 1969 e 1985; FYE & SURBER, 1971; FYE & McADA, 1972; ESCALANTE G., 1974; HOLTZER et al., 1976; HSIAO, 1978; BUTLER et al., 1979; HARRELL et al., 1979; LOPEZ Jr., 1986; ELLINGTON & ISENHOUR, 1989; NEIL & SPECHT, 1990 e SÁ et al., 1991), enquanto outros mantiveram a temperatura flutuante no decorrer do desenvolvimento do inseto (GARCIA B., 1960; CALLAHAN, 1962; JONES et al., 1978; EGER et al., 1982 e GROSS Jr., 1988).

A temperatura é um dos fatores que mais afetam a duração do ciclo de vida dos insetos, conforme afirmam FYE & POOLE (1971); FYE & McADA (1972), SILVEIRA NETO et al. (1976); HARRELL et al. (1979) e ELLINGTON & EL-SOKKARI (1986), embora HARRELL et al. (1979) considerem que, na fase pupal de *H. zea*, a umidade relativa tenha maior influência do que a temperatura.

Com relação à fecundidade, FYE & McADA (1972) concluíram que esta é drasticamente reduzida quando os adultos são submetidos à temperatura de 30 a 32°C. FYE & POOLE (1971), constataram que adultos de *H. zea* criados à 25°C e expostos à temperatura de 35°C por períodos variáveis, não foram afetados, porém adultos que, na fase larval foram mantidos diariamente à temperatura de 32°C por um período de 16 horas, tiveram não somente a fecundidade como a fertilidade drasticamente reduzidas.

De acordo com FITT (1986), o número de gerações anuais de *H. zea* está diretamente relacionado com a temperatura.

2.2. Efeito da temperatura na criação de tricogramatídeos

A temperatura é, de acordo com SILVEIRA NETO et al. (1976), um dos fatores de maior influência sobre a

biologia dos insetos. Desta forma, o efeito da temperatura na velocidade de desenvolvimento em tricogramatídeos, vem sendo estudado por vários autores, que verificaram que, dentro de certos limites, quanto mais elevada for a temperatura, maior será a velocidade de desenvolvimento (LUND, 1934; STERN & ATALLAH, 1965; CHIANG, 1982; CALVIN et al., 1984; YU et al., 1984).

A determinação da temperatura base (t_b) e da constante térmica (K) mostrou haver variação entre espécies. Segundo RUSSO & VOEGELÉ (1982a), as temperaturas bases para as espécies *Trichogramma maidis* Pintureau e Voegelé e *T. rheana* Voegelé e Russo calculadas pelo método de hipérbole foram 11,9°C; 10,45°C; 10,45°C e 11,3°C, sendo o valor de K de 131,0 graus dia (GD); 145,5GD; 145,5GD e 137,0GD, respectivamente. De forma análoga, a t_b e a K podem variar em diferentes populações de uma mesma espécie (BLEICHER & PARRA, 1990), ou quando esta espécie é criada em hospedeiros diferentes. Assim, BUTLER & LOPEZ (1980) verificaram que *T. pretiosum* Riley criada em *Sitotroga cerealella* Oliv. e *Trichoplusia ni* Hueb., apresentou t_b e K de 12,2°C; 128,8GD e 11,3°C; 131,5GD, respectivamente. GOODENOUGH et al. (1983) pesquisando a mesma espécie de tricogramatídeo sobre os seguintes hospedeiros, *H. virescens* (Fabr.), *S. cerealella* Oliv., *Anagasta kuehniella* Zeller e *Galleria mellonella* L., encontraram t_b e K de 11,9°C, 134GD; 12,2°C, 143GD; 11,9°C, 135GD e 11,5°C e 180GD, respectivamente.

Outro fator que também pode ser influenciado pela temperatura é a razão sexual. BOWEN & STERN (1966) observaram que *T. semifumatum* (Perkins) mantido em temperatura entre 15,6°C e 32,2°C produz apenas fêmeas na primeira geração. Já na segunda geração, a razão sexual variou de zero a 1,0, apresentando ainda indivíduos com características dos dois sexos nas temperaturas entre 25°C e 32,2°C. De forma análoga BRUN et al. (1981) verificaram que *Trichogramma* sp., cujo hospedeiro era *Euselasia euploea eucerus* (Hewitson) e *Trichogramma* sp. criado em *Glena bepennaria* (Guenée), quando mantidas a 21°C não apresentaram machos, mas quando transferidas para 31°C, apresentaram uma razão sexual de 0,02 na primeira geração e 0,3 na segunda geração, podendo-se concluir que as duas espécies são deuterótocas.

A longevidade também tem a sua duração afetada mediante variação da temperatura. De acordo com CALVIN et al. (1984), a longevidade de *T. pretiosum* não alimentado variou entre 7,33 dias (machos) e 7,67 dias (fêmeas) a uma temperatura de 17°C para 0,8 dias (machos) e 0,6 dias (fêmeas) à 35°C. YU et al. (1984) obtiveram, para *T. minutum* Riley, longevidades de 45,5 dias a 15°C; 31,1 dias a 20°C; 24,4 dias a 25°C; 13,4 dias a 30°C.

A fecundidade pode ser afetada diante da variação da temperatura. LUND (1938), estudando a fecundidade de *T. evanescens* Westwood nas temperaturas de 10; 15; 20; 25

e 30°C, verificou as seguintes progênes por fêmea: 1,2; 46,3; 61,9; 63,1 e 63,2 respectivamente, podendo observar-se que as maiores progênes foram obtidas à 20, 25 e 30°C. RUSSO & VOEGELÉ (1982b) variaram a temperatura (15, 20, 25 e 30°C) no período ovo-adulto e na fase adulta, para quatro espécies do parasitóide e observaram que o maior número de ovos parasitados foi para 25°C tanto para insetos mantidos nas fases imaturas ou na fase adulta nesta temperatura. CALVIN et al. (1984) observaram que o número de ovos por fêmea de *T. pretiosum* Riley teve uma variação de 19,5 à 17°C a 9,0 à 35°C. A variação encontrada por YU et al. (1984) para *T. minutum* Riley, foi de 227,6 à 25°C para 41,2 à 32°C, sendo que o maior parasitismo foi encontrado nas temperaturas de 20 e 25°C.

LOPEZ Jr. & MORRISON (1980), estudando o efeito de altas temperaturas sobre duas aplicações de *T. pretiosum* Riley criadas em *S. cerealella* Oliv., verificaram que em temperaturas superiores a 37°C, a emergência do parasitóide foi drasticamente reduzida.

GROSS Jr. (1988) estudou o efeito da temperatura, umidade relativa e níveis de água livre no momento da emergência de *T. pretiosum* de ovos de *H. zea*. O autor salienta que as taxas mais altas de emergência ocorreram à $32 \pm 1^\circ\text{C}$ com 60 e 80% de umidade relativa, e que o grau de umidade do substrato sobre o qual são colocados ovos de *H. zea*, afeta criticamente a emergência deste parasitóide uma vez que a supersaturação reduz a emergência.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os ensaios foram conduzidos no laboratório de Biologia do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, Estado de São Paulo.

3.1. Manutenção da criação de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em laboratório

O material que deu origem à criação de manutenção foi coletado em plantações de milho, em área de propriedade da AGROCERES, localizada em Santa Cruz das Palmeiras, Estado de São Paulo.

As lagartas, trazidas de campo, foram individualizadas em tubos de vidro fechados com algodão hidrófugo, de 2,5 cm de diâmetro por 8,0 cm de altura, recebendo como alimento grãos de milho fresco, que eram trocados a cada dois dias, até a obtenção das pupas.

Separadas por sexo (BUTT & CANTU, 1962), as pupas eram colocadas em gaiolas de PVC (10,0 cm de diâmetro e 20,0 cm de altura cuja extremidade inferior era apoiada em uma placa de Petri contendo papel de filtro umedecido e a superior fechada com tecido do tipo filó.

Ao emergirem, os adubos eram colocados em uma gaiola circular (38,0 cm de altura e 27,0 cm de diâmetro de arame, revestida por uma tela de material plástico de malha fina contendo uma "manga" de filó, possibilitando o manuseio dos insetos. O alimento, solução de mel à 10%, foi oferecido em pequenos vidros, por capilaridade através de pequenos rolos de algodão (rolo dental Johnson's[®]), colocados em contacto com o alimento, trocado a cada 48 horas. Esta manutenção, por este período, em gaiolas maiores é fundamental para que haja acalamento do inseto.

No mínimo 10 casais eram mantidos nestas gaiolas por 48 horas. Findo este período, cada casal foi mantido em gaiolas de PVC (10,0 cm de diâmetro e 20,0 cm de altura) para a obtenção de postura. O filó (principal local de postura) era substituído diariamente e o alimento, a cada dois dias. Os tubos de PVC eram revestidos com papel jornal que serve também como substrato de postura.

O filó com a postura era submetido à lavagem, através de uma solução de formaldeído à 10%, por um período de 5 minutos, após o que era lavado com água destilada e seco no ambiente do laboratório. Assim esterilizadas externamente,

as posturas eram colocadas em sacos plásticos mantidas à 25°C até a eclosão das lagartas.

Cada lagarta foi individualizada em tubo de (vidro 92,5 cm de diâmetro x 8,0 cm de altura) contendo dieta artificial à base de feijão, germe-de-trigo e levedura (BURTON, 1969). Antes da transferência da lagarta para o tubo de dieta (feita em câmara asséptica, com auxílio de pincel nº 0), estes tubos foram submetidos à esterilização em câmara asséptica, contendo lâmpada germicida, pelo período de uma hora.

3.2. Biologia de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em diferentes temperaturas

A técnica de manipulação do inseto em dieta artificial foi baseada em PARRA (1979), com insetos obtidos em 3.1. Estudou-se a biologia de *H. zea* nas temperaturas de 18, 20, 22, 25, 30 e 32°C, em câmaras climatizadas do tipo BOD 347 G, todas elas reguladas para fotofase de 14 horas e UR de 70 ± 10%.

Observou-se o desenvolvimento de 160 lagartas por tratamento, em delineamento estatístico inteiramente casualizado.

Foram observados os seguintes parâmetros biológicos:

Fase de lagarta

- duração
- viabilidade

Fase de pupa

- duração
- peso com 24 h de idade (σ e ♀)
- razão sexual: $\text{♀} / (\text{♀} + \sigma)$
- porcentagem de deformação
- viabilidade

Fase adulta

- deformação das asas
- longevidade (a sobrevivência foi estimada pelo modelo de Weibull) (SGRILLO, 1982)
- capacidade de postura

Fase de ovo

- duração
- viabilidade

Para a observação da duração e viabilidade de ovos de *H. zea* em diferentes temperaturas (18, 20, 22, 25, 30 e 32°C), foram utilizados ovos do dia (menos de 12 horas). Estes ovos foram esterilizados externamente com solução de

formaldeído, por um período de 5 minutos, sendo, posteriormente, lavados em água destilada.

Para cada temperatura utilizou-se um número padrão de 100 ovos que foram colocados sobre papel de filtro umedecido e acondicionados em placas de Petri, que foram fechadas (tampa x tampa ou fundo x fundo) com fita adesiva.

3.3. Capacidade de postura de *H. zea* em diferentes temperaturas

Para esta etapa do trabalho, foram escolhidas três dentre as seis temperaturas selecionadas para estudo, quais sejam 20, 25 e 30°C.

A obtenção dos casais seguiu a metodologia referida em 3.1., possibilitando a formação de 15 casais por temperatura.

Em gaiolas devidamente preparadas e identificadas, os insetos receberam, como alimento, solução de mel à 10%, que foi trocada todos os dias, assim como papel de filtro (da base da gaiola), o papel jornal (que revestia as paredes da gaiola) e o filó.

Diariamente, contavam-se os ovos tanto do vidro com alimento como do papel de filtro, papel jornal e filó, realizando-se observações até a morte do casal.

Objetivando-se avaliar a melhor condição térmica para a criação de *H. zea* em laboratório, baseou-se no potencial biótico corrigido (VENDRAMIM & PARRA, 1986), cuja

fórmula geral é $Pb_{cor} (rs \times d)^n$, onde: "rs" = razão sexual, "d" = número de descendentes e "n" = número de gerações. Para o cálculo de "d" foram consideradas as viabilidades parciais das diferentes fases de desenvolvimento do inseto. O número de gerações anual (n) baseou-se nas exigências térmicas de *H. zea* durante o ano, ou seja, foi obtido dividindo-se a duração do período ovo-adulto em cada temperatura (20, 25 e 30°C) pelos 365 dias do ano.

3.4. Biologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 em diferentes temperaturas

Para estudar o desenvolvimento de *T. pretiosum* sobre ovos de *H. zea*, foram utilizados ovos do dia da lagarta-da-espiga do milho, obtidos da criação estoque. Estas posturas foram oferecidas aos parasitóides por um período de quatro horas à 15°C, dentro de uma cuba de vidro de 8,8 x 14,5 x 4,5 cm, fechada por uma película de plástico de PVC (marca Magipack[®]). Após este período, a postura foi levada ao microscópio estereoscópico para a eliminação de todos os tricogrammatídeos que porventura se encontrassem na postura. Após esta operação, as posturas foram colocadas em placas de Petri, vedadas com fita adesiva (semelhante à 3.2) e transferidas para câmaras climatizadas, reguladas às temperaturas de 18, 20, 22, 25, 30 e 32°C, UR 70 ± 10% e fotofase de 14 horas.

Quando os ovos parasitados tornaram-se pretos (indicação do parasitismo), procedeu-se à individualização dos mesmos em tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de comprimento, fechados com película de plástico de PVC. Desta forma, foram individualizados 40 ovos para cada uma das seis temperaturas seleccionadas (18, 20, 22, 25, 30 e 32°C), possibilitando a observação dos seguintes parâmetros biológicos do parasitóide:

- duração do período ovo-adulto;
- viabilidade do período ovo-adulto, após manifestação do parasitismo;
- número de indivíduos por ovo;
- razão sexual.

Como a individualização dos ovos foi feita usando-se ovos já escuros, a "viabilidade" neste trabalho correspondeu à viabilidade após a individualização, podendo ser superestimada, desde que pode ter ocorrido morte do parasitóide antes do escurecimento do ovo (característica do parasitismo).

O sexo foi determinado baseando-se nas características apresentadas pelas antenas dos indivíduos (BOWEN & STERN, 1966).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, onde cada indivíduo correspondeu a uma repetição, sendo, após a análise de variância, as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3.5. Determinação das exigências térmicas de *H. zea* e *T. pretiosum*

Baseando-se nas observações dos ciclos biológicos da praga (3.2) e do parasitóide (3.4), foram determinadas as respectivas temperaturas bases (tb) e as constantes térmicas (K), utilizando-se o método da hipérbole (HADDAD & PARRA, 1984).

A partir destes resultados calculou-se a relação térmica K praga / K parasitóide, a qual permitiu determinar o número de gerações do parasitóide para cada geração da praga.

Para regiões do Estado de São Paulo que apresentam isothermas de 17 a 23°C, determinou-se o número provável de gerações (n) anuais da praga e do parasitóide em função das respectivas exigências térmicas. Assim:

$$n = \frac{K \text{ praga ou parasitóide}}{t^{\circ}\text{C} - t_b}$$

n = nº de gerações
t°C = isoterma média anual
tb = temperatura base ou limiar térmico inferior de desenvolvimento.

Após o cálculo de n, o número de gerações anuais foi obtido, dividindo-se 365 pelo somatório destes valores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Biologia de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em diferentes temperaturas

A duração do período larval de *H. zea* foi inversamente proporcional ao aumento térmico na faixa de 18 a 32°C, havendo uma variação de 29,1 dias entre os extremos de temperatura (Tabela 1).

Tabela 1. Duração média (dias) e viabilidade (%) do período larval de *H. zea* em diferentes temperaturas. UR de 70±10% e fotofase de 14h.

| Temperatura (°C) | Duração (dias) | Int. var. (dias) | Viabilidade (%) |
|---------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| 18 | 43,50±4,50 a | 37-48 | 52,50 ab |
| 20 | 36,09±3,44 b | 31-41 | 45,00 b |
| 22 | 35,16±3,30 b | 30-41 | 40,83 bc |
| 25 | 22,81±2,60 c | 19-27 | 64,16 a |
| 30 | 16,05±2,30 d | 14-20 | 46,66 bc |
| 32 | 14,38±1,10 e | 13-16 | 32,50 c |

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

Valores variáveis para este período foram encontrados por outros autores. Assim, CHAUTANI & ADKISSON (1965) encontraram períodos de 18,3 dias e 18,7 dias para *H. zea* criada em dietas de germe-de-trigo e farinha-de-alfafa respectivamente, na temperatura de 26,6°C. Por outro lado, os resultados obtidos por FYE & McADA (1972) para 25°C foram de 27,8 dias para machos e 26,8 dias para fêmeas, resultados estes que se aproximam dos obtidos nesta pesquisa para a mesma temperatura. PATANA (1985) encontrou, para *H. zea* mantida em dieta artificial, valores menores para 25°C, registrando $17,3 \pm 1,3$ dias para o inseto nesta condição. O resultado obtido por PATANA (1985) encontra-se próximo ao observado no presente trabalho para a temperatura de 30°C. As variações em estudos biológicos são normais, pois tratam-se de populações diferentes e metodologias variáveis.

A viabilidade larval foi baixa em todas as temperaturas, mostrando-se inferior aos 75% preconizados por SINGH (1983). O maior valor foi obtido à 25°C, diminuindo nas temperaturas mais elevadas, especialmente à 32°C (Tabela 1).

A duração do período pupal de *H. zea* também foi inversamente proporcional ao aumento da temperatura na faixa de 20 à 32°C. Estes resultados coincidem com observações feitas por JONES et al. (1978) para a mesma espécie (Tabela 2). Houve uma grande variação entre a duração obtida a 25 e 30°C, sendo que a partir desta última temperatura houve uma estabilização na duração do período pupal.

Tabela 2. Duração média (dias) e viabilidade (%) do período pupal de *H. zea* em diferentes temperaturas. UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14h.

| Temperatura (°C) | Duração (dias) | Int. var. (dias) | Viabilidade (%) |
|---------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| 18 | - | - | - |
| 20 | 27,97±2,86 a | 21-31 | 90,74 a |
| 22 | 19,20±2,06 b | 16-24 | 91,83 a |
| 25 | 15,22±0,99 c | 12-18 | 93,50 a |
| 30 | 7,26±0,75 d | 5-8 | 100,00 a |
| 32 | 6,92±0,78 d | 5-8 | 94,74 a |

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

A duração obtida à 30°C é próxima à referida por VANDERZANT et al. (1962) para a temperatura de 29°C, que foi de 9 dias. ELLINGTON & EL-SOKKARI (1986) encontraram valores bastante inferiores aos observados para as temperaturas de 21,1, 26,7 e 32,2°C, quais sejam 14,9; 9,0 e 5,0 dias respectivamente. PATANA (1985) observou uma duração de 14,4 dias para a temperatura de 25°C, valor bastante próximo ao encontrado neste trabalho. CHAUTANI & ADKISSON (1965) encontraram, para a temperatura de 26,6°C, uma variação de 14 a 19 e 13 a 19 dias para a mesma espécie, quando criadas em dietas de germe-de-trigo e farinha-de-alfafa, valores próximos aos intervalos de variação obtidos neste trabalho.

A viabilidade, a partir de 20°C, foi alta para todas as condições térmicas, sempre superior a 90%, não havendo diferença estatística entre tratamentos (Tabela 2). Por outro lado, não houve emergência de insetos quando as pupas foram mantidas a 18°C, indicando a total inadequação desta temperatura para manutenção de pupas de *H. zea*.

O ritmo de transformação em pupas foi variável nas diferentes temperaturas. Desta forma, enquanto que para as temperaturas de 18, 20 e 22°C o período de transformação foi, em média, de 11 dias, à 30 e 32°C foi de 7 e 4 dias, respectivamente. Em geral houve uma concentração de transformação em pupas com o aumento térmico (Figura 1).

Os maiores pesos de pupas (machos) foram obtidos na temperatura de 20°C; para fêmeas, embora com tendência de maiores valores a 20°C, os pesos foram estatisticamente iguais a 22 e 32°C (Tabela 3).

Em geral, baseando-se na literatura, os maiores pesos de pupas têm sido encontrados em temperaturas na faixa de 25 e 26°C ou pouco acima dela (HARRELL et al., 1979; CHAUTANI & ADKISSON, 1965); PATANA, 1985). Os maiores valores de pupas obtidos na presente pesquisa para *H. zea* mantidas a 20°C não tem justificativas aparentes.

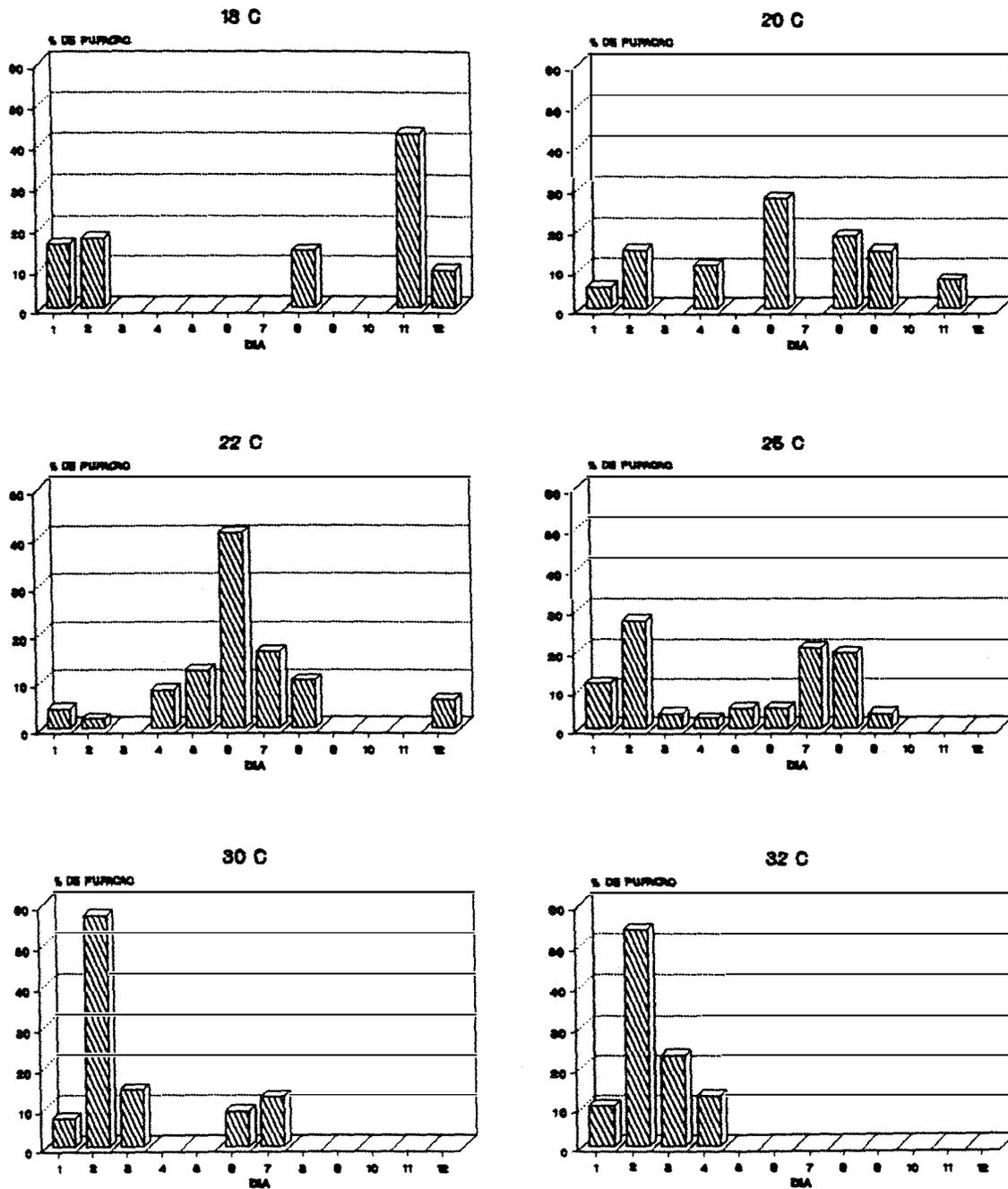


Figura 1. Ritmo de pupação de *H. zea* em diferentes temperaturas. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h.

Tabela 3. Peso médio (mg) de pupas de *H. zea*, com 24 horas de idade, em diferentes temperaturas. UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14h.

| Temperatura (°C) | Peso (mg) | | Int. var. (dias) |
|---------------------|----------------|----------------|---------------------|
| | ♀ | ♂ | |
| 18 | 354,17±38,22a | 338,34±25,07a | 232,6-435,6 |
| 20 | 404,95±67,05a | 405,54±38,41a | 203,2-503,1 |
| 22 | 370,28±42,21ab | 342,11±38,69c | 257,1-447,3 |
| 25 | 356,69±43,88b | 357,86±51,65bc | 234,9-446,6 |
| 30 | 359,22±47,89b | 345,81±52,01bc | 282,3-480,3 |
| 32 | 369,01±53,72ab | 388,60±44,6ab | 266,4-472,5 |

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

O período de incubação decresceu com a elevação térmica na faixa estudada, sendo a viabilidade alta e semelhante em todas as temperaturas (Tabela 4).

Foi observado, para todas as condições térmicas um período de pré-oviposição de 1 dia, coincidindo com o relato de FYE & McADA (1972).

O percentual de deformação de pupas foi bastante baixo (0-3), não havendo relação entre deformações e temperatura.

Tabela 4. Período de incubação (dias) e viabilidade total (%) da fase de ovo de *H. zea* em diferentes temperaturas. UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14h.

| Temperatura (°C) | Duração média (dias) | Int. var. (dias) | Viabilidade (%) |
|---------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|
| 18 | 9,03±0,054 a | 9-11 | 88 a |
| 20 | 8,25±0,053 b | 8-10 | 90 a |
| 22 | 8,39±0,052 b | 8-10 | 94 a |
| 25 | 5,16±0,052 c | 5-7 | 96 a |
| 30 | 4,03±0,054 d | 4-6 | 89 a |
| 32 | 4,16±0,053 d | 4-6 | 92 a |

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

Ocorreu um pequeno percentual de deformação de adultos em todas as temperaturas.

A maior capacidade de postura ocorreu a 20°C, vindo a seguir 25 e 30°C (Figura 2 e Tabela 5). De certa forma, houve correlação direta entre capacidade de postura e peso de pupas (Tabela 3).

Tabela 5. Capacidade de postura de *H. zea* em diferentes temperaturas. UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14h.

| Temperatura (°) | Nº total/♀ | Int. var. |
|-----------------|------------|-----------|
| 20 | 780,73 a | 64-1692 |
| 25 | 612,07 b | 0-1796 |
| 30 | 335,60 c | 6-1488 |

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

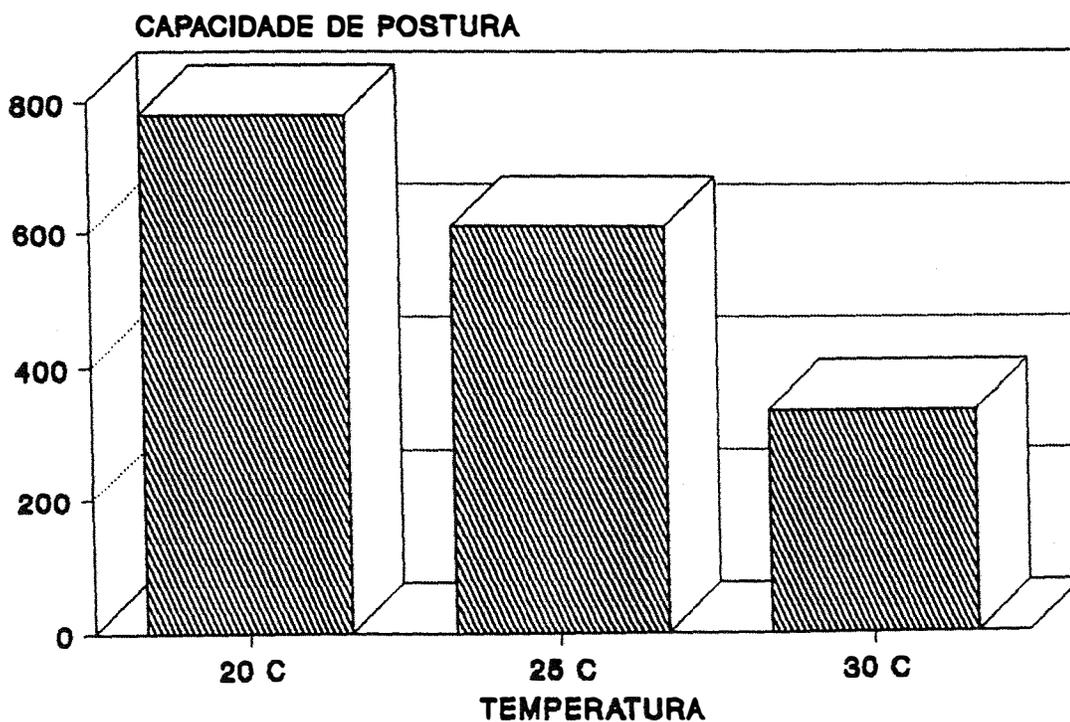


Figura 2. Capacidade de postura de *H. zea* nas temperaturas de 20, 25 e 30°C. UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14h.

Estes resultados são coincidentes com aqueles relatados por FYE & McADA (1972) que também obtiveram maior postura a 20°C, e, se aproximam dos valores registrados por JONES et al. (1978). Em termos médios, os valores de postura encontrados no presente trabalho são bastante superiores aos de PATANA (1985), utilizando dieta artificial semelhante. Os maiores valores obtidos nas temperaturas mais baixas são ainda concordantes com as pesquisas de ELLINGTON & EL-SOKKARI (1986). Desde que *H. zea* apresenta problemas no acasalamento, necessitando de espaço (gaiolas grandes) para voar e realizar a cópula, e como na presente pesquisa foi oferecida esta condição, é de se supor que as variações de postura sejam devidas à temperatura, desde que a umidade, que é um outro fator importante no comportamento de postura de *H. zea*, foi também mantida constante para as 3 temperaturas consideradas. O ritmo de postura foi variável, sendo a postura proporcional à longevidade nas diferentes temperaturas (Tabela 6, Figuras 3 e 4). Insetos mantidos a 20°C colocaram 80% dos ovos entre o 8 e 9º dias, sendo que este percentual foi obtido a 25°C entre o 4 e 5º dias ou no 4º dia para insetos mantidos a 30°C.

As longevidades de ♂ e ♀ foram semelhantes à 25°C, resultados próximos aos relatados por ELLINGTON & EL-SOKKARI (1986) sendo que a 20 e 30°C os machos viveram mais do que as fêmeas; estes resultados de 20 e 30°C são conflitantes com os de FYE & McADA (1972) que encontraram que as fêmeas vivem mais que os machos.

Tabela 6. Porcentagem diária da postura de *H. zea* nas temperaturas de 20, 25 e 30°C. UR de 70±10% e fotofase de 14h.

| Temp. (°C) | 20 | 25 | 30 |
|------------|-------|-------|-------|
| Dias | | (%) | |
| 1 | 22,09 | 24,48 | 23,00 |
| 2 | 13,38 | 18,71 | 23,14 |
| 3 | 10,52 | 16,73 | 29,99 |
| 4 | 9,87 | 13,19 | 7,07 |
| 5 | 11,08 | 10,99 | 7,33 |
| 6 | 4,66 | 5,06 | 2,94 |
| 7 | 4,50 | 5,41 | 3,33 |
| 8 | 2,86 | 2,48 | 2,00 |
| 9 | 3,20 | 1,00 | 1,00 |
| 10 | 4,88 | 1,33 | 0,11 |
| 11 | 4,55 | 0,55 | |
| 12 | 2,30 | 0,01 | |
| 13 | 1,49 | | |
| 14 | 2,27 | | |
| 15 | 1,69 | | |
| 16 | 0,51 | | |
| 17 | 0,06 | | |

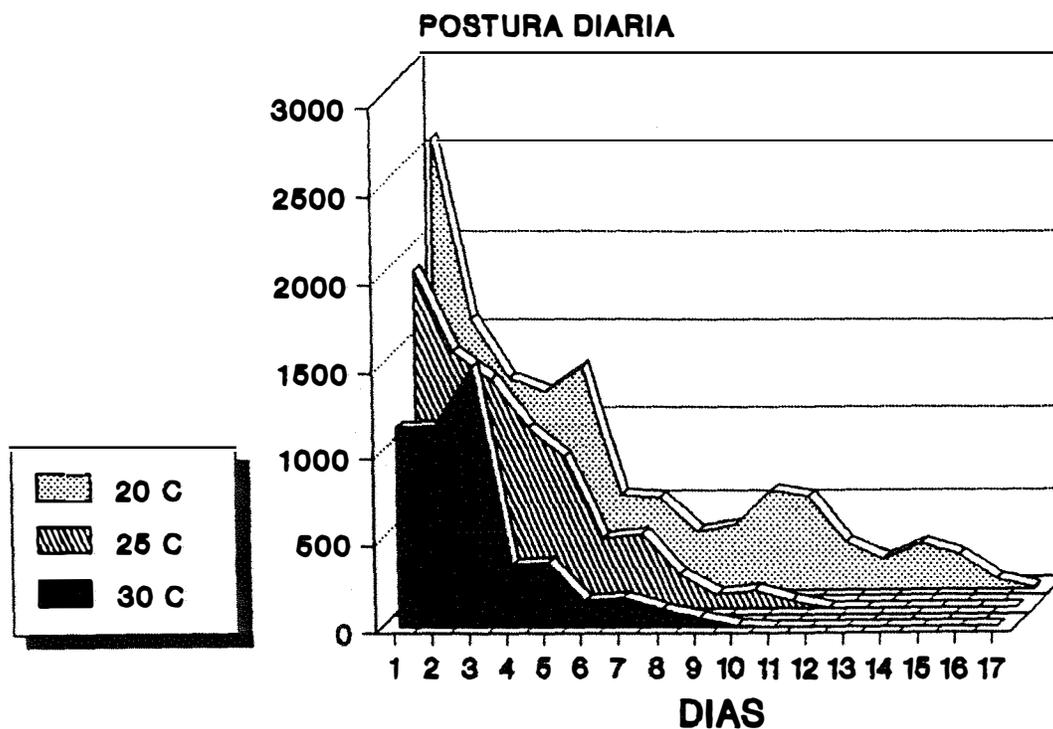


Figura 3. Ritmo de postura de *H. zea* mantida nas temperaturas de 20, 25 e 30°C. UR de 70±10% e fotofase de 14h.

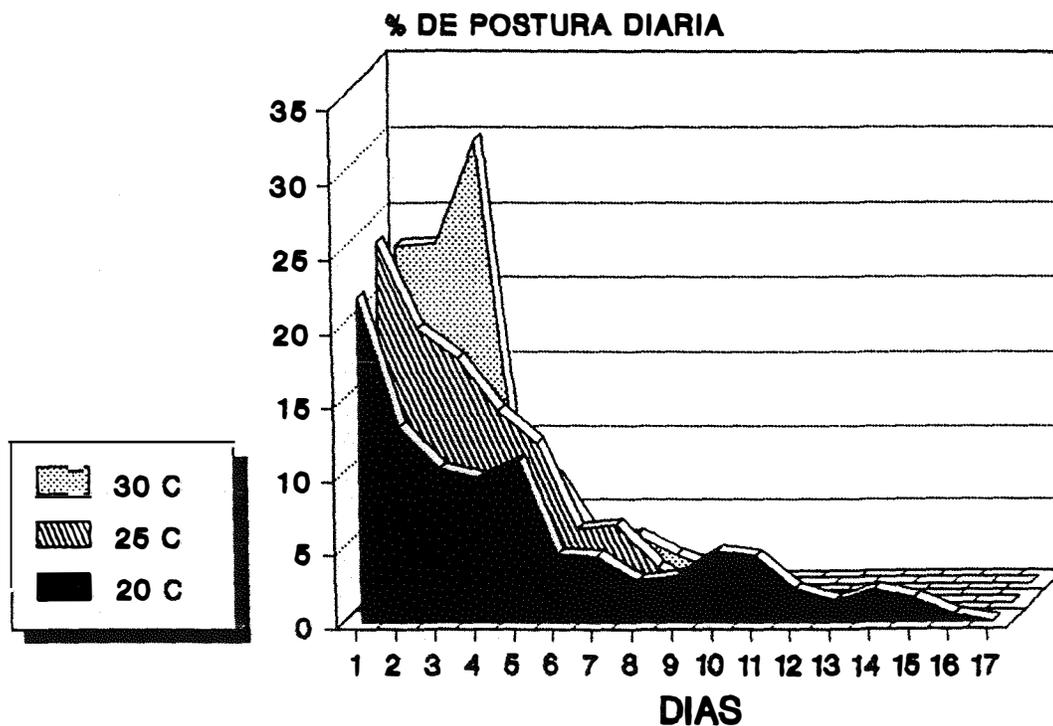


Figura 4. Porcentagem diária de postura de *H. zea* mantidas nas temperaturas de 20, 25 e 30°C. UR de 70±10% e fotofase de 14h.

Em geral, nas temperaturas mais baixas os insetos viveram mais, pois nesta condição (20°) o processo metabólico é menos intenso (PARRA et al., 1991).

é possível estimar a sobrevivência (longevidade) de fêmeas, pois nas 3 temperaturas os resultados obedeceram à distribuição de Weibull. Somente para machos de 20 e 25°C não foi possível estimar esta longevidade (Figuras 5, 6 e 7).

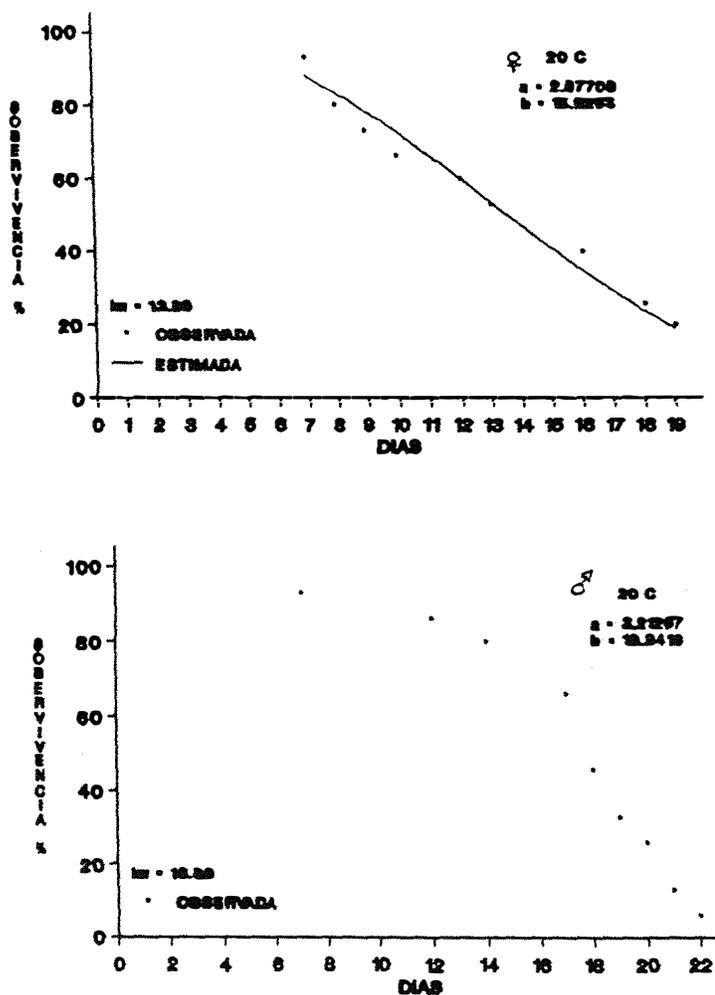


Figura 5. Sobrevivência de adultos (♀ e ♂) de *H. zea* mantidos à 20°C; UR de 70±10% e fotofase de 14h. Valores observados e estimados pela equação de Weibull (machos não obedecem tal equação).

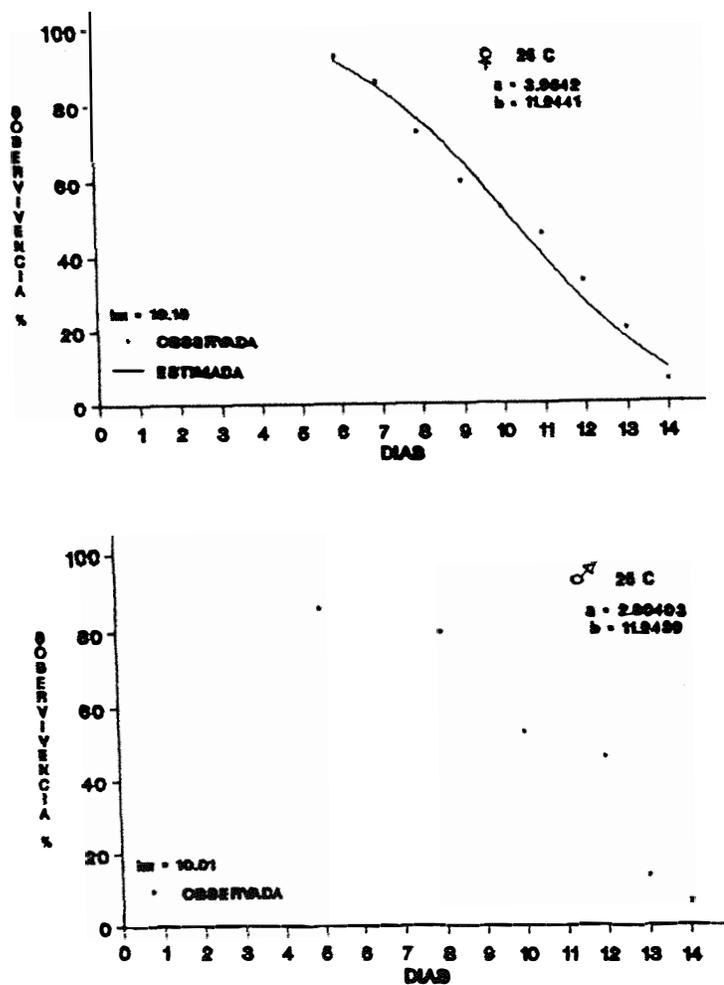


Figura 6. Sobrevivência de adultos (♀ e ♂) de *H. zea* mantidos à 25°C; UR de 70±10% e fotofase de 14h. Valores observados e estimados pela equação de Weibull (machos não obedecem tal equação).

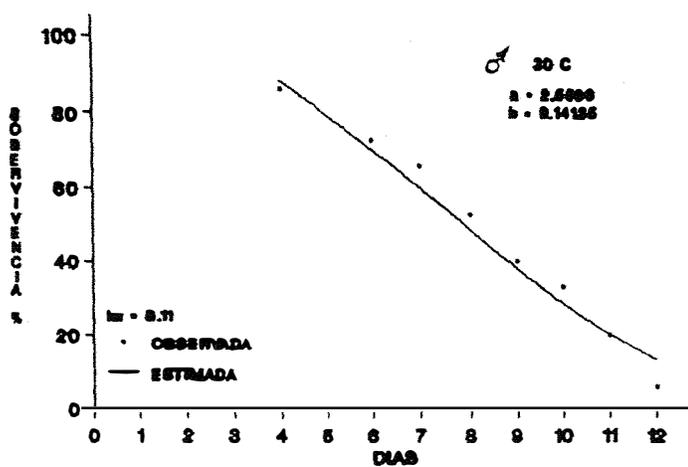
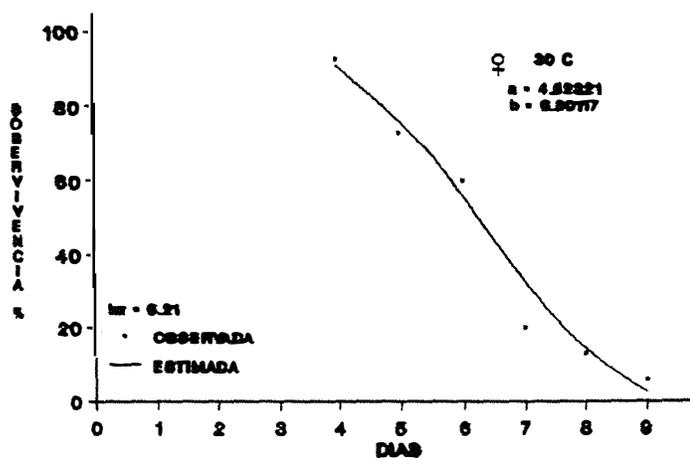


Figura 7. Sobrevivência de adultos (♀ e ♂) de *H. zea* mantidos à 30°C; UR de 70±10% e fotofase de 14h. Valores observados e estimados pela equação de Weibull.

Baseando-se nos dados do potencial biótico corrigido (Tabela 7) a melhor temperatura para a criação de *H. zea* é a de 30°C.

Tabela 7. Potencial biótico corrigido (Pb_{cor}) para *H. zea* criada a 20, 25 e 30°C, UR de 70±10% e fotofase de 14h.

| Temperatura (°C) | Pb_{cor} |
|------------------|------------------------|
| 20 | 7,902231 ¹⁰ |
| 25 | 9,776583 ¹⁰ |
| 30 | 4,452464 ²⁴ |

4.2. Biologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 em diferentes temperaturas

A duração do período ovo-adulto de *T. pretiosum* decresceu com a temperatura na faixa de 18 a 25°C, estabilizando-se a partir desta condição térmica (Tabela 8).

Tabela 8. Duração média (dias) e viabilidade (%) do período ovo-adulto de *T. pretiosum* em ovos de *H. zea*, em diferentes temperaturas. UR de 70±10% e fotofase de 14h.

| Temperatura (°C) | Duração (dias) | Int. var. (dias) | Viabilidade (%) |
|------------------|----------------|------------------|-----------------|
| 18 | 20,33±0,37 a | 17-23 | 52,5 |
| 20 | 15,48±0,30 b | 12-18 | 80,0 |
| 22 | 11,17±0,29 c | 9-18 | 87,5 |
| 25 | 7,43±0,31 d | 7-10 | 75,0 |
| 30 | 7,00 d | 7 | 35,0 |
| 32 | 7,00±0,46 d | 5,13 | 35,0 |

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

A partir de 25°C, houve uma estabilização da velocidade de desenvolvimento.

Esta tendência, registrada na presente pesquisa, foi, de forma geral, semelhante aos resultados obtidos para diferentes espécies de *Trichogramma*, por LUND (1934; 1938), STERN & ATALLAH (1965); BUTLER & LOPEZ (1980). RUSSO & VOEGELÉ (1982a), VOLDEN & CHIANG (1982), CALVIN et al. (1984), YU et al. (1984) e BLEICHER (1985).

Houve um decréscimo de viabilidade nas temperaturas extremas (18, 30 e 32°C), sendo a faixa ótima para o desenvolvimento de *T. pretiosum* obtida na faixa de 20 a 25°C (Tabela 8); estes resultados são coincidentes com aqueles citados por HARRISON et al. (1985), que observaram maior viabilidade à 20°C usando ovos de *H. virescens* como hospedeiro; por outro lado, discordam dos de CALVIN et al. (1984), que citaram 30°C como a temperatura ótima para o desenvolvimento de *T. pretiosum*. LUND (1934) verificou que para *T. minutum* as temperaturas extremas (17 e 32°C) afetaram a viabilidade; resultados semelhantes foram encontrados para *T. nubilale* Ertle e Davis, *T. maidis* Pintureau e Voegelé, *T. shenana* Voegelé e Russo e *T. schuberti* Voegelé e Russo, por RUSSO & VOEGELÉ (1982a). BLEICHER (1985) não constatou diferenças estatísticas entre as viabilidades de *T. pretiosum* e *Trichogramma* sp. coletados em 3 regiões do Brasil e criados em ovos de *Anagasta kueiella* (Zeller, 1879).

As viabilidades do presente trabalho, em geral, foram bastante baixas se comparadas com os resultados

obtidos por BLEICHER & PARRA (1990) em *A. kuehniella* e por SÁ (1991) em *H. zea*. Os maiores valores foram obtidos entre 20 e 25°C (Tabela 8).

Em média, emergiram dois trichogramatídeos por ovo de *H. zea*, havendo uma variação de 1 a 6 indivíduos por ovo (Tabela 9), coincidindo com as observações de STERN & ATALLAH (1965) para *H. zea*. CALVIN et al. (1984) afirmaram que o número de parasitóides em ovos de *Diatraea grandiosella* parasitados por espécies de *Trichogramma* coletados em campo nunca excedeu a quatro indivíduos. HARRISON et al. (1985) referiram que o número de parasitóides por ovos de *H. virescens* foi de 2,1 para *H. pretiosum* à 35°C e 3,4 para *T. exiguum* à 15°C. DATMAN (1966), encontrou 2,5 parasitóides (*T. pretiosum*) por ovo de *H. zea*. No hospedeiro, *A. kuehniella* BLEICHER (1985) encontrou uma média de 1,2 tricogramatídeos por ovo.

Tabela 9. Número médio de *T. pretiosum* emergido por ovo de *H. zea* em diferentes temperaturas. UR de 70±10% e fotofase de 14h.

| Temperatura (°C) | Nº de parasi- tóides/ovo | Int. variação |
|---------------------|-----------------------------|------------------|
| 18 | 2,38 | 1-6 |
| 20 | 2,09 | 1-4 |
| 22 | 1,71 | 1-6 |
| 25 | 2,40 | 1-6 |
| 30 | 2,36 | 1-4 |
| 32 | 2,43 | 1-5 |

Não houve diferença estatística com relação à razão sexual observada nas diferentes condições térmicas, pelo teste não paramétrico de χ^2 (Tabela 10), coincidindo com os resultados obtidos por CALVIN et al. (1984) para este mesmo parasitóide, sendo que resultado análogo foi relatado por VOLDEN & CHIANG (1982) e BLEICHER & PARRA (1989). LUND (1938) observou que a medida que a temperatura diminuía, havia alteração sexual com um menor número de machos. BUTTLER & LOPEZ (1980) trabalhando com três populações de *T. pretiosum*, verificaram que para uma delas havia uma ocorrência maior de fêmeas em temperaturas mais altas. RUSSO & VOEGELÉ (1982b) observaram quatro espécies de tricogramatídeos em diferentes temperaturas e verificaram que em duas delas o percentual de fêmeas apresentava-se constante, enquanto que as outras apresentavam menor percentagem de fêmeas nas temperaturas mais baixas. STOUTHAMER et al. (1990) observaram que em altas temperaturas os microorganismos, que inibem o desenvolvimento de machos, não se desenvolvem; desta forma, com a utilização de antibióticos, que inibem tais microorganismos, mesmo em temperaturas mais baixas, é possível obterem-se machos.

Baseando-se no ciclo biológico de *H. zea* e *T. pretiosum* (Figura 8) foram determinadas as respectivas exigências térmicas (Figura 9).

Tabela 10. Razão sexual de *T. pretiosum* criado em *H. zea* em diferentes temperaturas. UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14h.

| Temperatura (°C) | Razão sexual |
|------------------|--------------|
| 18 | 0,46 a |
| 20 | 0,52 a |
| 22 | 0,45 a |
| 25 | 0,55 a |
| 30 | 0,39 a |
| 32 | 0,38 a |

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

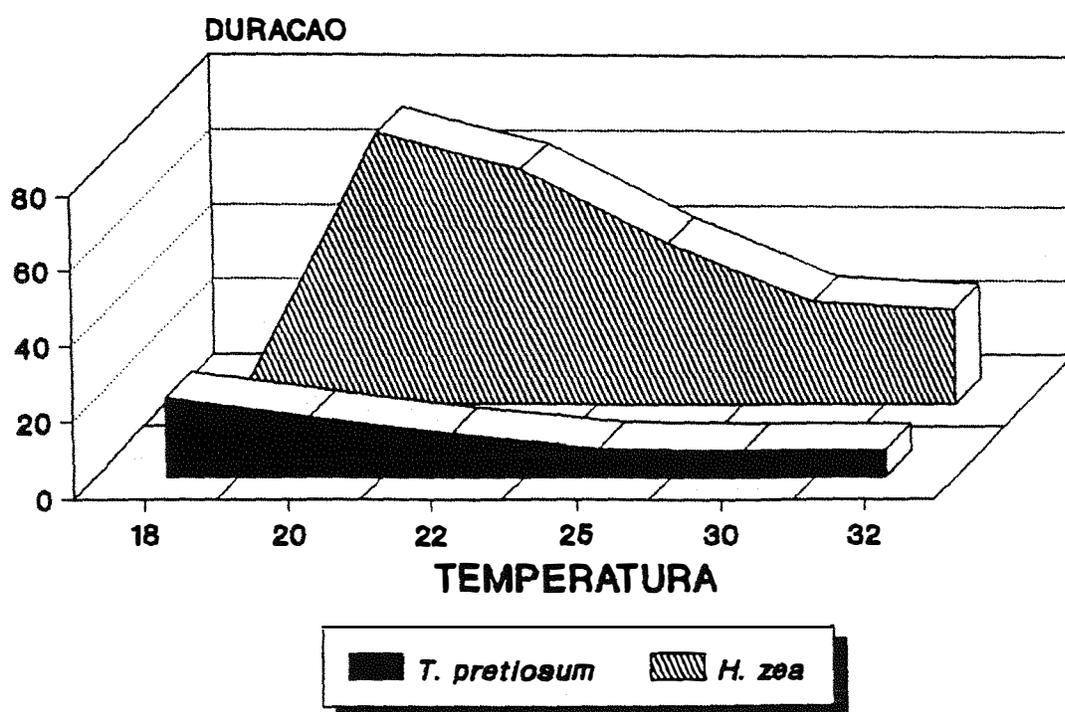


Figura 8. Duração do ciclo de *H. zea* : *T. pretiosum* em diferentes temperaturas. UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14h.

A temperatura base (limite térmico inferior) para período ovo-adulto de *T. pretiosum* foi de 9,7°C com uma constante térmica de 142,00 graus dias (Figura 9A). Estes valores se encontram próximos àqueles relatados por CALVIN et al. (1984) para *T. pretiosum* criados em ovos de *Diatraea grandiosella* Dyar, por HARRISON et al. (1985) para *T. exiguum* Pinto e Platner e *T. pretiosum* criados em *H. virescens* (F.) e por BLEICHER & PARRA (1990) para *T. pretiosum* coletados em *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) e mantidos em *A. kuehniella*.

Para *H. zea*, a temperatura base foi de 14,4°C com uma constante térmica de 440,6 graus dias (Figura 9B).

Baseando-se em isotermas médias anuais é possível ocorrerem de 2,2 a 7 gerações de *H. zea* para regiões com médias de 17 ou 23°. Para *T. pretiosum* este número é variável de 18,7 a 34 gerações nas mesmas condições (Tabela 11).

É óbvio que este resultado é teórico e depende de comprovação em condições naturais. Entretanto, em função do estabelecimento de *T. pretiosum* em condições de campo, este número poderá dar uma indicação do número de liberações do parasitóide para controle da praga.

A grande variação do número de gerações entre praga e parasitóide está relacionada à diferença existente entre o limite térmico inferior das 2 espécies.

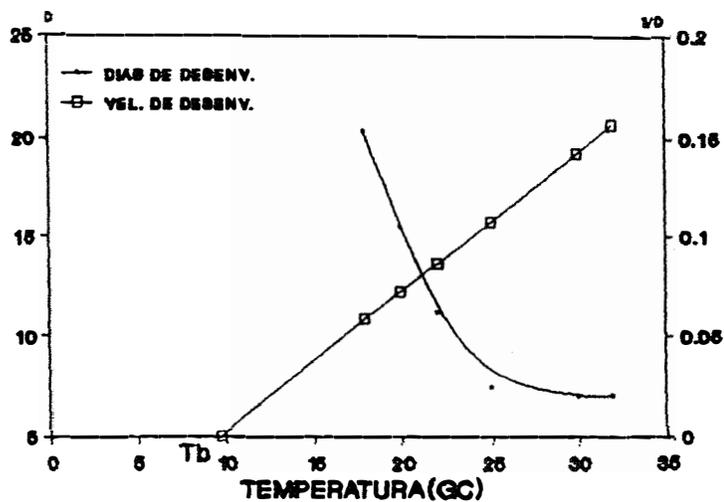
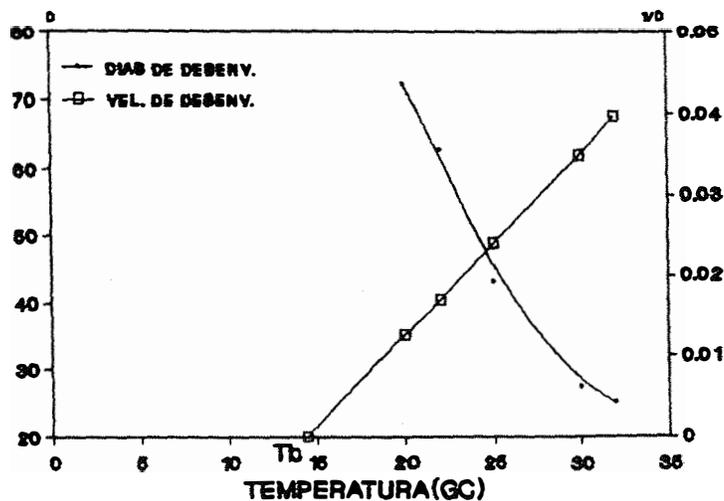
A. Exigências térmicas do período ovo-adulto de *T. pretiosum*B. Exigências térmicas do período ovo-adulto de *H. zea*.

Figura 9. Tempo de desenvolvimento (—●—) e velocidade de desenvolvimento (—□—) do período ovo-adulto de *T. pretiosum* (A) e *H. zea* (B) em função da temperatura.

Tabela 11. Número de gerações de *H. zea* e *T. pretiosum*, com base nas necessidades térmicas, em regiões do Estado de São Paulo, com temperaturas médias anuais iguais.

| Isotermas (°C) | <i>H. zea</i> | <i>T. pretiosum</i> |
|----------------|---------------|---------------------|
| 17 a 18 | 2,2 - 3,0 | 18,7 - 21,2 |
| 18 a 19 | 3,0 - 3,8 | 21,2 - 23,8 |
| 19 a 20 | 3,8 - 4,6 | 23,8 - 26,4 |
| 20 a 21 | 4,6 - 5,5 | 26,4 - 29,0 |
| 21 a 22 | 5,5 - 6,3 | 29,0 - 31,5 |
| 22 a 23 | 6,3 - 7,1 | 31,5 - 34,0 |
| > 23 | > 7,1 | > 34 |

Devem ser conduzidos estudos no sentido de se determinar se *H. zea* entra em diapausa em determinadas épocas do ano devido a fatores climáticos ou mesmo pela ausência de hospedeiro; neste caso, o número de gerações da praga e do parasitóide pode ser drasticamente reduzido. Em regiões mais quentes a diferença entre o número de gerações é menor (Tabela 11).

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados da presente pesquisa pode-se concluir:

1. Existe uma relação inversa entre duração da fase larval de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) e o aumento de temperatura, na faixa de 18 a 32°C;
2. Para a fase pupal de *H. zea*, também ocorre relação inversa entre duração e incremento térmico na faixa de 20 a 32°C;
3. A temperatura constante de 18°C é letal para pupas de *H. zea*;
4. A temperatura de 30°C é a mais adequada para a criação da lagarta-da-espiga;
5. A temperatura não afeta a viabilidade pupal de *H. zea*;
6. O aumento de temperatura concentra o período de pupação de *H. zea*;
7. Há uma correlação direta entre peso de pupas (fêmeas) e número de ovos colocado por *H. zea*;

8. A temperatura não afeta a mortalidade do embrião de *H. zea*, havendo diminuição do período de incubação com o aumento de temperatura na faixa de 18 a 32°C;

9. A capacidade de postura de *H. zea* é maior a 20°C;

10. Existe concentração de postura nas temperaturas mais elevadas;

11. O inseto vive mais nas temperaturas mais baixas, e a sobrevivência de fêmeas obedece à distribuição de Weibull a 20, 25 e 30°C;

12. Há uma relação inversa entre o ciclo (ovo-adulto) de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e o aumento de temperatura;

13. A temperatura não afeta a razão sexual de *T. pretiosum*;

14. O limite térmico inferior (temperatura base) de *T. pretiosum* é bem menor do que o de *H. zea*;

15. A constante térmica de *H. zea* é de 440,6 graus dias e a de *T. pretiosum* 142,6 graus dias;

16. O número de gerações de *T. pretiosum* é de 8,5 a 4,8 vezes o de *H. zea*, dependendo da temperatura anual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R.P. & PARRA, J.R.P. Capacidade de parasitismo de ovos de *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) e *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) por duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12, Belo Horizonte, 1989. **Resumos**. Belo Horizonte, SEB, 1989. p.193.
- BARBER, G.W. & DICKE, F.F. Effect of temperature and moisture on overwintering pupae of the corn earworm in the northeastern states. **Journal of Agricultural Research**, Washington, 59(10): 711-23, 1939.
- BIEVER, K.D. Effect of temperature on the rate of search by *Trichogramma* and its potential application in field releases. **Environmental Entomology**, Lanham, 1(2): 194-7, 1972.
- BLEICHER, E. **Biologia e exigências térmicas de populações de *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae)**. Piracicaba, 1985. 79p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BLEICHER, E. & PARRA, J.R.P. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. III. Determinação das exigências térmicas de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 25(2): 21509, 1990.

- BOWEN, W.R. & STERN, V.M. Effect of temperature on the production of males and sexual mosaics in a uniparental race of *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, 59(4): 823-34, 1966.
- BRUN, P.G.; MARQUES, J.; MORAES, G.W.G. Estudo da influência da temperatura no aparecimento de machos em espécies deuterótocas de *Trichogramma* sp. (Hym., Trichogrammatidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 7., Fortaleza, 1981. Resumos. Fortaleza, SEB, 1981. p.143-4.
- BURTON, R.L. Mass rearing the corn earworm in the laboratory. Washington, USDA/ARS, 1969. 8p. (USDA/ARS 33-134).
- BURTON, R.L. A low-cost artificial diet for the corn earworm. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 63(6): 1969-70, 1970.
- BUTLER Jr., G.D.; HAMILTON, A.G.; PROSHOLD, F.I. Developmental times of *Heliothis virescens* and *H. subflexa* in relation to constant temperature. *Annals of the Entomological Society of America*, Lanham, 72(2): 263-6, 1979.
- BUTLER Jr., G.D. & LOPEZ, J.D. *Trichogramma pretiosum* development in two hosts in relation to constant and fluctuating temperatures. *Annals of the Entomological Society of America*, Lanham, 73(6): 671-3, 1980.
- BUTT, B.A. & CANTU, E. Sex determination of Lepidopterous pupae. Washington, USDA, 1962. 7p.

- CALLAHAN, P.S. Techniques for rearing the corn earworm, *Heliothis zea*. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 55(4): 453-7, 1962.
- CALVIN, D.D.; KNAPP, L.C.; WELCH, S.L.; POSTON, F.L.; ELZINGA, R.J. Impact of environmental factors on *Trichogramma pretiosum* reared on southwestern corn borer eggs. *Environmental Entomology*, College Park, 13(3): 774-80, 1984.
- CHAUTANI, A.R. & ADKINSSON, P.L. Comparison of two artificial diets for rearing *Heliothis zea* larvae for insecticide tests. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 58(6): 1163-4, 1965.
- EGER Jr., J.E.; WITZ, J.A.; HARTSTACK Jr., A.W., STERLING, W.L. Survival of pupae of *Heliothis virescens* and *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae) of low temperatures. *Canadian Entomologist*, Ottawa, 114(2): 289-301, 1982.
- ELLINGTON, J.J. & EL-SOKKARI, A. A measure of the fecundity, ovipositional behavior, and mortality of the bullworm *Heliothis zea* (Boddie) in the laboratories. *The Southwestern Entomologist*, Welasco, 11(3): 177-93.
- ESCALANTE, G.J.A. Contribución al conocimiento de la biología de *Heliothis zea* y *Spodoptera frugiperda* en el Cusco. *Revista Peruana de Entomología*, Lima, 17(1): 121-2, 1974.
- FITT, G.P. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. *Annual Review of Entomology*, College Station, 34: 15-52, 1989.

- FYE, R.E. & McADA, W.C. Laboratory studies on the development, longevity and fecundity of six lepidopterous pests of cotton in Arizona. Washington, USDA, 1972. 73p. (USDA. Technical Bulletin, 1454).
- FYE, R.E. & POOLE, K.H. Effect of high temperatures on fecundity and fertility of six lepidopterous pests of cotton in Arizona. Washington, USDA/ARS, 1971. 8p. (USDA, ARS, 131).
- FYE, R.E. & SURBER, D.E. Effect of several temperature and humidity regimens on eggs of six species of lepidopterous pests of cotton in Arizona. *Journal of Economic Entomology*, College Park, **64**(5): 1138-42, 1971.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VVENDRAMIM, J.D. 2.ed. *Manual de entomologia agrícola*. São Paulo, Agronômica Ceres, 1988. 649p.
- GARCIA, B.G. Método de crianza artificial y masiva de *Heliothis virescens* F. *Revista Peruana de Entomologia Agrícola*, Lima, **3**(1): 65-6, 1960.
- GOODNOUGH, J.L.; HARTSTACK, A.W.; KING, E.G. Developmental models for *Trichogramma pretiosum* models for *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on four hosts. *Journal of Economic Entomology*, College Park, **76**: 1095-102, 1983.

- GROSS Jr., H.R. Effect of temperature, relative humidity and free water on the number and normaly of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) emerging from eggs of *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology*, Lanham, 17(3): 471-5, 1988.
- GUERRA, A.A. & OUYE, M.T. Health larval development and adult longevity of four lepidopterous species after thermal treatment of eggs. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 61(1): 14-6, 1968.
- HADDAD, M.L. & PARRA, J.R.P. Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo evolutivo dos insetos. Piracicaba, FEALQ, 1984 (Agricultura e Desenvolvimento).
- HARRELL, E.A.; PERKINS, W.D.; MULLINIX, B.G. Effect of temperature, relative humidity, and air velocities on development of *Heliothis zea*. *Annals of the Entomological Society of America*, Lanham, 72(2): 222-3, 1979.
- HARRISON, W.W.; KING, E.G.; QUZTS, J.D. Development of *Trichogramma exiguum* and *T. pretiosum* at five temperature regimens. *Environmental Entomology*, Lanham, 14: 118-21, 1985.
- HOLTZER, T.O.; BRADLEY Jr., J.R.; RABB, R.L. Effects of various temperatures regimens on the time required for emergence of diapausing *Heliothis zea*. *Annals of the Entomological Society of America*, Lanham, 69(2): 257-60, 1978.

- HSIAO, H.S. Circadian activity of *Heliothis zea* at different temperatures studies with an acoustic actograph. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, 71(1): 115-20, 1978.
- JONES, R.L.; PERKINS, W.D.; SPARKS, A.N. Corn earworm: effects of temperature variation on a ecology. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, 71(3): 393-6, 1978.
- KING, E.G. & COLEMAN, R.J. Potential for biological control of *Heliothis* species. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, 34: 53-75, 1989.
- KING, E.G. & LEPPLA, N.C. **Advances and challenges in insect rearing**. New Orleans, USDA/ARS, 1984. 306p.
- LOPEZ Jr., J.D. Thermal requirements for diapause termination in laboratory cultures of *Heliothis zea* and *H. virescens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Environmental Entomology**, Lanham, 15(4): 919-23, 1986.
- LOPEZ Jr., J.D. & MORRISON, R.K. Effect of high temperatures on *Trichogramma pretiosum* programed for field release. **Journal of Economic Entomology**, College Park, 73(5): 667-70, 1980.
- LUND, H.O. Some temperature and humidity relations of two races of *Trichogramma minutum* Riley. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, 27: 324-40, 1934.
- LUND, H.O. Studies on longevity and productivity in *Trichogramma evanescens*. **Journal of Agricultural Research**, Washington, 56(6): 421-39, 1938.

- MANGAT, B.S. & APPLE, J.W. Corn earworm development in relation to temperature. **Journal of Economic Entomology**, College Park, 59(4): 1005-6, 1966.
- NEIL, K.A. & SPECHT, H.B. Field releases of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for suppression of corn earworm, *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), egg populations on sweet corn in Nova Scotia. **Canadian Entomologist**, Ottawa, 122: 1259-66, 1990.
- OATMAN, E.R. Parasitization of corn earworm eggs on sweet corn silk in Southern California, with notes on larval infestations and predators. **Journal of Economic Entomology**, College Park, 59(4): 830-5, 1966.
- PARRA, J.R.P. Criação de insetos para estudos com patógenos. In: ALVES, S.B., coord. **Controle microbiano de insetos**. São Paulo, Manole, 1986. p.348-73.
- PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S.; HADDAD, M.L. Biology and thermal requirements of *Trichogramma galloi* Zucchi and *T. distinctum* Zucchi, on two alternative hosts. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRICHOGRAMMA AND OTHER EGG PARASITES, 3. San Antonio, 1990. Paris, INRA, 1991. p.81-4 (Les Colloques de l'INRA, 56).
- PATANA, R. **Rearing cotton insect in the laboratory**. USDA/ARS, 1969. 6p. (USDA/ARS. Production Research Report, 108).
- PATANA, R. *Heliothis zea/Heliothis virescens*. In: SINGH, P. & MOORE, R.F. **Handbook of insect rearing**. New York, Elsevier Science Publ., 1985. v.3, p.329-34.

- RUSSO, J. & VOEGELÉ, J. Influence de la température sur quatre espèces de trichogrammes (Hym., Trichogrammatidae) parasites de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hubn. (Lep., Pyralidae). I. Développement préimaginal. *Agronomie*, Paris, 2(6): 509-16, 1982a.
- RUSSO, J. & VOEGELÉ, J. Influence de la température sur quatre espèces de trichogrammes (Hym., Trichogrammatidae) parasites de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hubn. (Lep., Pyralidae). II. Reproduction et survie. *Agronomie*, Paris, 2(6): 517-24, 1982b.
- SÁ, L.A.N. de. Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, visando avaliar o seu potencial para controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho. Piracicaba, 1991. 107p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- SÁ, L.A.N. de; MONTEIRO, R.C.; ZUCCHI, R.A.; PARRA, J.R.P.; FRANCO, A.L.J.; SUZUKI, C.T. Parasitismo de pragas de milho por *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 em condições de campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14., Recife, 1991. Resumos. Recife, SEB, 1991. p.53.
- SGRILLO, R.B. A distribuição de Weibull como modelo de sobrevivência de insetos. *Ecosistema*, Espírito Santo do Pinhal, 7: 10-3, 1982.
- SHOREY, H.H. A simple artificial rearing medium for the cabbage looper. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 56(4): 536-7, 1963.

- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A.
Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Agronômica Ceres, 1976. 419p.
- SINGH, P. & MOORE, R.F. **Handbook of insect rearing.** New York, Elsevier Science Publ., 1985. v.3, 514p.
- STERN, V.M. & ATALLAH, Y.H. Ecological studies of *Trichogramma setorridum* and emergence of two *Trichogramma* species from the same host eggs. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, 58(1): 76-81, 1965.
- STOUTHAMER, R.; LUCK, R.F.; HAMILTON, W.D. Antibiotics cause pathenogenetic *Trichogramma* (Hymenoptera/Trichogrammatidae) to revert to sex. **Proceedings of the National Academic of Science of United States of America**, New York, 87(7): 2424-7, 1990.
- VANDERZANT, E.S.; RICHARDSON, C.D.; FORT Jr., S.W. Rearing of the bullworm on artificial diet. **Journal of Economic Entomology**, College Park, 55(1): 140, 1962.
- VENDRAMIM, J.D. & PARRA, J.R.P. Utilização do índice potencial reprodutivo corrigido em estudos de resistência de plantas e insetos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, X, Rio de Janeiro, 1986. **Resumos.** Rio de Janeiro, SEB, 1986. p.173.
- VOLDEN, C.S. & CHIANG, H.C. Temperature relationships of development of *Trichogramma ostriniae*. **Les trichogrammes.** Antibes, INRA, 1982. p.97-100. (Les Colloques de l'INRA, 9).

- WISEMAN, B.R. & ISENHOUR, D.J. Effects of temperature on development of corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) on meridic diets of resistant and susceptible corn silks. *Environmental Entomology*, Lanham, 18(3): 683-6, 1989.
- YU, D.S.K.; HAGLEY, E.A.C.; LAING, J.E. Biology of *Trichogramma minutum* Riley collected from apples in southern Ontario. *Environmental Entomology*, Lanham, 13(5): 1324-9, 1984.
- YU, D.S.K.; LAING, J.E.; HAGLEY, E.A.C. Dispersal of *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in an apple orchard after inundative releases. *Environmental Entomology*, Lanham, 13(2): 371-4, 1984.