BIOECOLOGIA DA TRAÇA-DOS-CEREAIS, *Sitotroga cerealella* (OLIVIER, 1819) E SEU CONTROLE BIOLÓGICO EM MILHO ARMAZENADO COM *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879 E *Bracon hebetor* SAY, 1857.

MARILISE SOUZA RAGASSI INOUE

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 de título de Mestre em Ciências - Área de concentração: Entomologia.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Novembro - 1997

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

Inoue, Marilise Souza Ragassi
Bioecologia da traça-dos-cereais, *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) e seu controle biológico em milho armazenado com *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *Bracon hebetor* Say, 1857 / Marilise Souza Ragassi Inoue. - - Piracicaba, 1997.
101 p. : il.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997.
Bibliografia.

1. Bioecologia 2. Braconídeo 3.Controle biológico 4. Milho armazenado 5. Traça-dos cereais 6. Tricogramatídeo I. Título

CDD 633.15
632.78

BIOECOLOGIA DA TRAÇA-DOS-CEREAIS, *Sitotroga cerealella* (OLIVIER, 1819) E SEU CONTROLE BIOLÓGICO EM MILHO ARMAZENADO COM *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879 E *Bracon hebetor* SAY, 1857.

MARILISE SOUZA RAGASSI INOUE

Aprovada em: 11.12.1997

Comissão julgadora:

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra	ESALQ/USP
Dr. Luiz Alexandre Nogueira de Sá	CNPMA/EMBRAPA
Prof. Dr. Paulo Sérgio Machado Botelho	UFSCAR

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra
Orientador

À

Ana Carolina e Flavio,

Dedico

Ao meu pai, José Carlos, à minha mãe, Judite Maria e ao meu irmão, Carlos Francisco

pelo carinho, apoio e incentivo

Ofereço

Agradecimentos

Ao Dr. José Roberto Postali Parra, Professor Associado do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), a quem admiro e respeito, pelo apoio e orientação na execução deste trabalho;

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Entomologia do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pelos ensinamentos transmitidos durante o curso;

À Profa. Dra. Marinéia de Lara Haddad, do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pela orientação nas análises estatísticas dos dados;

Ao Prof. Iran José Oliveira da Silva, do Departamento de Engenharia Rural, pelas sugestões na construção das unidades simuladoras de ambiente de armazenagem de grãos;

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

À FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) e ao CNPq (Conselo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro;

Ao Prof. Dr. João Roberto Spotti Lopes, Professor do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP pela criteriosa correção do "Summary";

À Bióloga Silvia Monteil Gomes pela amizade, paciência e valiosas críticas e sugestões na realização deste trabalho;

Ao Engenheiro Agrônomo Flavio Shuiti Inoue, pelas valiosas sugestões e colaboração na elaboração das figuras e tabelas;

Às Bibliotecárias do Campus da USP, em Piracicaba, Eliana M.G. Sabino e Kátia M.P. de Andrade, pela revisão das referências bibliográficas;

À Profa. Ivelina Maria P. A. de Souza Marques, pela revisão de texto;

Aos funcionários do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pela atenção dispensada;

Ao Biólogo Heraldo Negri de Oliveira pelo auxílio na confecção dos paióis e fotografias;

Ao Engenheiro Agrônomo Antonio Rogério Iarossi pela colaboração nos experimentos de controle biológico em paióis;

À Neide Graciano Zério pelo apoio durante a execução deste trabalho;

Aos Amigos Ana Gabriela, Bruno, Ceci, Dirceu, Eliana, Fernando, Heraldo, Regina, Rodrigo, Rogério, Silvia, Solange e Teresinha, pelo carinho e incentivo no decorrer do curso;

E a todos que direta e indiretamente contribuíram para a execução deste trabalho.

SUMÁRIO

PÁGINA

LISTA DE FIGURAS x

LISTA DE TABELAS xiii

RESUMO xvii

SUMMARY xix

1 INTRODUÇÃO 1

2 REVISÃO DE LITERATURA 3

2.1 Biologia da traça dos cereais - *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) 4

2.2 Comportamento de *S. cerealella* em grãos armazenados. 7

2.3 O controle de pragas de grãos armazenados e a resistência de insetos 8

2.4 O controle biológico em armazéns 13

2.5 Biologia do parasitóide de ovos - *Trichogramma* spp. em ovos de traças de grãos armazenados 16

2.6 Utilização de *T. pretiosum* em armazéns 18

2.7 Associação de agentes biológicos no controle de pragas de grãos armazenados 22

PÁGINA

3 MATERIAL E MÉTODOS 25

3.1 Criação da traça dos cereais, *S. cerealella*. 27

3.2 Manutenção e multiplicação da linhagem de *T. pretiosum*. 29

3.3 Parâmetros biológicos de *S. cerealella* criada em grãos de milho híbrido, sob diferentes temperaturas. 30

3.3.1 Duração do período ovo-adulto, viabilidade e longevidade de *S. cerealella* em diferentes temperaturas. 30

3.3.2 Capacidade de postura de *S. cerealella* em diferentes temperaturas. 32

3.3.3 Duração do período embrionário e viabilidade de ovos de *S. cerealella*. 32

3.4 Parâmetros biológicos de *T. pretiosum*, parasitando ovos de *S. cerealella*. 33

3.4.1 Capacidade de parasitismo de 3 linhagens de *T. pretiosum* em *S. cerealella*. 33

3.4.2 Seleção da linhagem de *T. pretiosum* adequada para utilização em experimentos de controle de *S. cerealella*, baseando-se no seu desempenho biológico. 34

3.4.3 Capacidade de parasitismo por 48 horas, da linhagem L1 de *T. pretiosum* em diferentes temperaturas. 35

3.5 Utilização de *T. pretiosum* para controle de *S. cerealella* em milho armazenado. 36

3.5.1 Parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *S. cerealella* em diferentes profundidades na massa de grãos de milho. 36

3.5.2 Efeito de *T. pretiosum* isoladamente e associação de *T. pretiosum* e *B. hebetor* para controle de *S. cerealella* em espigas de milho armazenadas em paiol. 39

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 42

4.1 Parâmetros biológicos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819), criada em grãos de milho híbrido, sob diferentes temperaturas - Exigências térmicas. 42

4.1.1 Duração do período ovo-adulto, viabilidade e longevidade de *S. cerealella*. 42

4.1.2 Capacidade de postura, duração do período embrionário e viabilidade de ovos de *S. cerealella*. 52

4.2 Parâmetros biológicos de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 parasitando ovos de *S. cerealella*. 55

4.2.1 Escolha da linhagem a ser utilizada. 55

4.2.2 Parasitismo de *T. pretiosum* (L1) em ovos de *S. cerealella*, em diferentes temperaturas. 63

4.3 Utilização de *T. pretiosum* parasitando ovos de *S. cerealella* em milho armazenado. 67

PÁGINA

4.3.1 Parasitismo de *T. pretiosum* em *S. cerealella* em diferentes profundidades na massa de grãos de milho. 67

4.3.2 Efeito de *T. pretiosum* isoladamente e da associação *T. pretiosum* e *Bracon hebetor* Say, 1857 para controle de *S. cerealella* em espigas de milho armazenadas em paiol. 72

5 CONCLUSÕES 78

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 80

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº PÁGINA

1 **A** - Adulto da traça dos cereais, *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819). **B**- Adulto do parasitóide de ovos, *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879. **C** - Adulto do ectoparasitóide de lagartas *Bracon hebetor*, Say, 1857..... 26

2 Material para criação estoque de *Sitotroga cerealella*, fase de lagarta. **A** - Caixa plástica com 1,5 kg de trigo, infestado com 3g de ovos da traça. **B** - Caixa com proteção contra o ataque de *Bracon hebetor*..... 27

3 Material para criação de *Sitotroga cerealella*, fase de coleta de adultos. **A** - Cilindro de tela contendo trigo dentro do tambor plástico. **B** - Gaiola de emergência de adultos, que consiste de: 1.balde plástico com tampa, 2.cone com tubo de PVC adaptado para coleta dos adultos, 3.tripé. 28

4 Material utilizado para o estudo da biologia de *Sitotroga cerealella* em 6 temperaturas. **A** - Pote plástico contendo milho infestado com ovos da traça para estudo das fases de desenvolvimento. **B** - Tubo de vidro para confinamento de casal da traça, com substrato para oviposição. 31

5 Tambor plástico com milho para estudos sobre o parasitismo de *Trichogramma pretiosum*, com as caixas plásticas contendo os ovos de *Sitotroga cerealella* (dispostos em número de 5, na superfície e em 4 profundidades). 37

FIGURA Nº PÁGINA

6 Caixas plásticas contendo cartões com ovos de *Sitotroga cerealella*. 37

7 Cartões com ovos de *Sitotroga cerealella*, A - não parasitados; B - parasitados. 38

8 Paiol utilizado para avaliação de *Trichogramma. pretiosum* isoladamente e da associação *Trichogramma pretiosum* e *Bracon hebetor*, no controle de *Sitotroga cerealella*, em espigas de milho armazenadas. 39

9 Duração da fase de desenvolvimento e viabilidade total de *Sitotroga cerealella* criada em milho híbrido em 6 temperaturas. UR: 60±10% e fotofase: 14 horas. 45

10 Curva de velocidade de desenvolvimento de *Sitotroga cerealella* (ovo-adulto) criada em milho híbrido, em diferentes temperaturas. UR : 60±10%, fotofase: 14 horas. 45

11 Porcentagem de machos e fêmeas de *Sitotroga cerealella* emergidos de milho híbrido e valores médios, em seis temperaturas. 48

12 Curvas de sobrevivência de machos e fêmeas de *Sitotroga cerealella*, a 18, 20 e 22°C, observadas e estimadas segundo Weibull. UR: 60 ±10% e fotofase: 14 horas. 50

13 Curvas de sobrevivência de machos e fêmeas de *Sitotroga cerealella*, a 25, 30 e 32°C, observadas e estimadas segundo Weibull. UR: 60±10% e fotofase: 14 horas. 51

FIGURA Nº PÁGINA

14 Ritmo de parasitismo de três linhagens de *Trichogramma pretiosum*, com e sem o fornecimento de alimento, parasitando ovos de *Sitotroga cerealella*. Temperatura: 25°C, UR: 60±10% e fotofase: 14 horas. 60

15 Curvas de sobrevivência de três linhagens de *Trichogramma pretiosum*, parasitando *Sitotroga cerealella*, observadas e estimadas segundo Weibull. Temperatura: 25±2°C, UR: 60±10% e fotofase: 14 horas. 62

16 Parasitismo total (% do total de ovos) de diferentes números de *Trichogramma pretiosum* liberados sobre ovos de *Sitotroga cerealella* localizados até a 40cm de profundidade na massa de grãos. 68

17 Porcentagem de ovos de *Sitotroga cerealella*, distribuídos em 4 profundidades, parasitados por diferentes números de *Trichogramma pretiosum* liberados na massa de grãos de milho. Temperatura: 25±2°C, UR: 60±10% e fotofase: 14 horas. 69

18 Variação da população de *Sitotroga cerealella* e do dano produzido, na superfície e em 4 profundidades da massa de espigas de milho, armazenadas em paiol, depois de submetida a infestação e liberação de *Trichogramma pretiosum* isoladamente e liberação de *Trichogramma pretiosum* associado a *Bracon hebetor*. Temperatura: 25±2°C, UR: 60±10% e fotofase: 14 horas. 74

LISTA DE TABELAS

TABELA Nº PÁGINA

1 Linhagens de *Trichogramma pretiosum* estudadas, com seus respectivos hospedeiros e culturas originais, época e procedência da coleta. 34

2 Duração do período ovo-adulto de *Sitotroga cerealella*, criada em milho híbrido, em 6 temperaturas. UR: 60±10% e fotofase: 14 horas. 43

3 Número de gerações de *Sitotroga cerealella* durante o ano, criada em 6 temperaturas constantes. UR: 60±10% e fotofase: 14 horas. 44

4 Viabilidade total de *Sitotroga cerealella* criada em milho híbrido, em 6 temperaturas. UR: 60 ± 10 %, fotofase: 14 horas. 46

5 Longevidade de machos e fêmeas de *Sitotroga cerealella* em 6 diferentes temperaturas. UR: 60±10%, fotofase: 14 horas. 49

6 Capacidade de postura de *Sitotroga cerealella*, criada em milho híbrido, em 6 temperaturas. UR: 60±10% e fotofase: 14 horas. 53

7 Duração e viabilidade do período embrionário de *Sitotroga cerealella* criada em milho híbrido, em 6 temperaturas. UR: 60±10% e fotofase: 14 horas. 54

8 Porcentagem de fêmeas de *Trichogramma pretiosum* de 3 linhagens, alimentadas (mel puro) e não alimentadas, que parasitou ovos de *Sitotroga cerealella*. Temperatura: 25±2°C, UR: 60±10% e fotofase: 14 horas. 56

TABELA Nº PÁGINA

9 Razão sexual de *Trichogramma pretiosum* (L1) criados em ovos de *Anagasta kuehniella*. Temperatura: 25°C, UR 60±10%, e fotofase: 14 horas. 57

10 Capacidade de parasitismo de 3 linhagens de *Trichogramma pretiosum*, alimentadas e não alimentadas, sobre ovos de *Sitotroga cerealella*. Temperatura: 25±2°C, UR: 60±10% e fotofase: 14 horas. 57

11 Longevidade de 3 linhagens de *Trichogramma pretiosum*, alimentadas e não alimentadas (mel), criadas em *Anagasta kuehniella*, parasitando ovos de *Sitotroga cerealella*. Temperatura: 25±2°C, UR: 60±10% e fotofase: 14 horas. 59

12 Número de ovos parasitados por *Trichogramma pretiosum* (L1) em ovos de *Sitotroga cerealella*, no 1° e 2° dias de parasitismo e total, em 6 temperaturas. UR: 60±10 % e fotofase: 14 horas. 64

13 Emergência de *Trichogramma pretiosum* (L1) em ovos de *Sitotroga cerealella*, no 1° e 2° dias de parasitismo, em 6 temperaturas. UR: 60±10 % e fotofase: 14 horas. 65

14 Porcentagem de fêmeas de *Trichogramma pretiosum* (L1), criadas em *Anagasta kuehniella*, que parasitou ovos de *Sitotroga cerealella*, em 6 temperaturas, no 1° e 2° dias de parasitismo. UR: 60±10% e fotofase: 14 horas. 66

TABELA Nº PÁGINA

15 Parasitismo (% em relação à superfície), de diferentes números de *Trichogramma pretiosum*, liberados na massa de grãos de milho híbrido, sobre ovos de *Sitotroga cerealella* distribuídos em 4 profundidades. Temperatura: 25±2°C, UR: 60±10% e fotofase: 14 horas. 71

16 Número de adultos de *Sitotroga cerealella* obtidos de espigas de milho de 5 profundidades, após a infestação com ovos de *Sitotroga cerealella* e posterior liberação de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma pretiosum* associado com *Bracon hebetor*. Temperatura: 25±5°C, UR: 60±10%, fotofase: 14 horas. 73

17 Redução da população (em % da testemunha) de *Sitotroga cerealella* obtida de espigas de milho de 4 profundidades, após a infestação com ovos de *Sitotroga cerealella* e posterior liberação de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma pretiosum* associado com *Bracon hebetor*. Temperatura: 25±5°C, UR: 60±10 %, fotofase: 14 horas. 73

18 Porcentagem de grãos com dano por ataque de *Sitotroga cerealella* obtidos de espigas de milho de 5 profundidades, após a infestação com ovos de *Sitotroga cerealella,* seguida de liberação de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma pretiosum* associado a *Bracon hebetor*. Temperatura: 25±5°C, UR: 60±10 % e fotofase: 14 horas. 76

TABELA Nº PÁGINA

19 Redução da porcentagem de grãos com dano (em relação à testemunha) causados por *Sitotroga cerealella*, obtida de espigas de milho de 4 profundidades, após a infestação com ovos de *Sitotroga cerealella* e posterior liberação de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma pretiosum* associado com *Bracon hebetor*. Temperatura: 25±5°C, UR: 60±10 %, fotofase: 14 horas..... 76

BIOECOLOGIA DA TRAÇA-DOS-CEREAIS, *Sitotroga cerealella* (OLIVIER, 1819) E SEU CONTROLE BIOLÓGICO EM MILHO ARMAZENADO COM *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879 E *Bracon hebetor* SAY, 1857.

Autora: **MARILISE SOUZA RAGASSI INOUE**

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

RESUMO

Com o objetivo de se avaliar a possibilidade de controle de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) em milho armazenado a granel e em espiga, com o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, isoladamente ou associado ao parasitóide larval *Bracon hebetor* Say, 1857, desenvolveu-se a presente pesquisa. Foram realizados estudos de bioecologia da praga em diferentes temperaturas, bem como a avaliação da performance biológica de *T. pretiosum* em laboratório, parâmetros que, quando associados, fornecem subsídios às liberações inundativas. Os resultados mostraram que o parasitóide *T. pretiosum* apresentou grande potencial para controle de *S. cerealella*, em milho armazenado a granel e em espigas. Para *S. cerealella*, a temperatura mais adequada para criação foi a de 25°C, com uma relação inversa entre a duração do período de desenvolvimento, a longevidade de adultos e a duração do período embrionário em relação às temperaturas. Também sua velocidade de desenvolvimento foi dependente da temperatura, podendo haver de 4,8 a 10,6 gerações por ano. Independente da temperatura a relação sexual de *S. cerealella* foi de 1macho:1fêmea e sua capacidade de postura foi de 130,5 ovos/fêmea, em média. Para *T. pretiosum*, houve diferença entre

linhagens no parasitismo de ovos de *S. cerealella*, sendo que, independente da linhagem, as fêmeas foram mais longevas e um maior número delas parasitou, quando recebeu alimento. A viabilidade total e a porcentagem de fêmeas que parasitou foram proporcionais ao aumento de temperatura. Os parasitóides liberados na massa de grãos de milho parasitaram ovos de *S. cerealella* até a 40 cm de profundidade. Uma maior eficiência pode ser obtida com a liberação sendo feita no início do ataque da traça, e liberação de um maior número de parasitóides, até um máximo de 12 parasitóides para cada ovo de *S. cerealella*. O parasitismo de *T. pretiosum* decresceu, em média, 1,92% para cada centímetro de profundidade, e apesar do parasitóide ser fototrópico positivo, a luz não afetou a sua ação sobre os ovos da traça, na massa de grãos de milho. Para milho em espigas, a liberação de *T. pretiosum* foi eficiente no controle de *S. cerealella*, promovendo redução de 60,7% na população de adultos da traça e de 63,1% na porcentagem de danos causados às espigas, armazenadas em paióis de tela. A liberação de *T. pretiosum* associado a *B. hebetor* não resultou em vantagens no controle de *S. cerealella*, uma vez que não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos, apesar da tendência numérica de maior eficiência para a associação dos dois parasitóides, com acréscimo de 8,69% na redução da população de adultos de *S. cerealella*, e de 1,72% na redução de danos nas espigas, em comparação ao tratamento de *T. pretiosum* isoladamente.

BIOECOLOGY OF THE ANGOUMOIS GRAIN MOTH, *Sitotroga cerealella* (OLIVIER, 1819), AND ITS CONTROL THROUGH *T. pretiosum* RILEY, 1879 AND *Bracon hebetor* SAY, 1857, IN STORED CORN.

Author: Marilise Souza Ragassi Inoue

Adviser: Prof. Dr. José Roberto Postali Parra

SUMMARY

This work was carried out to evaluate the potential use of the biological control against the Angoumois grain moth in stored corn (with grain or husks) by using the egg parasitoid *T. pretiosum* alone or associated with the larval ectoparasitoid *Bracon hebetor*. After basic studies about the pest bioecology and the parasitoid biological performance, under laboratory conditions, we have the following conclusions: the best rearing temperature for *S. cerealella* is about 25 °C, with an inverse relationship between the life cycle length and the temperature increase, as between the parasitoid adult longevity and the egg development period. It is possible to have a range from 4.8 to 10.6 *S. cerealella* generations per year, depending on the temperature. However, the moth sex ratio was not affected by temperature, and its average egg laying capacity was 130.5 eggs per female, in the range studied. There was a variation in parasitism among different *T. pretiosum* strains, but, for all conditions, longevity and the number of parasitizing females were increased when adult parasitoids were fed on pure honey. The highest emergence and parasitization rates occurred under higher temperatures (25-30 and 32 °C). In bulk corn, *T. pretiosum* parasitized eggs up to a depht of 40 cm in spite of being considered a phototropic insect. A greater efficiency can be obtained by releasing it at the beginning of

the moth infestation and by releasing a larger number of parasitoids, up to 12 parasitoids per each egg of *S. cerealella*. Parasitism decreased at a rate of 1.92% per centimeter in depth. For husk stored corn, the *T. pretiosum* released alone resulted in a significative reduction of the moth population (60.7%) and in reducion of husk damage (63.1%). The joint release of *T. pretiosum* and *B. hebetor* did not improve the control of *S. cerealella* statistically, if compared with *T. pretiosum* alone, although there was a higher (8.69%) numeric efficiency under the joint release treatment. In conclusion, *T. pretiosum* shows a great potential to be used for the control of the *S. cerealella* in stored corn through inundative releases.

1 INTRODUÇÃO

O armazenamento e a conservação de grãos vêm assumindo importância cada vez maior, devido à crescente demanda de alimentos em todo o mundo (Kososki, 1981). As principais preocupações, durante o armazenamento, são com as perdas ocorridas, dentre as quais o ataque de insetos aparece como fator importante (Dell'Orto Trivelli, 1984).

Segundo Puzzi (1977), a Food and Agricultural Organization-FAO estima que as perdas causadas pelo ataque de insetos aos grãos armazenados são em torno de 10% da produção mundial. No Brasil, tais perdas são estimadas em torno de 20%, devido às condições precárias de armazenamento no meio rural e ao clima tropical, que favorecem tais ataques (Kososki, 1981). No Paraná, um levantamento realizado em 1984 indicou que 47% das propriedades do Estado estavam com o milho classificado comercialmente como "abaixo do padrão" e que 27% produziram milho do tipo 3 (o último comercialmente aceito), sendo que o fator preponderante para a depreciação deste milho foi o ataque de traças e gorgulhos (Santos et al., 1990).

O milho que vem do campo, freqüentemente já se encontra infestado pela traça e gorgulhos, em conseqüência da alta capacidade de vôo desses insetos e existência, nas proximidades do campo, de algum foco de infestação (Puzzi, 1977). Também Schulz & Laborius (1986) reconhecem a necessidade de adoção de medidas de controle logo após a colheita.

A associação de vários insetos pragas ao milho armazenado e seus subprodutos, provocam perdas quantitativas e qualitativas, como perda de peso (Maranhão, 1939), perda de energia no alimento, tanto para consumo humano como

animal (Storey et al., 1982; Demianyk & Sinha, 1987), perda do poder germinativo de sementes (Wilbur & Halazon, 1965; Santos et al., 1990; Almeida & Murta, 1995), deixam fragmentos indesejáveis na massa de grãos (Puzzi, 1977), etc. Além do dano direto ao grão, os insetos desempenham papel importante no desenvolvimento e distribuição de fungos (Agrawal et al., 1957), contribuindo assim, para uma maior depreciação do produto armazenado.

A forma de controle de pragas de grãos armazenados é, atualmente, a química, incluindo expurgo com fosfina ou brometo de metila (prestes a sair do mercado por problemas de resíduos de bromo) e polvilhamento ou pulverização com fosforados e piretróides. O controle químico, embora normalmente seja eficiente, pode acarretar sérios problemas, como a presença de resíduos tóxicos dos produtos (Schulz & Laborius, 1986), diminuição do poder germinativo de sementes (Puzzi, 1977), ou levar à resistência de insetos a inseticidas (Zettler et al., 1973; Zettler, 1982; Pacheco, 1991; Sartori, et al. 1990; Guedes, 1991; Guedes et al., 1995), sobretudo em armazenamento por longos períodos de tempo, com utilização repetida de uma mesma medida de controle. É necessário que se tenham conhecimentos técnicos e cuidados especiais na hora da aplicação, pois fatores como temperatura e umidade da massa, existência de espaço entre grãos que permita espalhar o produto, são decisivos para o êxito da aplicação (Sandvol & Homan, 1986).

Analisando-se este conjunto de fatores, fica evidente a necessidade da adoção de métodos alternativos de controle, como o Controle Biológico, dentro de um esquema de Manejo Integrado de Pragas (Brower & Press, 1990). Assim, o objetivo da presente pesquisa é avaliar a eficiência de controle de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819), através do parasitóide de ovos, *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, quando liberado isoladamente ou associado com o parasitóide larval *Bracon hebetor* Say, 1857, em milho armazenado a granel e em espiga. Estudos paralelos, da bioecologia da praga e do parasitóide, além do comportamento de *T. pretiosum* (penetração na massa de grãos e número de indivíduos a ser liberado) fornecerão subsídios a este tipo de controle, já desenvolvido em outros países para este tipo de traça.

2 REVISÃO DE LITERATURA

As pragas dos produtos armazenados apresentam algumas características peculiares que explicam sua alta capacidade de infestação e proliferação. Geralmente são de pequeno porte, se locomovendo com facilidade nos espaços intersticiais da massa de grãos, são adaptadas a viverem em ambientes escuros, têm elevado potencial biótico, podem infestar os produtos tanto nos depósitos como no campo e são, em geral, polífagas (Kososki, 1981).

As traças são reconhecidas devido à incapacidade de penetrarem na massa de grãos, permanecendo nas superfícies, nas paredes e tetos dos silos. Em sacarias, as teias produzidas pelas traças são visíveis do lado de fora dos sacos armazenados (Puzzi, 1977).

A presença destas traças atacando grãos armazenados resulta em perdas elevadas. As lagartas dessas espécies contribuem para a perda de qualidade, pelo dano direto ao grão, e, também pela produção de grandes quantidades de teias e "frass" (Brower , 1988). Devido ao uso indiscriminado de agrotóxicos, sobretudo em situações de longo período de armazenamento, pragas de grãos armazenados estão apresentando resistência, o que leva a uma necessidade crítica de desenvolvimento de um esquema de Manejo Integrado de Pragas (Brower & Press, 1990). Neste contexto, vem se renovando o interesse em pesquisas para o controle biológico de pragas de armazéns. Para a utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *Bracon hebetor* Say, 1857, como agentes de controle biológico em armazéns, são necessários estudos relacionados à avaliação de sua eficiência no controle de traças nesse tipo de ambiente, que apresenta condições características de luz, temperatura e distribuição dos insetos na massa de

grãos. Assim, há necessidade de adequação da forma de liberação destes parasitóides, do número a ser liberado, escolha de linhagem mais agressiva, dentre os inúmeros aspectos a serem estudados.

2.1 Biologia da traça dos cereais - *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819).

S. cerealella é uma mariposa da família Gelechiidae, provavelmente originária da África, importante praga primária de cereais, nas regiões tropicais, subtropicais e temperadas quentes (Puzzi, 1977). Já em 1939, Maranhão citava a "traça-dos-cereais" como um dos insetos mais disseminados em armazenagens brasileiras, causando sérios danos, sobretudo em milho.

Arbogast & Mullen (1988) registraram sua presença como praga primária em milho nos EUA. *S. cerealella* pode infestar grãos de cereais como o milho, trigo, arroz, cevada, sorgo e centeio, podendo também atacar outros produtos como feijões, nozes, amendoins, castanhas, cebolas, figos secos, polpa de citros, etc. Foi considerada por Rossetto (1966), a segunda praga de produtos agrícolas armazenados no Brasil, devido aos danos causados, atacando principalmente milho, sendo capaz de ovipositar em grãos tanto no campo como no armazém. Segundo Ismail et al. (1979) pode apresentar 6 gerações ao ano, se alimentando de milho. De acordo com Mills (1965) os adultos são capazes de infestar culturas no campo situadas a mais de 1 km de distância do armazenamento, embora Cogburn & Vick (1981) tenham encontrado pequenas populações desta traça em floresta, a uma distância de 5 Km do armazém mais próximo.

A fêmea, logo após a emergência, libera um feromônio sexual, por meio de uma glândula situada no segmento terminal do abdome. Os machos respondem ao estímulo com rápido bater de asas e são atraídos em direção à fêmea, para realizarem a cópula (Keys & Mills, 1968).

O período de pré-oviposição é de aproximadamente 1 dia (Crombie, 1943). As fêmeas depositam ovos de coloração branca-amarelada, achatados e com a superfície reticulada (Maranhão, 1939), medindo 0,02289 mm^3 (Gomes, 1997), podendo ser colocados em grupos ou isolados, sempre fora do grão (Salama et al., 1991), levando 6 dias para que ocorra a eclosão de lagartas, quando mantidos a 25°C, segundo Mondragón & Almeida (1988).

A capacidade de postura vai de 40 a 280 ovos, dependendo do substrato (Gallo et al., 1988) e da temperatura (Subramanyam & Hagstrum, 1993). Shazali & Smith (1985) avaliando o efeito da temperatura sobre a fecundidade de *S. cerealella*, obtiveram 109 ovos por fêmea em 5,2 dias quando mantidas a 25°C, 106 ovos em 3,5 dias para fêmeas a 30°C e 57 ovos em 3 dias para fêmeas a 35°C, assim como Nantes & Cunha (1978) conseguiram 28,9 ovos por fêmea a 18°C, 60,13 a 22°C e 70,52 a 30°C. Para a temperatura de 27°C, Cônsoli & Amaral Filho (1995) observaram uma fecundidade de 137,4 ovos/fêmea criada em genótipo comercial de milho.

Segundo Barrer[1], citado por Pacheco & Paula (1995), havendo condições ideais (30°C e 70% UR), a lagarta eclode em 4-6 dias. De acordo com Maranhão (1939), essa fase, que também pode ser chamada de traça, apresenta cor branca-amarelada, atingindo cerca de 10 mm no máximo desenvolvimento. Dentro de 24 horas depois da eclosão, as lagartas penetram no grão, geralmente pelo pericarpo, próximo ao embrião, por ser mais tenro. Daí, imediatamente começa a perfurar e se alimentar do germe e endosperma do grão (Salama et al., 1991) até que complete seu desenvolvimento, em 2 a 3 semanas, apresentando 4 ínstares (Crombie, 1943; Mills, 1965; Chippendale, 1970 e Mondragón & Almeida, 1988). A duração do período larval varia com a temperatura, sendo de 34 dias, a 25°C, para Cônsoli & Amaral Filho (1989), e de 29,38 dias para Mondragón & Almeida (1988).

---

[1] BARRER, P.M. The biology of Lepidoptera associated with stored grain. In: **Proc. Aust. Dev. Assit.** Course on Preservation of Stored Cereals, 1981, p. 186-96.

Geralmente a lagarta completa seu desenvolvimento dentro de apenas um grão, de forma que a infestação não é visível neste estágio. Devido ao tamanho do grão de milho, várias lagartas podem se desenvolver em apenas um grão (Dobie et al.[2], citados por Pacheco & Paula, 1995).

Antes da pupação, a lagarta constrói a saída para o exterior, deixando apenas uma película fina no tegumento do grão intacto (Salama et al., 1991). A seguir, a lagarta tece um casulo de seda e passa para a fase de pupa, de coloração marrom que, de acordo com Cônsoli & Amaral Filho (1989) dura 11,95 dias a 24±2°C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas. A mariposa sai do grão rompendo a película fina, deixando um orifício de saída característico, de formato arredondado. A relação sexual é geralmente de 1:1 (Ismail et al., 1979). O adulto apresenta coloração palha, medindo de 5 a 6 mm de comprimento e com envergadura de 11 a 15 mm, asas sedosas, brilhantes e franjadas, sendo as anteriores estreitas, longas e afiladas nas extremidades, com o lado superior ocre-pálido (Barrer[1], citado por Pacheco & Paula, 1995).

A longevidade de adultos de *S. cerealella* é de 8,5 dias a 25°C, 6,5 dias a 30°C e 4,2 dias a 35°C, segundo estudos de Shazali & Smith (1985). Entretanto, Nantes & Cunha (1978) observaram longevidades de 11,72 dias a 18°C, 18,5 dias a 22°C e 20,8 dias a 30°C.

O período médio de desenvolvimento, de ovo a adulto, é de 33 dias segundo Crombie (1943). Segundo Shazali & Smith (1985) este período é de 31,4 dias a 25 °C, 25,1 dias a 30 °C e 37,7 dias a 35°C, enquanto que, para Cônsoli & Amaral Filho (1995), é de 37,9 dias a 27°C.

---

[2] DOBIE,P.; HAINES, C.P.; HODGES, R.J.; PREVETT, P.F. **Insects and arachnids of tropical stored products, their biology and identification: a training manual**. UK, Tropical Development and Research Institute, 273 p. 1984.

A viabilidade total de *S. cerealella*, ou seja, a porcentagem de adultos obtida a partir de um número conhecido de ovos, para criação em milho a 27±2°C foi de 64,5% para Cônsoli & Amaral Filho (1995), valor muito próximo aos 64,04% registrados por Flores et al. (1970).

2.2 Comportamento de *S. cerealella* em grãos armazenados.

Uma vez que ocorra o ataque de insetos nos armazéns, o produto pode ser rapidamente infestado, pela estabilidade deste ecossistema, resultando não só em grandes perdas de grãos, como também em contaminação dos subprodutos, pois fragmentos de insetos são carregados para a farinha e outros subprodutos. Tigar et al. (1994) consideraram que a traça *S. cerealella* aparece como uma das principais pragas primárias no armazenamento de milho, particularmente em locais com maior umidade.

A infestação com *S. cerealella* pode ocorrer ainda em campo. No milho, se verifica sobretudo no estágio final da cultura (Moustafa et al., 1979). Cartwrigth (1939) examinando um grande número de espigas de milho antes da colheita, observou níveis de ataque da ordem de 31%. Esta traça é capaz de infestar grãos intactos, causando danos diretos (ataque larval), e danos indiretos (ataque de pragas secundárias e de fungos) (Weston et al., 1993). Como citado anteriormente, seus ovos são colocados externamente, sendo que a lagarta recém-eclodida penetra no grão e vai então destruindo o seu interior, consumindo o endosperma e o germe.

De acordo com Muhihu (1984), a lagarta de primeiro ínstar dificilmente consegue caminhar mais de 5 cm antes de penetrar no grão. A seguir, vai se desenvolver no seu interior, aí permanecendo até completar o desenvolvimento. Assim, a profundidade de infestação alcançada pela traça vai depender então, principalmente, da capacidade do adulto se locomover por entre os espaços intergranulares, que no caso do milho, são consideravelmente maiores que de outros grãos, favorecendo sua dispersão. Os ovos também podem contribuir para tal variação, pois uma vez colocados nas

superfícies do grão, poderão cair por estes espaços intergranulares. Este autor, estudando a infestação alcançada por *S. cerealella* em milho, obteve que, após duas gerações se encontravam grãos infestados, localizados até a 12 cm de profundidade na massa. O autor considerou também que, devido à fragilidade dos adultos, sua movimentação dentro da massa de grãos é limitada a curtas distâncias, sobretudo em situações de maior compactação de grãos.

Dessa forma, segundo Dell'Orto Trivelli (1984), *S. cerealella* se multiplica na capa superior da massa de grãos, em depósitos a granel, não alcançando mais do que 40 cm de profundidade. Nos grãos de maior profundidade, se houver infestação, a fase jovem continuará se desenvolvendo normalmente, porém os adultos não serão capazes de sair e ovipositar. Inclusive se faz a recomendação de que, para controle em silos, pode-se retirar a camada superficial de grãos, colocá-la em outro silo e cobri-la com grãos, evitando o desenvolvimento das traças localizadas nas camadas inferiores. Já no caso de milho em espiga, armazenado em paióis, a traça pode aprofundar-se mais (Santos, 1987).

2.3 O controle de pragas de grãos armazenados e a resistência de insetos.

Embora os métodos de controle de pragas sejam uma preocupação muito antiga, somente a partir dos anos 60 tais métodos começaram a ser melhor estudados e difundidos, devido à constatação dos problemas causados pela má utilização dos inseticidas químicos (Waib, 1992). O uso continuado de agroquímicos, principalmente quando utilizados de forma inadequada, tem acarretado o desenvolvimento de resistência em insetos.

A ocorrência de insetos pragas de grãos armazenados é influenciada por condições geográficas e climáticas (Sinha & Sinha, 1991). No caso de países tropicais, o problema se intensifica pois as condições de temperatura e umidade são mais favoráveis ao desenvolvimento de insetos e fungos no produto armazenado, durante todo o ano.

Levando-se em consideração que grande parte das perdas, inclusive de milho, ocorrem ainda na área de armazenamento do produtor (na fazenda), torna-se necessário evitar o ataque de insetos neste local. Para tal, devem ser tomadas algumas medidas, como manter a umidade dos grãos em torno de 13,5%, limpar os locais de armazenamento, com a retirada de resíduos de grãos das safras anteriores, que podem funcionar como focos de infestações. Além desses cuidados, devem ser realizadas pulverizações nas paredes internas dos armazéns com inseticidas adequados, e, dependendo dos tratamentos utilizados (expurgos, pulverizações), cuidar das reinfestações com inspeções periódicas (Hohmann et al., 1988).

Santos & Fontes (1990) relataram que 60% da produção de grãos do Brasil ficava armazenada precariamente, na forma de milho em espiga, em estruturas rústicas como paióis, dificultando o controle de insetos, sobretudo pela falta de tecnologia suficiente e de fácil utilização. O armazenamento de milho a granel, com sistemas de aeração, é um tipo de armazenamento mais recomendável, exigindo, no entanto, maior conhecimento técnico e maior investimento inicial, o que refletirá na melhor qualidade do produto final.

O ataque de *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 e *S. cerealella* a espigas de milho com palha, por um período de 8 meses de armazenamento, provocou perda de peso de grãos de 17,56%. Neste período, uma média de 21,67% dos grãos se encontravam infestados pela traça (Bitran et al.,1981).

O controle pode ser realizado com diversos produtos existentes no mercado. Para paióis, Santos (1987) recomenda o expurgo com fosfina utilizando-se lonas plásticas, embora, segundo Wiendl et al. (1975), não se obtenha um controle de insetos em maiores profundidades da massa de grãos. Deve-se sempre retirar os restos do milho do ano anterior, pulverizando-se pisos e paredes internas com deltamethrine ou pirimifós-methyl, para eliminar as eventuais infestações remanescentes. Em paióis, podem-se colocar a cada 30 cm de milho, camadas de folhas de eucalipto ou então pulverizar espigas com os inseticidas já referidos. Deve-se também fazer a escolha das

espigas a serem armazenadas, optando-se por aquelas que apresentarem bom empalhamento, pois estarão mais protegidas do ataque de insetos (Santos, 1987).

Para armazenamento a granel, é necessário que se faça a colheita do milho após a maturação fisiológica (18-20% de umidade), procedendo-se a uma pré-limpeza, completando-se a secagem para até 12-13%. Promove-se, em seguida, o expurgo, fornecendo-se ventilação (aeração) sempre que houver aquecimento e, novos expurgos, se houver reinfestação. Deve-se tomar o cuidado de se realizar o expurgo sempre em condições herméticas, para que não haja escapamento de gases letais, podendo-se optar inclusive por tratamento com pirimifós-methyl para controlar reinfestações.

Bitran et al. (1981) ressaltaram a eficiência do piretróide decamethrin para armazéns, devido à sua estabilidade, com uma ação residual mais prolongada, com bons resultados, sobretudo com sua utilização associada à fumigação com fosfina. Consideraram também que, para uso de malathion, deveria ser respeitado o nível tolerável de resíduos para grãos destinados à alimentação (cereais). Bitran et al. (1982) observaram que tal produto tinha uma ação de controle apenas razoável para traças, mostrando a tendência de início de resistência do inseto a este produto.

Para controle de *S. cerealella*, durante 120 dias no armazém, Aldana et al. (1993) indicaram como produtos mais eficientes, para trigo, em ordem decrescente de eficiência: deltamethrine, pirimifós-methyl, fenitrotin e cyfluthrin. Foram detectados resíduos de inseticidas no trigo tratado, com exceção de deltamethrine, não sendo superados os limites máximos permitidos pela Organização Mundial de Saúde (O.M.S.) e pela FAO.

Os insetos habitam o mundo há cerca de 400 milhões de anos, e o homem, há apenas 2 milhões. Por isso insetos têm uma grande vantagem evolutiva que explica sua capacidade de se adaptar com muito mais facilidade às condições dos diferentes agroecossistemas. Assim, Dunkel (1992) considera que, devido a esse crescente problema de adaptação (resistência) que os insetos vêm apresentando, é

necessário intensificar a busca de métodos alternativos para gerenciar as perdas em vários ecossistemas, incluindo o de armazenamento de grãos. A prática de aplicações profiláticas do mesmo químico, ano após ano, tende a desaparecer em breve, e o manejo integrado de pragas vem se estabelecendo como uma alternativa viável em vários casos, sendo que a escolha de uma alternativa de controle deverá ser baseada nas informações de monitoramento, análise de risco/beneficio e a descrição específica das pragas economicamente mais importantes.

Anteriormente a 1940, sabia-se da existência de apenas oito espécies de insetos resistentes a inseticidas (Pacheco, 1991). Em 1986 havia o relato de 389 espécies resistentes (Georghiou, 1986), sendo que, em 1990, já eram 509 (Metcalf, 1996). A resistência desenvolvida por certas espécies de pragas a alguns inseticidas utilizados para seu controle é um problema que se estende por todo o mundo.

Conforme Almeida et al. (1978) vários fatores podem promover a resistência aos insetos, sendo, na maioria, mecanismos fisiológicos como: armazenamento em estruturas não sensíveis ou inertes quimicamente, aumento na intensidade de excreção ou degradação a produtos não tóxicos.

Segundo Champ & Dyte (1976), em levantamento realizado pela FAO (1972/73) foi verificada resistência ao malathion em 78 dos 86 países amostrados, sendo que a resistência de insetos de grãos armazenados foi constatada nos E.U.A. por Lahue (1969); Zettler (1973 e 1982); Haliscak & Beeman (1983); Horton (1984); Cogan (1982); na Índia por Srivastava (1980), em Taiwan por Kao & Tzeng (1992), no Quênia, Nigéria, Argentina e África do Sul por Cogan (1982), em Uganda por Evans (1985). Verificaram-se também casos de resistência de traças de grãos armazenados a inseticidas como malathion para *Plodia interpunctella* (Hübner), *Ephestia cautella* (Walker) (Zettler, 1982) e *S. cerealella* (Kao & Tzeng, 1992); malathion associado a piretrinas para *P. interpunctella* (Zettler et al., 1973; Mardan & Harein, 1984) e *Cadra cautella* Walker (Zettler et al., 1973); resistência a phoxim para *S. cerealella* (Kao & Tzeng, 1992).

De acordo com Champ & Dyte (1976) a FAO relatou, no período de 1972/73, resistência ao fumigante fosfina em 33 dos 82 países amostrados. Posteriormente, foram registrados casos de resistência em países como Bangladesh (Tyler et al., 1983); Paquistão, Nepal, Butão, Tunísia (Taylor[3] citado por Pacheco et al., 1990) e Índia (Srivastava, 1980).

Resistência a *B. thuringiensis* foi também detectada por McGaughey & Beeman (1988), em colônias de *P. interpunctella* e de *C. cautella* ao se alimentarem continuamente, em laboratório, com dieta tratada com esse patógeno, mostrando que, qualquer controle que possa ser adotado deve ser realizado de forma racional, para evitar problemas futuros.

No Brasil, também foram detectados vários casos de resistência, como para malathion em populações de *Tribolium confusum* Du Val, *Oryzaephilus surinamensis* L. (Pacheco, 1991), *Tribolium castaneum* Herbst., *Sitophilus oryzae* L., *Rhyzoperta dominica* Fabr. (Sartori et al., 1990; Pacheco, 1991) e resistência à fosfina em populações de *S. oryzae, R. dominica* e *T. castaneum* (Pacheco et al., 1990; Pacheco, 1991).

Algumas formas alternativas de controle vêm sendo estudadas para grãos armazenados. Já se testou, por exemplo, a resistência de variedades de milho ao ataque de *S. cerealella* (Flores et al., 1970); a manipulação da atmosfera do armazém, com abaixamento dos teores de O_2 (Storey, 1975); o efeito de armadilhas luminosas para traças (Vick et al., 1979); a redução da segunda geração de *S. cerealella* com a aplicação de *B. thuringiensis* (McGaughey & Kinsinger, 1978); o efeito repelente e tóxico de extratos vegetais para proteção de milho (Bekele et al., 1996). No Brasil, avaliando a

---

[3] TAYLOR, R.W.D. Response to phosphine of field strains of some insect pests of stored products. In: GASGA SEMINAR ON FUMIGATION TECHNOLOGY IN DEVELOPING COUNTRIES, Slough, 1986. Proceedings.London: T.D.R.I., 1986. p.132-140.

ação tóxica de extratos de pimenta-do-reino, *Piper nigrum* (L.), aplicado em milho, Musetti & Almeida (1991) obtiveram mortalidade de até 95% do caruncho, *S. zeamais* em grãos infestados, 90 dias após o tratamento, enquanto Boff & Almeida (1995) obtiveram mortalidades de até 90% de larvas neonatas de *S. cerealella*. Testou-se também a resistência de genótipos de grãos ao ataque de pragas, como para sorgo, em relação ao ataque de *S. zeamais* (Rêgo et al., 1983), e para milho em relação a *S. oryzae* (Carvalho & Corseuil, 1986; Negreiros & Vendramim, 1986 e 1987). Já Wiendl et al. (1975) propõem a técnica do macho estéril para controle de *S. cerealella*.

De uma maneira geral, a prevenção e o controle de insetos em grãos armazenados deve enfocar o emprego dos elementos disponíveis para a obtenção de melhores resultados evitando danos, buscando sempre baixar os custos das aplicações e diminuir os riscos, tanto para os aplicadores, como para os consumidores, considerando sempre fatores como facilidade de aplicação, o grau de controle conseguido sobre as distintas fases de desenvolvimento, as possibilidades de infestação, danos aos produtos tratados e custos comparativos de outros sistemas de controle que poderiam ser empregados (Dell'Orto Trivelli, 1984). Sendo assim, a associação de diferentes métodos de controle, incluindo os alternativos, aparece como uma tendência para obtenção de sucesso em armazenamento de grãos.

2.4 O controle biológico em armazéns.

De Bach (1964) definiu o termo controle biológico natural como sendo "a ação de parasitóides, predadores ou patógenos na manutenção de uma densidade baixa de uma população de insetos, a qual poderia ocorrer na sua ausência".

Evidências mostram que o controle biológico por inimigos naturais presentes no armazém pode ser viável desde que haja modificações na forma de controle convencional (favorecendo indivíduos benéficos); modificações no ambiente de armazenamento (favorecendo os inimigos naturais); além da introdução e multiplicação

de predadores e parasitóides (Haines, 1984). Assim, de um modo geral, o desenvolvimento de um programa de controle biológico bem sucedido requer a cooperação entre os institutos de pesquisa, produtores do inimigo natural, serviços de extensão e produtores (Hassan, 1993).

O controle biológico pode ser realizado por dois métodos diferentes: por liberações inoculativas (que visam o estabelecimento da população de inimigos naturais na área de controle) ou por liberações inundativas, quando o parasitóide é liberado em número suficiente para manter a população da praga abaixo do nível de dano econômico (Li, 1994).

Nos conceitos modernos, o controle biológico aplicado passou a ser considerado como um sistema de controle com efeito de "choque", semelhante a um inseticida químico, abandonando-se a idéia de necessidade do estabelecimento da população em uma área. Entretanto, deve-se conhecer a época correta de liberação do parasitóide, pois Keever et al. (1985) estudando populações naturais de *B. hebetor* em amendoim armazenado, infestado por *P. interpunctella*, observaram que a população do parasitóide só chegou a controlar a praga quando já havia ocorrido dano. Se a liberação de parasitóides fosse feita, de uma forma inundativa, no início do ataque de *P. interpunctella*, haveria, com certeza, resultados semelhantes àqueles obtidos com controle químico.

Segundo Berti Filho (1990), o controle biológico apresenta vantagens como ausência de efeitos colaterais adversos, alto nível de controle a baixo custo, ausência de efeitos colaterais ao homem, às plantas cultivadas, animais e outros insetos benéficos, como abelhas, além do que não ocorre desenvolvimento de resistência por parte das pragas. De acordo com Hassan (1993), existem algumas vantagens no uso de inimigos naturais no manejo de pragas, em comparação ao controle químico, tais como: ausência de resíduos, facilidade de aplicação, além do que a produção pode ser local, em qualquer país, mesmo onde o acesso a outros métodos de controle for limitado.

Estudos realizados sugerem que várias espécies de himenópteros parasitóides poderiam ser utilizados como agentes de controle biológico para lepidópteros de grãos armazenados (Reinert & King, 1971; Press et al., 1982), existindo espécies que são parasitóides de ovos, outras de lagartas, pupas e ainda de adultos (Doutt, 1959).

Alguns fatores devem ser levados em consideração, quando se pensa em controle biológico em condições de armazenagem. Hagstrum (1983) estudou o parasitismo de *B. hebetor* sobre a traça *E. cautella*, encontrando que o parasitismo vai aumentar com a idade da lagarta (ocorrendo maior parasitismo no último ínstar) e com a densidade de hospedeiros, variando também com o grau de visualização do hospedeiro (sendo menor o parasitismo quando as lagartas se encontram dentro do grão). Reinert & King (1971) obtiveram morte de até um máximo de 97% de lagartas de *P. interpunctella* conforme o número de fêmeas liberado, da mesma forma que Cline et al. (1984) observaram redução do número de lagartas de *C. cautella*, atacando milho ensacado, quando foram feitas liberações deste braconídeo. No que diz respeito à viabilidade de utilização de *B. hebetor* neste tipo de ambiente, Cline et al. (1983) detectaram a ocorrência de uma forte atração das fêmeas pela luz, porém conforme Cline (1989) a presença de lagartas do hospedeiro (no caso *C. cautella*) causou redução altamente significativa do número de adultos capturados por armadilha luminosa, sobretudo de fêmeas, ou seja, prevaleceu a atração pelo hospedeiro, mesmo em presença de várias fontes de luz no armazém.

Alguns estudos revelaram que outros himenópteros podem ser utilizados para controle de pragas de armazém, sobretudo para eliminação/diminuição de populações residuais. O iquineumonídeo *Venturia canescens* (Gravenhorst) estudado por Cline et al. (1986) para controle de população residual de *C. cautella*, em ambiente de armazenagem de farinha de milho ensacada foi eficiente, uma vez que os resultados indicaram que o ataque da traça na farinha foi sensivelmente menor em presença do parasitóide.

Também para o gorgulho *S. oryzae*, em trigo, Cline et al. (1985) encontraram resultados favoráveis, utilizando o pteromalídeo *Anisopteromalus calandrae* (Howard), com redução de 76,1% da população residual. Wen & Brower (1994) utilizaram outro pteromalídeo, *Pteromalus cerealellae* (Ashmead), para controle de *S. cerealella* em milho, obtendo reduções de 66,9% e de 99,2% quando se ofereceram 1:10 e 10:1 (casal de parasitóides: casal da traça), respectivamente. Wen et al. (1995) estudaram o mesmo parasitóide atacando formas imaturas de *S. cerealella*, encontrando parasitismo desde os primeiros ínstares larvais até a fase de pré-pupa. Os autores concluíram também que, a época e freqüência ideais para as liberações vão depender das condições ambientais afetando o desenvolvimento do hospedeiro, sendo então melhor determinadas através de um modelo de desenvolvimento do hospedeiro.

2.5 Biologia do parasitóide de ovos - *Trichogramma* spp. em ovos de traças de grãos armazenados.

As espécies de *Trichogramma* constituem um importante grupo de parasitóides que atacam principalmente ovos de lepidópteros. Vêm sendo utilizados em liberações inundativas em muitos países, inclusive na América do Sul, controlando pragas em florestas, algodoeiro, hortaliças, mandioca, cana-de-açúcar, frutíferas, trigo e milho (Stein & Parra, 1987a). As pesquisas sobre a utilização deste parasitóide no controle biológico começaram no início no século. Nos E.U.A., já em 1930 havia sido desenvolvido um método para sua produção massal sobre ovos de *S. cerealella* (Flanders, 1930; Hassan, 1993). Segundo Smith (1996), para a obtenção de resultados favoráveis nas aplicações comerciais de *Trichogramma* deve-se obedecer às seguintes etapas: seleção da população adequada para a liberação, desenvolvimento de um sistema de produção massal, e de um sistema de distribuição do parasitóide produzido, além de estratégias para a liberação em campo.

Boldt (1974) observou que, uma espécie de *Trichogramma*, considerada como *T. minutum* Riley, criada em ovos de *S. cerealella*, foi capaz de percorrer a distância de 2,06 m à procura de hospedeiros, com uma média de 25,9 cm/min.

Stein & Parra (1987a) estudando o parasitismo de *Trichogramma* spp. sobre ovos de *S. cerealella*, sob temperatura de 25 ± 1°C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase 14 horas, observaram que a duração do período de desenvolvimento (ovo-adulto) foi de 10 dias, assim como Goodenough et al. (1983) obtiveram uma média de 11 dias. Para *T. pretiosum*, a duração do período de desenvolvimento obtida por Butler Jr. & Lopez (1980) em diferentes temperaturas, foi de 25,26 dias a 17°C, 18,04 dias a 20°C, 9,75 dias a 25°C e 7,16 dias a 30°C, para fêmeas, concordando com Bleicher & Parra (1991) e Parra et al. (1987) que concluíram que a duração do ciclo diminui conforme o aumento de temperatura, na faixa de 18 a 32°C. Goodenough et al. (1983) obtiveram uma constante térmica para esta espécie, a partir de ovos de *S. cerealella*, de 143 graus-dia.

Bleicher & Parra (1991) e Bai et al. (1992) observaram que a longevidade de adultos foi maior em presença de alimento (mel), enquanto que Parra et al. (1987) obtiveram maiores longevidades na faixa de 20 a 22°C. Para fêmeas não alimentadas, mantidas a 25°C, Corrigan & Laing (1994) conseguiram uma longevidade média de 3,1 dias; quando se forneceu alimento (mel), Bigler et al. (1987) observaram longevidade de 12,5 dias, assim como Stein & Parra (1987a) e Goodenough et al. (1983), que obtiveram longevidade média de 12 e 11,8 dias, respectivamente. Por outro lado, Hohmann et al. (1988) registraram uma longevidade média de adultos de 6,8 dias. Foi observado também que, o parasitismo em ovos de *S. cerealella* resulta na emergência de um indivíduo por ovo, além do que o tamanho do adulto desse parasitóide varia de acordo com o tamanho do ovo do hospedeiro e também com o número de adultos emergidos em cada ovo (Bai et al., 1992).

Estudando *T. pretiosum* sobre ovos de *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879), Sá & Parra (1994) observaram que, para as diferentes linhagens estudadas, o parasitismo foi maior nos primeiros 4 dias de vida da fêmea.

A porcentagem de parasitismo de *T. pretiosum* obtida por Kfir (1981) para a temperatura de 24°C , foi de 22,93% (17,2 ovos), com uma viabilidade de 88,4 % e relação sexual de 2,06 fêmeas para cada macho, quando foram oferecidos 150 ovos de *S. cerealella* para 2 adultos de *T. pretiosum*. Entretanto, Morrison (1985) trabalhando com temperatura de 27±1 °C e UR de 75±5 % obteve parasitismo de 79,6%, uma viabilidade de 93,9 % e a relação sexual, de 1,7 fêmeas para cada macho. Como pode ser observado, existem resultados diferentes, dependendo do autor. Marston & Ertle (1973) em condições ambientais similares encontraram uma viabilidade de 60,08%, e relação sexual de 2,15 fêmeas:1 macho; Corrigan & Laing (1994) observaram fecundidade de 43,2 ovos para *T. minutum*, com uma viabilidade de 78,5% e relação sexual de 2,18 fêmeas:1 macho, e Hohmann et al. (1988) referiram fecundidade de 18,2 ovos/fêmea.

Para *Trichogramma maidis* Pintureau & Voegelé, Bigler et al. (1987) obtiveram um parasitismo de 73 % em ovos de *S. cerealella*, com viabilidade de 93 % , emergência de um adulto por ovo, relação sexual de 1,4 fêmeas para cada macho e progênie média por fêmea de 67 indivíduos.

2.6 Utilização de *T. pretiosum* em armazéns.

Trichogramma spp. têm uma série de atributos que os tornam importantes agentes de controle biológico. São parasitóides polífagos, têm preferência por ovos de lepidópteros, não atacando ovos de predadores e parasitóides (Salt, 1935[4],

---

[4] SALT , G. Experimental studies in insect parasitism III - Host selection. - **Proc. R. Entomol. Soc. Lond., (B)**, v. 117, p. 413-35. 1935.

citado por Brower, 1983a), apresentam ciclo de vida curto e alto potencial reprodutivo (Pak & Oatman, 1982), permitindo um rápido aumento populacional. Além disto, sua multiplicação em larga escala é viável economicamente, e as técnicas de criação vêm sendo aperfeiçoadas e automatizadas (Morrison & King, 1977). Seu tamanho reduzido os tornam inócuos, reduzindo as chances de contaminar a massa de grãos (Brower, 1988). Também é interessante por atacar os insetos pragas na fase de ovo, quando ainda não causaram dano.

Mais de 18 milhões de hectares são anualmente tratados com diferentes espécies de *Trichogramma*, num total de 16 países. Por volta de 18 espécies vêm sendo utilizadas para controle de pragas em milho, cana-de-açúcar, arroz, soja, algodão, beterraba açucareira, hortaliças e *Pinus* (Hassan & Guo, 1991).

Várias espécies de parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma* vêm sendo produzidas de forma massal e distribuídas para controle de pragas no campo em liberações inundativas. De acordo com Hassan (1993) os parasitóides de ovos são, quando comparados aos parasitóides larvais, mais fáceis de serem criados de forma massal.

Ovos de lepidópteros pragas de grãos armazenados são usualmente utilizados na produção massal de *Trichogramma* (Alden & Farlinger, 1931; Lewis & Redlinger, 1969), tais como *E. cautella*, *E. elutella* (Hübner), *E. figulilella* (Gregson) e *P. interpunctella* (Brower, 1983b), *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Marston & Ertle, 1973), *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) Marston & Ertle, 1973; Bigler et al., 1987) e *S. cerealella* (Marston & Ertle, 1973; Brower, 1983a; Morrison et al., 1977; Hassan & Guo, 1991). De acordo com Smith (1996), mais da metade da produção mundial de *Trichogramma* sp. utiliza ovos de *S. cerealella*.

Como populações naturais desses parasitóides já foram encontradas em armazéns nos EUA (Brower ,1984), pode-se pensar na viabilidade de sua utilização para controle de traças de grãos armazenados. O ambiente de armazenagem, considerado mais

estável, pode inclusive vir a favorecer a atuação do parasitóide, se for considerado que as liberações estariam livres de fatores adversos do clima.

O potencial do controle de populações de traças através de espécies de *Trichogramma* vem sendo investigado. Para ovos de *S. cerealella*, *T. pretiosum* chegou a apresentar parasitismo de 95% ou mais, havendo inclusive, predominância de fêmeas na progênie (55%) (Brower, 1983b).

A eliminação de populações residuais é o principal objetivo no controle de pragas de grãos armazenados (Press et al., 1982), mostrando-se adequado o controle biológico utilizado preventivamente (Press et al., 1984; Brower & Press, 1990). Quanto à forma de utilização, a tendência atual é a utilização de *Trichogramma* spp. em liberações inundativas, onde o parasitóide funciona com ação de choque, em substituição a uma aplicação de inseticidas, pois tem se considerado que o sistema de liberação inoculativa, que visa a introdução e manutenção da população no ambiente, envolve grande complexidade em termos de ecologia de insetos, além dos custos serem elevados (Smith, 1996). No caso de grãos armazenados, as liberações inundativas poderiam ser eficientes se fossem realizadas no início do armazenamento ou mesmo logo após a fumigação, para evitar o desenvolvimento de populações das traças ou então reduzir o crescimento de populações endêmicas (Brower, 1982, 1983a, 1988).

As diferentes espécies de *Trichogramma* apresentam forte preferência a determinados hospedeiros, culturas e condições climáticas. Por isso, antes de se realizarem liberações é necessário escolher a espécie e mesmo a linhagem a ser multiplicada, onde seu sucesso vai depender de seu comportamento de busca, preferência hospedeira e tolerância às condições ambientais (Hassan & Guo, 1991). A preferência hospedeira pode ser testada no próprio laboratório e possibilita a obtenção de melhores resultados no controle. Assim ocorreu com Schöller et al. (1996), que testando duas espécies de *Trichogramma* para controle de *E. kuehniella* e *E. elutella*, observaram um parasitismo 4 vezes maior para *T. evanescens* Westwood, a 5 cm de profundidade no trigo, em relação a *T. embryophagum* Quednau.

Um dos pontos críticos para o sucesso do controle é que *Trichogramma* spp. apresenta fototropismo positivo, havendo possibilidade de que os parasitóides liberados sejam atraídos pela luz das janelas e portas do armazém, deixando de parasitar ovos de pragas potenciais. Martin[5] citado por Brower (1990) mostrou que, apesar de *T. pretiosum* ser atraído pela luz, foi capaz de penetrar em camadas de espigas de milho em palha e parasitar ovos de *S. cerealella*. Comparando liberações em presença de luz (fotofase de 12 h) e no escuro, Brower (1990) não encontrou interferência da fonte de luz no parasitismo de *T. pretiosum* sobre ovos de *C. cautella*. Segundo Doutt (1959) o parasitóide pode ser capaz de detectar a presença do hospedeiro, sobretudo através do sentido de olfato. Parra et al. (1989) verificaram a ocorrência de atração de fêmeas do himenóptero parasitóide, *Habrobracon hebetor* (Say, 1857), pelo odor produzido pelo "frass" de lagartas de *E. kuehniella*, da mesma forma que autores como Lewis et al. (1971 e 1972) detectaram a influência marcante do odor de traças estimulando não só o comportamento de busca como também o parasitismo.

A proporção de ovos do parasitóide para ovos da praga também deve ser adequada, uma vez que os parasitóides deverão localizar ovos das traças em diferentes profundidades, o que foge do comportamento normal de *Trichogramma* spp. Brower (1988 e 1990) concluiu que um maior número de parasitóides liberados proporcionou melhores resultados no parasitismo e que a profundidade do ovo do hospedeiro influiu sensivelmente no número de ovos parasitados. Quando foram testadas as profundidades de 10 e 20 cm em relação à superfície (0 cm) para ovos de *C. cautella*, em grãos de amendoim, *T. pretiosum* foi capaz de localizar ovos até os 20 cm de profundidade, sendo que, a porcentagem de parasitismo decaiu, em média, 2,5% para cada centímetro de profundidade (Brower, 1990), mostrando que pode ser viável a utilização de *T. pretiosum* para controle de traças em armazéns comerciais de amendoim.

---

[5] MARTIN, F.J. Searching success of predators in artificial leaf litter. Amer. Midland Nat, v. 81, p. 218-27. 1969.

Schöller et al. (1996), estudando a mortalidade de ovos do hospedeiro em diferentes profundidades, mostraram que a dispersão de fêmeas de *Trichogramma*, na direção vertical em massa de grãos de trigo, não é uniforme. Os autores obtiveram sempre um menor parasitismo na maior profundidade, 5 cm, atribuindo o fato à falta de luz. Além disso, observaram que, com uma maior proporção de liberação, os ovos que estão mais superficiais podem sofrer superparasitismo, mascarando o efeito real do parasitóide sobre a traça, se a medição de sua eficiência for feita pelo número de ovos pretos. Também a temperatura influiu na eficiência de *Trichogramma*, uma vez que se obteve maior mortalidade do hospedeiro a 26°C, que é quando os parasitóides apresentam maior atividade.

Para se definir a época de liberação do parasitóide, podem-se utilizar alguns métodos, tais como armadilhas de feromônio ou luminosa, avaliação do desenvolvimento da praga baseando-se em graus-dia, buscando sempre sincronizar as liberações inundativas com o início da oviposição da praga (Smith, 1996).

2.7 Associação de agentes biológicos no controle de pragas de grãos armazenados.

O controle biológico em armazéns apresenta eficiência quando utilizado como preventivo, eliminando populações residuais de pragas (Brower & Press , 1990), porém, em situações onde a infestação já é maior, melhores resultados são obtidos com a combinação de agentes de controle biológico que ataquem fases diferentes do desenvolvimento da praga. Vai se optar, assim, por um "parasitismo seqüencial", de acordo com Flanders (1965).

Espécies de *Trichogramma* spp. são compatíveis com muitos outros tipos de controle, como com feromônios, inseticidas reguladores de crescimento de insetos, armadilhas, liberações de insetos estéreis, além de poderem ser combinados com outros insetos como o parasitóide de lagartas *B. hebetor* (Brower , 1988), *V. canescens* (Press et al., 1982) e o predador *Xylocoris flavipes* (Reuter) (Press et al., 1982),

permitindo um controle mais rápido e eficiente, sobretudo em casos onde a população de traças já estiver estabelecida, com a presença de insetos em todas as fases de desenvolvimento.

B. hebetor é uma espécie cosmopolita de parasitóide, comumente encontrada associada a várias espécies de mariposas que atacam grãos armazenados (Press & Flaherty, 1981), inclusive *S. cerealella* havendo possibilidade de sua utilização para controle de traças de grãos armazenados (Cline, et al., 1984). Sua eficiência foi testada por Press et al. (1982), que obtiveram um parasitismo de 97% para as condições do experimento, enquanto que Parra et al. (1989) observaram que este parasitóide foi capaz de reduzir em 65% a produção de ovos do hospedeiro *E. kuehniella* principalmente em condições de altas temperaturas. Ficou demonstrado haver alta probabilidade de sucesso para eliminação de populações residuais, assim como Salt (1976) constatou para *E. cautella*, *E. elutella*, *Cadra fugulilella* (Gregson), *A. kuehniella* e Press & Flaherty (1981) observaram para *P. interpunctella*.

A combinação de *B. hebetor* com outros parasitóides como *V. canescens* já foi testada por Press et al. (1982), assim como sua associação com predadores, como fizeram Press et al. (1982) e Keever et al. (1986), com *X. flavipes* que, segundo Arbogast (1979) é capaz de controlar todos os ínstares da traça, sobretudo durante a ecdise. No experimento de Keever et al.(1986) o tratamento com os parasitóides associados proporcionou melhores resultados que o controle convencional com malathion, resultando em sucesso do controle biológico em armazenagem comercial de amendoim, com o parasitóide sendo liberado no estágio inicial da população de traças.

T. pretiosum foi capaz de diminuir significativamente populações de *P. interpunctella* e *C. cautella* em armazéns (Brower, 1988). Porém, como os ovos não parasitados iriam se desenvolver, sua combinação com *B. hebetor*, que ataca lagartas, pôde produzir um controle mais rápido e eficiente como o relatado por Brower & Press (1990) que obtiveram controle de 90% de traças, com esta combinação, sendo

registrados danos pequenos, com apenas 1% de grãos danificados, valor bem abaixo do nível de dano econômico, que é de 5% de grãos atacados.

A utilização de outras medidas de controle juntamente com a liberação de parasitóides também pode ser vantajosa, tal como apresentaram Cline & Press (1990) que testaram a utilização de embalagens para passas e milho juntamente com liberações de *B. hebetor*, visando a máxima proteção de produtos alimentícios nos pontos de distribuição, que é quando o produto já vai ter "embutido" todos os custos de produção. Os autores obtiveram resultados promissores, uma vez que o parasitóide atuou com eficiência quando ocorreu falha na proteção pela embalagem, proporcionando reduções de até 90,6% da população da traça, *C. cautella*. Brower (1982) sustenta a teoria de que a combinação da utilização de *Trichogramma* com a liberação de mariposas estéreis pode ser eficiente, desde que atuam de maneira complementar, uma sobre os ovos e a outra sobre os adultos da praga.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biologia de Insetos e na área experimental do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP), com a traça-dos-cereais, *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Figura 1-**A**). Estudou-se sua biologia em milho em grãos, bem como seu controle biológico com o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Figura 1-**B**) e o ectoparasitóide larval, *Bracon hebetor* Say, 1857 (Figura 1-**C**). Para os experimentos de controle, os parasitóides foram sempre produzidos em ovos e lagartas de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879), respectivamente. Os estudos de milho a granel foram realizados sobre milho amarelo, utilizado para produzir farinha, no moinho Fillet, da cidade de Piracicaba, Estado de São Paulo, sendo as espigas procedentes de plantação de milho da Fazenda Areão, da ESALQ/USP, Campus de Piracicaba.

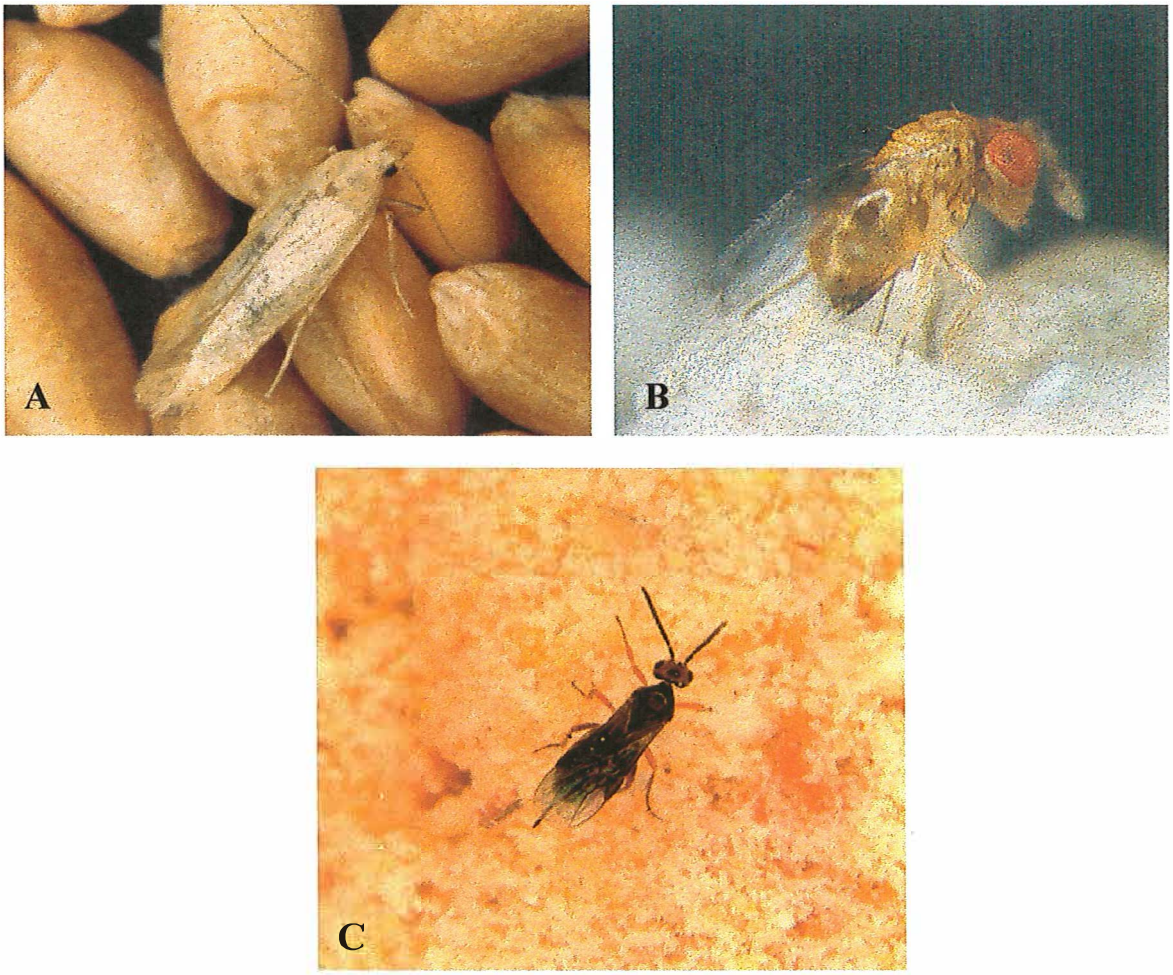


Figura 1 - Insetos estudados na presente pesquisa. **A** - Adulto da traça-dos-cereais, *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819). **B** - Adulto do parasitóide de ovos, *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879. **C** - Adulto do ectoparasitóide de lagartas, *Bracon hebetor*, Say, 1857.

3.1 Criação da traça-dos-cereais, *S. cerealella.*

A criação de *S. cerealella* foi conduzida tendo grãos de trigo integral como substrato alimentar. Utilizaram-se caixas plásticas de 38 cm de comprimento, 29 cm de largura e 7 cm de altura, inoculando-se cerca de 3,0 g de ovos (≅ 150.000 ovos), correspondentes a 0,2% do peso de grãos (Figura 2-**A**). Depois da inoculação, as caixas foram colocadas em sacos plásticos com tela para ventilação, buscando reduzir o ataque natural do parasitóide de lagartas *B. hebetor* (Figura 2-**B**) e acondicionadas em estante de metal até a emergência dos primeiros adultos.

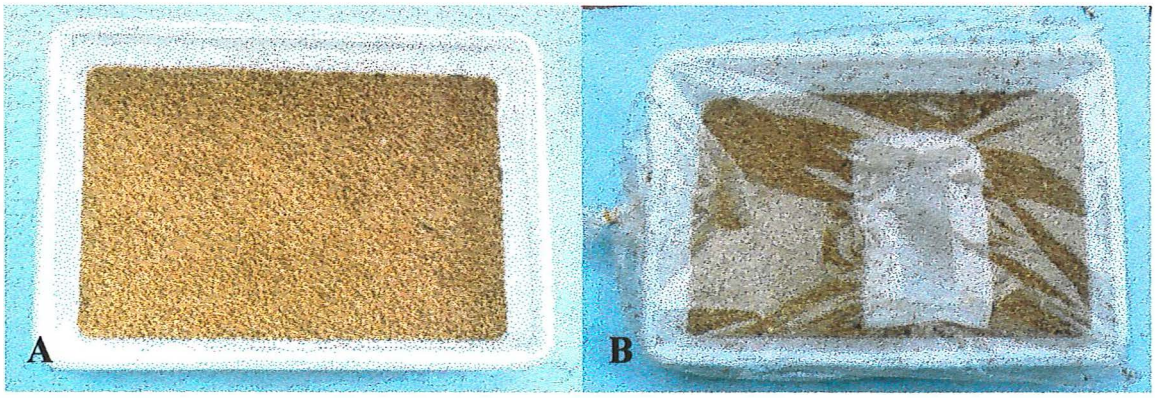


Figura 2 - Material para criação estoque de *Sitotroga cerealella*, fase de lagarta. **A** - Caixa plástica com 1,5 kg de trigo, infestado com 3g de ovos da traça. **B** - Caixa com proteção contra o ataque de *Bracon hebetor*.

Em torno do 30° dia (a 25°C), os grãos contendo pupas eram transferidos para as gaiolas de emergência (Figura 3-**A**), que consistiam de cilindros de tela metálica de 30 cm de altura, com a base fechada com um disco de madeira de 25 cm de diâmetro. Colocava-se então o trigo, no espaço existente entre o cilindro maior e um outro cilindro de tela de 10 cm de diâmetro e 30 cm de altura (Bleicher et al., 1987). Cada gaiola de emergência era colocada em um tambor de material plástico, cujo interior era pintado de preto, com tampa telada para ventilação e passagem de luz, que tinha seu fundo aberto, onde se encaixava um tubo de PVC de 15 cm de diâmetro por 20 cm de

comprimento (Figura 3-**B**). Este tubo, localizado na extremidade inferior era fechado com tela fina, de tecido do tipo "microtule" de cor preta, presa com elástico, para onde se dirigiam os adultos que emergiam, atraídos pela luz.

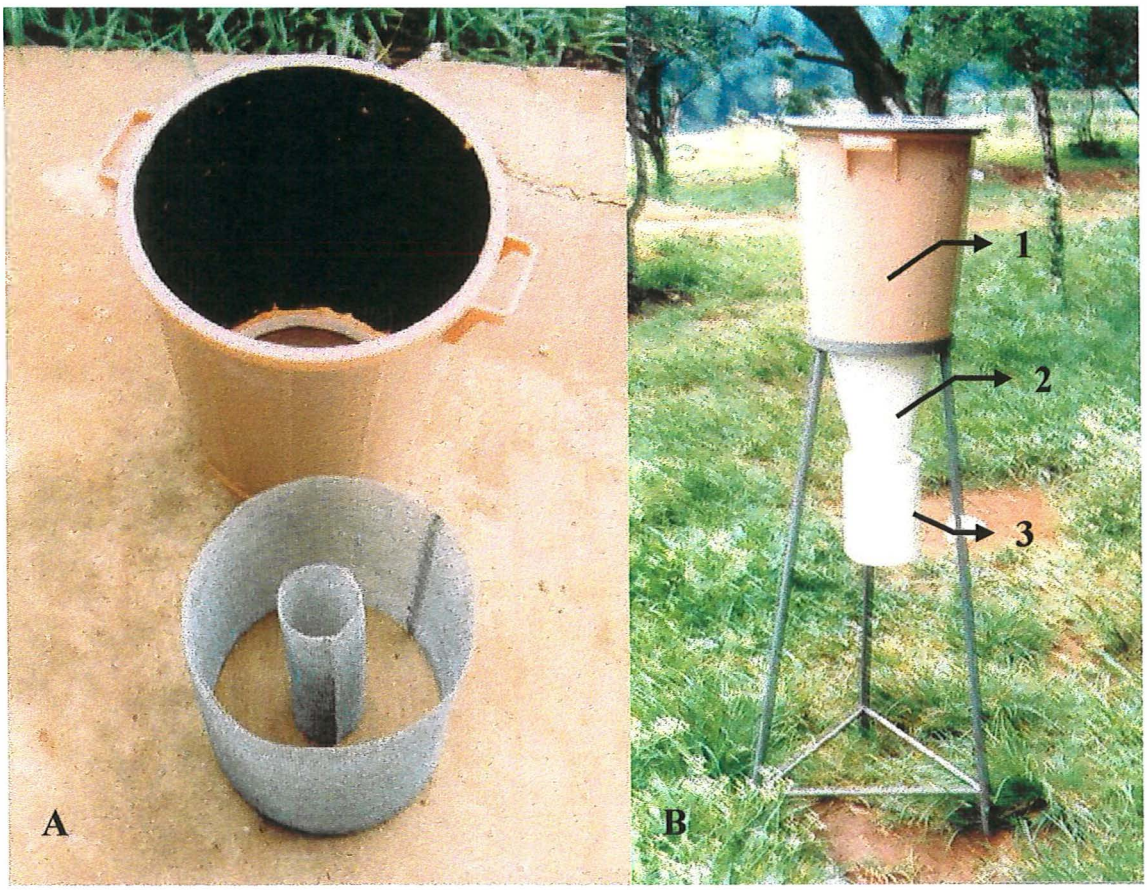


Figura 3 - Material para criação de *Sitotroga cerealella*, fase de coleta de adultos. **A** - Cilindro de tela para colocação do trigo dentro do tambor plástico. **B** - Gaiola de emergência de adultos, que consiste de: 1.balde plástico com tampa, 2.cone com tubo de PVC adaptado para coleta dos adultos, 3.tripé.

Diariamente, os tubos de PVC contendo os adultos recém emergidos eram retirados do tambor plástico, tendo a outra extremidade tampada com a mesma tela fina, presa com elástico. Colocavam-se os tubos sobre bandejas plásticas de tal forma que os ovos passavam pela tela. Após 24 horas, recolhiam-se os ovos das bandejas com o uso de um pincel, os quais eram então peneirados e limpos com algodão para remover o excesso de escamas existente.

3.2 Manutenção e multiplicação da linhagem de *T. pretiosum*.

A linhagem escolhida para utilização nos experimentos de controle, a de número 1 (L1) da coleção de linhagens de *Trichogramma* do Laboratório de Biologia dos Insetos do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP era multiplicada sobre o hospedeiro alternativo *A. kuehniella*, utilizando-se a metodologia de criação proposta por Parra (1997). Ovos de *A. kuehniella*, com no máximo 24 horas, eram colados em cartolina azul celeste (10 x 10 cm), utilizando-se goma arábica diluída em água destilada (a 50%) e posteriormente inviabilizados por lâmpada germicida durante 45 minutos (Stein & Parra, 1987b). Ofereciam-se então os cartões ao parasitismo por *T. pretiosum*, no interior de sacos plásticos de 20x30 cm, com os adultos do parasitóide alimentados, sempre com gotículas de mel puro, colocando-se a proporção de 1 parasitóide:10 ovos do hospedeiro. O parasitismo era permitido por 24 horas em câmara climatizada regulada a 25±2°C, UR 60±10% e fotofase de 14 horas.

3.3 Parâmetros biológicos de *S. cerealella* criada em grãos de milho híbrido, sob diferentes temperaturas.

3.3.1 Duração do período ovo-adulto, viabilidade e longevidade de *S. cerealella* em diferentes temperaturas.

Para a determinação do período ovo-adulto de *S. cerealella*, foram utilizados potes plásticos de 15x10 cm, com 5 cm de altura, com abertura retangular na tampa (para ventilação), fechada com tela fina (Figura 4-A). Cada pote recebeu 250 g de grãos de milho híbrido, previamente mantidos em "freezer", por uma semana, para eliminar "contaminações" com outros insetos. A "inoculação" foi feita com cerca de 200 ovos do dia da traça (item 3.1.), para cada um dos potes, que em seguida foram mantidos nas temperaturas de 18, 20, 22, 25, 30 e 32°C (tratamentos), num total de 5 repetições por temperatura. A partir do 25° dia, diariamente se fez a vistoria, para detectar o início da emergência, a partir do qual se anotou o número de adultos emergidos, permitindo o cálculo da duração do período de desenvolvimento (de ovo a adulto) e a viabilidade total nas diferentes condições térmicas. Para cada temperatura foram coletados adultos durante um prazo igual ao apresentado para o aparecimento dos primeiros adultos, buscando evitar erros devido à emergência de adultos de uma eventual segunda geração.

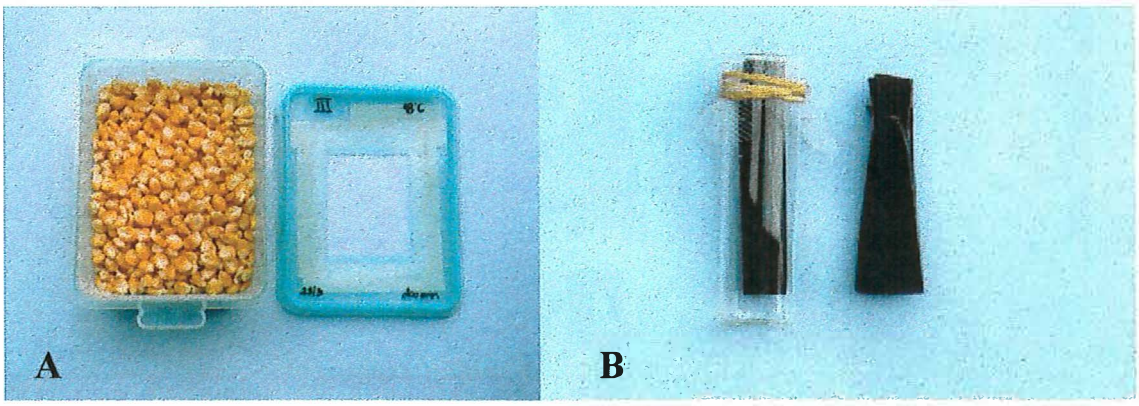


Figura 4 - Material utilizado para o estudo da biologia de *Sitotroga cerealella* em 6 temperaturas. **A** - Pote plástico contendo milho infestado com ovos da traça para estudo das fases de desenvolvimento. **B** - Tubo de vidro para confinamento de casal da traça, com substrato para oviposição.

As exigências térmicas da praga, ou seja, K (constante térmica) e Tb (temperatura base ou limiar térmico inferior de desenvolvimento) foram determinados pelo método da hipérbole (Haddad & Parra, 1984), estimando-se, com estes resultados, o número de gerações anuais de *S. cerealella* nas diferentes condições térmicas estudadas.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade para visualização do efeito das temperaturas sobre o desenvolvimento da traça, permitindo o conhecimento do ritmo de desenvolvimento de uma população sob estas condições, fator decisivo para adoção de programas de controle. Também se estimaram a longevidade média e a curva de sobrevivência de machos e fêmeas de *S. cerealella*, de acordo com o modelo de distribuição de Weibull (Sgrillo, 1982).

3.3.2 Capacidade de postura de *S. cerealella* em diferentes temperaturas.

Estudou-se a capacidade de postura de *S. cerealella* em diferentes temperaturas. Assim, para cada temperatura, inocularam-se ovos de *S. cerealella* em potes plásticos de 15x10 cm com 5 cm de altura, com tampa, na qual havia uma abertura

retangular telada, para ventilação. Cada pote comportou 250 g de grãos de milho híbrido, tomando-se os mesmos cuidados citados em 3.3.1. Duzentos (200) ovos da traça foram "inoculados", sendo que, logo em seguida, os potes foram levados para as temperaturas de 18, 20, 22, 25, 30 e 32°C, num total de 5 potes por temperatura. A partir do 3° dia do início da emergência, coletaram-se, diariamente, os adultos recém-emergidos, que foram separados em casais e colocados em tubos de vidro de 2 cm de diâmetro por 8 cm de altura. Em cada tubo foi colocado um papel preto dobrado como substrato para oviposição, de acordo com Ellington (1930), sendo depois tal tubo tampado com "voil", preso com elástico (Figura 4-B). Foram analisados 30 casais por temperatura, vistoriados diariamente, para avaliar o número de ovos, número total de ovos por fêmea, ritmo de postura e longevidade de adultos não alimentados, nas diferentes temperaturas. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, de forma análoga ao item 3.3.1.

3.3.3 Duração do período embrionário e viabilidade de ovos de *S. cerealella*.

Para determinar a viabilidade de ovos, foram separados 200 ovos da segunda postura, de cada temperatura (18, 20, 22, 25, 30 e 32°C), do experimento anterior (3.3.2). Os ovos, colocados sobre papel de filtro, umedecido com água destilada (para evitar o ressecamento), foram mantidos em placas de Petri, num total de 10 repetições de 20 ovos, acondicionados na mesma temperatura de origem. Diariamente, as placas de Petri foram vistoriadas, contando-se o número de lagartas eclodidas, possibilitando o cálculo da duração média do período embrionário e viabilidade média de ovos de *S. cerealella*, nas diferentes temperaturas. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3.4 Parâmetros biológicos de *T. pretiosum*, parasitando ovos de *S. cerealella*.

3.4.1 Capacidade de parasitismo de 3 linhagens de *T. pretiosum* em *S. cerealella*.

Ovos de *S. cerealella* foram distribuídos em cartões plásticos (5,0x1,0cm), previamente colocados em "freezer" por alguns minutos, para formação de camada úmida (por condensação à temperatura ambiente, de uma película de água que permite a adesão), conforme metodologia de Bleicher & Parra (1989). Adotou-se a proporção de 1 *T. pretiosum*:10 ovos de *S. cerealella*, permitindo o parasitismo por 3 horas. A seguir, retiraram-se os ovos dos cartões plásticos, eliminando-se os insetos que permaneceram sobre os ovos, com o auxílio de um pincel úmido em microscópio esteroscópico, transferindo-os então, para placas de Petri, armazenadas a 25°C, por 5 dias para a visualização do parasitismo pelo número de ovos pretos (característico do parasitismo).

Somente os ovos efetivamente parasitados foram individualizados em tubos de vidro de 2 x 8 cm, tampados com filme plástico (Rolopac®), acondicionados em suporte metálico, num total de 40 tubos com adição de alimento (gota de mel puro colocada na parede interna do tubo com o auxílio de um alfinete). As fêmeas virgens que emergiram foram utilizadas no experimento, mantido a 25±2°C, e receberam aproximadamente 300 ovos do dia de *S. cerealella*, invibializados pela exposição por 40 minutos em lâmpada germicida, para obtenção de resultados através de metodologia similar à utilizada nos experimentos de controle. Os cartões, trocados a cada 24 horas, forneceram dados do parasitismo diário até a morte de cada fêmea. Tal procedimento permitiu avaliar o parasitismo total e o ritmo de parasitismo dos insetos. Também foram estimadas a longevidade e a curva de sobrevivência de fêmeas, usando o modelo de distribuição de Weibull (Sgrillo, 1982).

Avaliou-se tal capacidade de parasitismo e longevidade em número semelhante de casais não alimentados, o que permitiu determinar o efeito da alimentação nestes parâmetros biológicos.

Utilizaram-se as linhagens L1, L2 e L8 de *T. pretiosum* (Tabela 1), obtidas da coleção de linhagens do Laboratório de Biologia dos Insetos do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP. O experimento, foi conduzido em câmaras climatizadas reguladas a 25±2°C, UR de 60±10% e fotofase 14 horas.

Tabela 1 - Linhagens de *Trichogramma pretiosum* estudadas, com seus respectivos hospedeiros e culturas originais, época e procedência da coleta.

Linhagem	Hospedeiro	Cultura	Data de coleta	Razão sexual	Procedência
L1	*Helicoverpa zea*	Tomate	janeiro de 1993	1,00	Alegre, E.S.
L2	*H. zea*	Milho	janeiro de 1993	1,00	Jaguariúna, S.P.
L8	*H. zea*	Milho	outubro de 1994	0,66	Piracicaba, S.P.

3.4.2 Seleção da linhagem de *T. pretiosum* adequada para utilização em experimentos de controle de *S. cerealella*, baseando-se no seu desempenho biológico.

O experimento foi inteiramente casualizado, analisando-se a performance de três linhagens (L1, L2 e L8), sendo que os tratamentos foram os mesmos do item 3.4.1. A seleção da linhagem adequada para utilização nos experimentos de controle da traça foi feita baseando-se nos seguintes parâmetros biológicos: relação sexual, porcentagem de fêmeas que parasitaram durante toda a vida, longevidade de fêmeas e capacidade de parasitismo total. A escolha da melhor linhagem para as liberações visou, sobretudo, um maior parasitismo com um menor número de insetos liberados, por se tratar de um sistema de controle, cuja viabilidade leva em consideração o fator custo/benefício. Os resultados obtidos no item 3.4.1. foram submetidos a análise de

variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para reconhecimento da linhagem adequada para utilização em experimentos posteriores.

3.4.3 Capacidade de parasitismo por 48 horas, da linhagem L1 de *T. pretiosum* em diferentes temperaturas.

Um cartão de 2x3 cm de ovos de *S. cerealella* parasitados por *T. pretiosum* (L1) foi mantido a 25°C até a emergência de adultos. As fêmeas recém-emergidas foram individualizadas em tubos de vidro de 2 x 8 cm, tampados com filme plástico (Rolopac®), e alimentadas com uma gota de mel puro aderido à parede interna do tubo. Os cartões foram oferecidos obedecendo-se a proporção de 1 *T. pretiosum*:10 ovos de *S. cerealella*, trocados a cada 24 horas, durante 2 dias. No experimento utilizaram-se as temperaturas de 18, 20, 22, 25, 30 e 32°C, num total de 20 fêmeas para cada temperatura.

Após o parasitismo, os cartões eram mantidos em placas de Petri, na temperatura de 25°C, durante 12 dias, para posterior contagem do número de ovos parasitados e porcentagem de emergência, permitindo a obtenção do parasitismo e viabilidade de *T. pretiosum*, no 1º e 2 º dia de vida de fêmeas alimentadas, mantidas em diferentes temperaturas.

3.5 Utilização de *T. pretiosum* para controle de *S. cerealella* em milho armazenado.

3.5.1 Parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *S. cerealella* em diferentes profundidades na massa de grãos de milho.

Foram utilizados 5 tambores plásticos de 100 litros, com tampa, sendo que cada um recebeu 45 kg de milho híbrido, tomando-se os mesmos cuidados que no item 3.3.1., para evitar ataques de outros insetos. Cada tambor tinha cartões com ovos de *S. cerealella* na superfície e nas profundidades de 10, 20, 30 e 40 cm na massa de grãos de milho. Colocaram-se 5 cartões de cartolina de 1 cm^2 por profundidade (Figura 5), cada um contendo aproximadamente 600 ovos de *S. cerealella*, inviabilizados em lâmpada germicida, para evitar contaminação do milho com a traça, uma vez que o mesmo milho foi utilizado nas 5 repetições do experimento. Os cartões eram protegidos por caixa plástica de 6x2 cm, com tampa telada para permitir a passagem dos parasitóides e evitar que os ovos presos ao cartão fossem danificados pelo peso da massa de grãos (Figura 6).

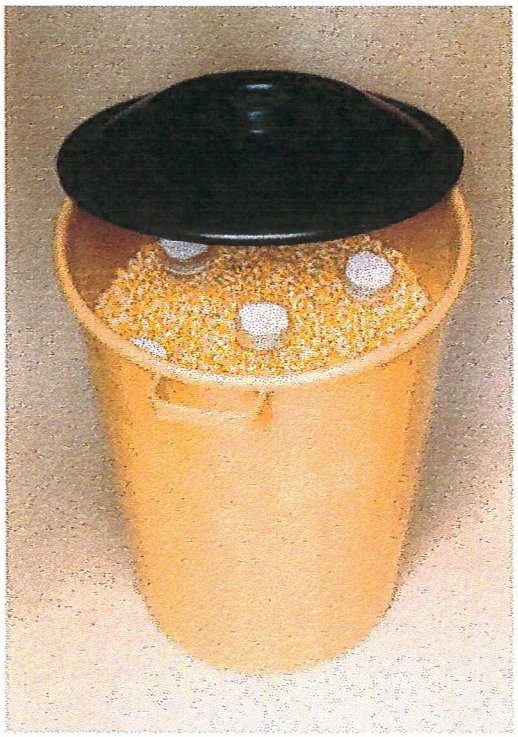


Figura 5 -Tambor plástico com milho para estudos sobre o parasitismo de *Trichogramma pretiosum*, com as caixas plásticas contendo os ovos de *Sitotroga cerealella* (dispostos em número de 5, na superfície e em 4 profundidades).

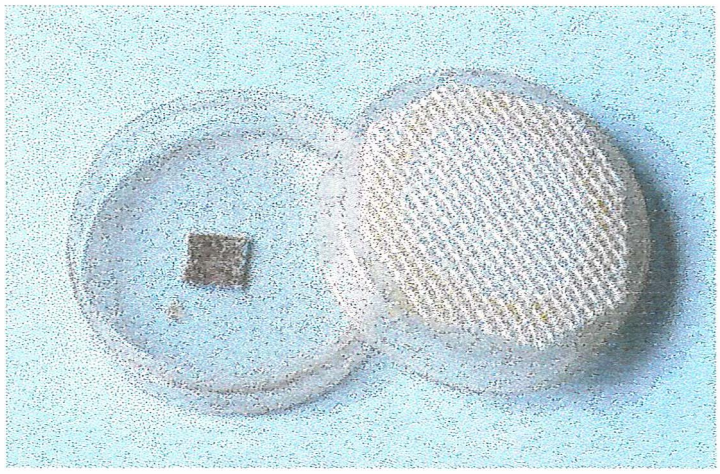


Figura 6 - Caixas plásticas contendo cartões com ovos de *Sitotroga cerealella*.

Os parasitóides utilizados foram multiplicados em ovos do hospedeiro alternativo *A. kuehniella*, para as liberações (item 3.2). Cada tambor recebeu a liberação de um número diferente de *T. pretiosum*, variando a relação número de *T. pretiosum* : número de ovos de *S. cerealella*, de 1:1, 3:1, 5:1, 8:1 e 10:1, num total de 5 vezes (blocos). Cinco (5) dias após a liberação, os cartões foram retirados dos tambores, identificados e guardados em câmara climatizada regulada a 25±2°C por 5 dias para contagem do número de ovos escuros (característica do parasitismo) (Figura 7-**A**, **B**)

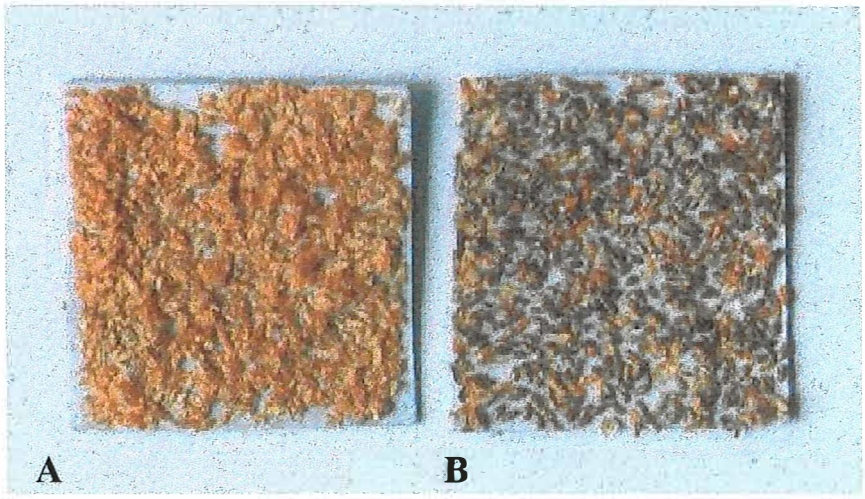


Figura 7 - Cartões com ovos de *Sitotroga cerealella*, **A**-não parasitados; **B**-parasitados.

Calculou-se a média do número de ovos parasitados nos 5 cartões colocados em cada profundidade, submetendo-se depois os resultados à analise da variância, comparando-se as médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. O delineamento do experimento foi em blocos ao acaso, com 25 tratamentos (5 proporções de parasitóide : ovo em 5 profundidades) e 5 repetições. Foi calculado o número ideal teórico de *T. pretiosum* a ser liberado, de acordo com Nogueira (1994), através do cálculo do ponto-de-máximo da curva obtida pela equação de regressão polinomial.

3.5.2 Efeito de *T. pretiosum* isoladamente e associação de *T. pretiosum* e *B. hebetor* para controle de *S. cerealella* em espigas de milho armazenadas em paiol.

Paióis foram construídos de madeira com paredes de tela de náilon e cobertos de telhas de cimento amianto, com dimensões de 1 x 1 x 1 m (Figura 8), num total de 3 paióis, os quais receberam os seguintes tratamentos: **1**. somente infestação com ovos de *S. cerealella*; **2**. infestação e liberação de *T. pretiosum*; **3**. infestação, liberação de *T. pretiosum* e liberação de *B. hebetor*.

Figura 8 - Paiol utilizado para avaliação de *Trichogramma pretiosum* isoladamente e da associação *Trichogramma pretiosum* e *Bracon hebetor*, no controle de *Sitotroga cerealella*, em espigas de milho armazenadas.

Colocaram-se 1000 espigas de milho híbrido, com palha, em cada paiol. Para obtenção de uma infestação de 50% de grãos, foram seguidos alguns procedimentos: utilizou-se a média calculada de 400 grãos por espiga; considerou-se que apenas uma lagarta de *S. cerealella* se desenvolve por grão de milho, e que a viabilidade de ovos da traça, obtida no item 3.3.3, é de 75%, em média. Assim, como 1 g de ovos de

S. cerealella corresponde a 50 mil ovos, foram "inoculados" 5,34 g de ovos (≅ 267 mil ovos) da traça em cada paiol, distribuídos na superficie da massa de espigas.

Para a liberação de *T. pretiosum*, os cálculos foram feitos com base na proporção de 1 *T. pretiosum* para 5 ovos de *S. cerealella*. Em cada um dos paióis (tratamento 2 e 3) foram então liberadas 67 mil fêmeas de *T. pretiosum* (considerando-se viabilidade de *T. pretiosum* de 80%), sendo colocados os cartões com ovos parasitados por *T. pretiosum*, prestes a emergir, na superficie da massa de espigas.

No paiol número 3, além da liberação do parasitóide de ovos, foi testada também a eficiência da liberação subseqüente do parasitóide de lagartas, *B. hebetor*. A temperatura média ambiente no paiol foi medida diariamente e apresentava nos primeiros dias, uma média de 25°C. Dessa forma, o experimento do item 3.3.1 possibilitou estimar a duração aproximada do ciclo total da traça (50 dias), assim como o experimento do item 3.3.2 permitiu o conhecimento da duração da fase de ovo (≅ 7 dias), e sabendo-se que, Cônsoli & Amaral Filho (1989) determinaram a duração da fase de pupa para esta temperatura como de 12 dias, pôde-se calcular que a fase larval foi do 7° até o 38° dias. Foi possível, desta maneira, sincronizar a liberação de *B. hebetor* com o último ínstar larval, que segundo Serra (1992) é quando ocorre maior parasitismo. A liberação foi feita então aos 25 dias após a infestação com ovos *de S. cerealella*.

O parasitóide *B. hebetor* foi criado em lagartas de *A. kuehniella*, sendo mantido a 25°C, de acordo com a metodologia de Serra (1992) Também o número de fêmeas liberadas do braconídeo foi calculado com base no trabalho deste autor, que estudou o parasitismo sobre lagartas de *A. kuehniella* encontrando que uma fêmea de *B. hebetor* consegue parasitar, em média, 40 lagartas. Como foi calculado que o peso de uma lagarta de *S. cerealella* é de 35,81% em relação ao peso de uma lagarta de *A. kuehniella*, obteve-se, através de cálculos, que 1 fêmea do parasitóide poderia parasitar por volta de 2,79 vezes mais lagartas de *S. cerealella*, ou seja 112 lagartas, o que resultou na liberação de 1.800 fêmeas do parasitóide no paiol número 3, na superfície da massa de espigas, onde estimou-se uma presença de 200 mil lagartas.

Nos paióis, na superfície e em cada profundidade (10, 20, 30 e 40 cm), foram separadas 10 espigas, agrupadas para identificação, através de cordão plástico, as quais foram retiradas 10 dias após a última liberação de parasitóides (*B. hebetor*). Estas espigas foram mantidas a 25°C, dentro de tubos de PVC®, tampados com tela de "voil", permitindo posterior avaliação da eficiência do controle biológico, através da análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5%, do número de adultos emergidos e da porcentagem (%) de grãos com dano (avaliado pela presença do orifício de saída do adulto e presença de insetos no interior do grão), variáveis obtidas nos diferentes tratamentos e nas diferentes profundidades. Para estas variáveis foi calculada também a redução em porcentagem, dos diferentes tratamentos em relação à testemunha. Baseando-se em Sarries et al. (1992) foi aplicada a análise de correção linear simples, para determinar se existia correlação entre as variáveis.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros biológicos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819), criada em grãos de milho híbrido, sob diferentes temperaturas - Exigências térmicas.

4.1.1 Duração do período ovo-adulto, viabilidade e longevidade de *S. cerealella*.

De uma maneira geral, a duração do período ovo-adulto foi afetada pela temperatura, concordando com os resultados obtidos por Subramanyam & Hagstrum (1993) que, estudando o efeito de diferentes temperaturas, umidades e dietas na biologia de seis traças de grãos armazenados, encontraram que a temperatura era o mais importante dentre os três parâmetros, afetando a duração do desenvolvimento, a sobrevivência e a fecundidade. As seis temperaturas estudadas permitiram que ocorresse o desenvolvimento de *S. cerealella*; entretanto, a duração do período ovo-adulto foi variável, dependendo da temperatura (Figura 9), conforme já haviam observado Mondragón & Almeida (1988). Independentemente do sexo, a duração foi menor nas maiores temperaturas (Tabela 2), não ocorrendo efeito do sexo sobre a duração.

A variação na duração do período ovo-adulto foi bastante grande, de uma temperatura para outra, podendo ocorrer uma diferença de 6 gerações da traça no

decorrer do ano, entre a maior e a menor temperatura (Tabela 3). Foi possível estimar o número de gerações da traça *S. cerealella*, de acordo com a temperatura ao longo do ano, através da equação da velocidade de desenvolvimento (1/D= -0,008431 + 0,001155 * x), em que foi obtido um coeficiente de determinação de 99,15%, uma temperatura base de 7,3°C e constante térmica de 865,8 GD (graus-dia) para *S. cerealella*, criada em grãos de milho híbrido (Figura10). Baseando-se na fórmula da constante térmica K=D(T-Tb), em que K=constante térmica em graus dias, T=temperatura do ambiente de estudo; D=duração nesta condição e Tb=temperatura base (limiar térmico inferior de desenvolvimento), verifica-se que, dependendo da temperatura, pode se ter ao longo do ano, de 4,8 a 10,6 gerações (Tabela 3).

Tabela 2 - Duração do período ovo-adulto de *Sitotroga cerealella*, criada em milho híbrido, em 6 temperaturas. UR: 60+10% e fotofase: 14 horas.

	Duração (dias)*			
Temperatura(°C)	macho	fêmea	Média	
18	76,01±0,54	77,02±0,54	76,51	a
20	66,85±0,49	67,68±0,45	67,26	b
22	61,18±0,44	62,16±0,41	61,67	c
25	50,30±0,64	50,46±0,61	50,38	d
30	38,26±0,52	38,18±0,40	38,22	e
32	34,58±0,39	34,30±0,36	34,44	f

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

Na presente pesquisa, a 30°C, a duração obtida foi de 38 dias, sendo que Crombie (1943), obteve uma duração menor, de 33 dias para *S. cerealella* criada em farinha de trigo, a 30°C e UR de 70%, assim como Puzzi (1977) que encontrou um ciclo evolutivo de 5 semanas nas mesmas condições. Para a criação em sorgo, Shazali & Smith (1985) observaram uma duração de 26,3 dias. Segundo Hassan (1997a) criando *S. cerealella* em trigo, sob temperatura de 27°C, obtém-se emergência de adultos da quinta até a décima semana depois da infestação, com uma temperatura crítica dos grãos de 35°C, quando se inicia o processo de estivação.

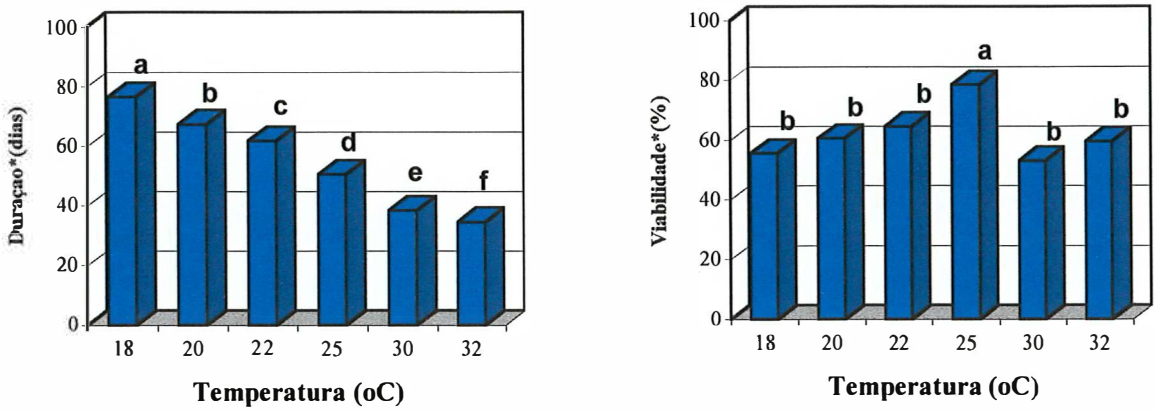
Tabela 3 - Número de gerações de *Sitotroga cerealella* durante o ano, criada em 6 temperaturas constantes. UR: 60±10% e fotofase: 14 horas.

Temperatura (°C)	n° de gerações/ ano
18	4,77
20	5,43
22	5,92
25	7,24
30	9,55
32	10,60

Nas condições do experimento, a 25°C, a duração obtida foi de 50 dias, valor que está na faixa de resultados relatados por Mondragón & Almeida (1988) e Cônsoli & Amaral Filho (1989), estando, porém, fora dos resultados observados por Shazali & Smith (1985) em sorgo, com média de 32 dias de duração, por Flores et al. (1970), em arroz, com uma média de 39,39 dias, por Lahue (1975), que, em milho, obteve uma duração de 30,2 dias para o período ovo-adulto de *S. cerealella*.

Para a temperatura de 20°C, Mondragón & Almeida (1988) observaram uma duração maior (72,22 dias) quando comparada à obtida na presente pesquisa, ou seja, de 67,26 dias.

Estes resultados estão de acordo com a pesquisa de Mills (1965) que também encontrou variações no período de desenvolvimento, mesmo entre insetos criados sob condições similares, associando tais resultados com a região do grão utilizada pelo inseto; este autor encontrou uma menor duração para os insetos que, logo após à penetração no grão, se alimentaram do germe, que é de melhor qualidade, principalmente pelo maior teor de tiamina. Para Flores et al. (1970) a duração do ciclo diminuiu, em função do tamanho do grão, relacionando este efeito à possibilidade de que, nos grãos menores, o inseto entra em contato mais cedo com o embrião, mais nutritivo. Conforme Hassan (1997b) essa variação também pode ocorrer devido à existência de diferenças entre os "strains" (linhagens) de uma mesma espécie de inseto.



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

Figura 9 - Duração da fase de desenvolvimento e viabilidade total de *Sitotroga cerealella* criada em milho híbrido em 6 temperaturas. UR: 60±10% e fotofase: 14 horas.

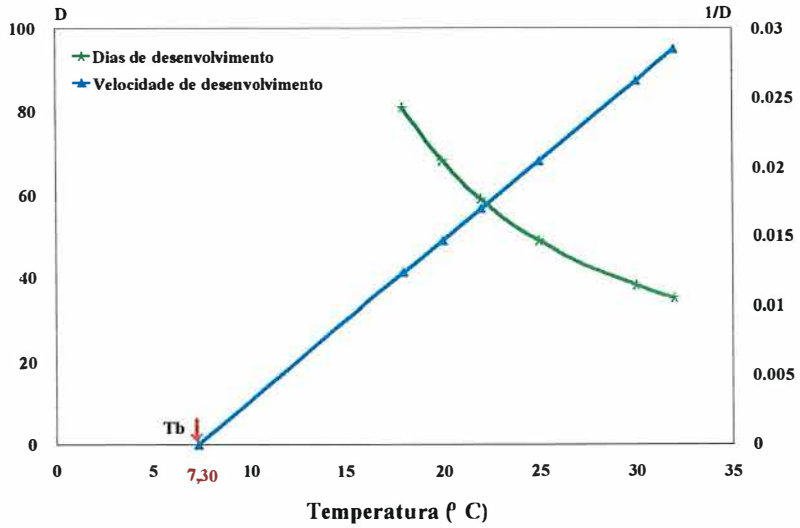


Figura 10 - Curva de velocidade de desenvolvimento de *Sitotroga cerealella* (ovo-adulto) criada em milho híbrido, em diferentes temperaturas. UR : 60±10%, fotofase: 14 horas.

Quanto à viabilidade para *S. cerealella*, observaram-se maiores valores para a temperatura de 25°C (Figura 9), sendo os demais resultados, estatisticamente semelhantes nas demais temperaturas (Tabela 4). Assim, os resultados médios de viabilidade nas demais temperaturas, embora aparentemente baixos, foram próximos aos registrados por diversos autores. Chippendale (1970) obteve valores semelhantes, realizando estudo em milho, quando conseguiu emergência de aproximadamente 60% de adultos, sob 30°C. Shazali & Smith (1985) em sorgo, obtiveram viabilidade semelhante para 25°C (75,6%) e mais alta para 30°C (68,4%), para criação em arroz comercial. Por outro lado, Cogburn (1977) encontrou valores inferiores, obtendo viabilidade de 26% a 27°C, enquanto Flores et al. (1970) encontraram uma média de viabilidade de 64,04%, nas mesmas condições.

O conhecimento da viabilidade total de *S. cerealella* é importante, juntamente com a duração, para sistemas de criação massal, pois são características que permitem o dimensionamento da população da traça e se somadas ao prejuízo causado a um produto comercial, dentro de um determinado espaço de tempo, aparecem como fatores determinantes para utilização de métodos de controle.

Tabela 4 - Viabilidade total de *Sitotroga cerealella* criada em milho híbrido, em 6 temperaturas. UR: 60 ± 10 %, fotofase: 14 horas.

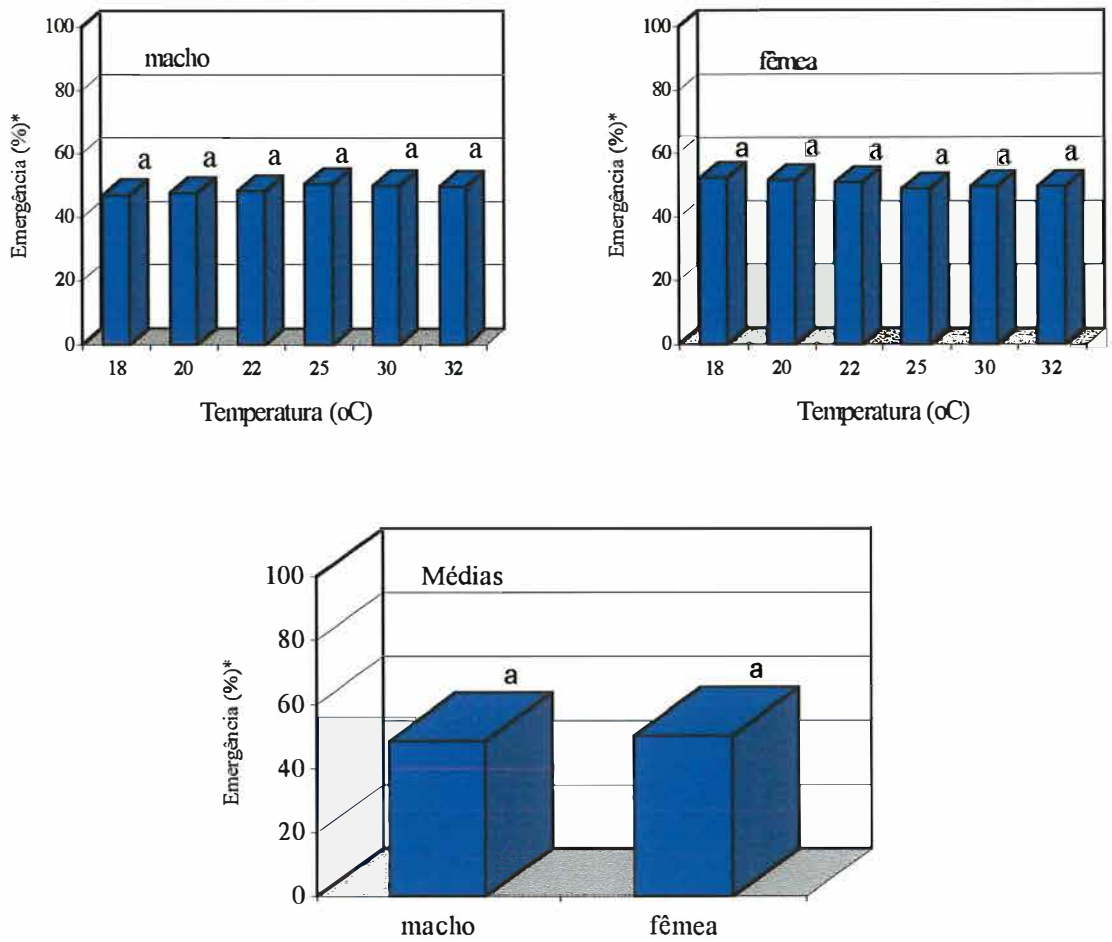
Temperatura (°C)	Viabilidade total (%)	
18	55,50 ± 2,56	b
20	60,50 ± 5,10	b
22	64,50 ± 3,36	b
25	78,50 ± 2,83	a
30	53,00 ± 2,72	b
32	59,50 ± 2,56	b

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

Para fins de utilização em criações massais, estudou-se também a porcentagem de machos e fêmeas emergidos, nas diferentes temperaturas, uma vez que se procura uma relação para otimizar os recursos utilizados (como dietas, mão-de-obra, etc), buscando obtenção de uma maior população em um tempo menor, portanto com um menor custo.

Assim, não houve efeito significativo da temperatura nas porcentagens de macho e fêmea emergidos, sendo que em todas as temperaturas, embora numericamente tenha havido uma maior emergência de fêmeas, em relação ao total emergido, foi mantida a relação sexual de 1 macho : 1 fêmea (Figura 11).

A temperatura na qual se desenvolve *S. cerealella* também afeta sua longevidade, que apresentou-se, de uma maneira geral, maior nas temperaturas mais baixas, até 20°C, que apresentou a maior longevidade (9,60 dias). Esta maior longevidade em temperaturas mais baixas é função da menor atividade metabólica do inseto, sendo comum para várias espécies de insetos (Parra et al., 1991). Entretanto, o inseto também viveu bastante a 32°C (Tabela 5), concordando com os resultados de Nantes & Cunha (1978). Os resultados obtidos coincidem com a longevidade encontrada por Flores et al.(1970), que a 26°C, obteve longevidade média de 4,95 dias para traças criadas em arroz.



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

Figura 11 - Porcentagem de machos e fêmeas de *S. cerealella* emergidos de milho híbrido e valores médios, em seis temperaturas.

Porém, os resultados foram bem inferiores aos obtidos por Cônsoli & Amaral Filho (1989), que constataram longevidades de 15,4 dias para fêmeas acasaladas e 13,9 dias para machos acasalados, a uma temperatura de 24°C, assim como Mondragón & Almeida (1988), que encontraram 24,9 e 31,8 dias a 20°C, para machos e fêmeas respectivamente, e 13,6 e 16,4 dias para machos e fêmeas a 25°C. Também Nantes &

Cunha (1978) referiram longevidades de 11,7 dias a 18°C, 18,5 a 22°C, 18,3 a 25°C e 20,8 dias a 30°C.

Tabela 5 - Longevidade de machos e fêmeas de *Sitotroga cerealella* em 6 diferentes temperaturas. UR: 60±10%, fotofase: 14 horas.

	Longevidade (dias)*		
Temperaturas (°C)	macho	fêmea	Total**
18	8,13±0,14 b A	6,07±0,13 b B	7,08 c
20	10,03±0,12 a A	9,17±0,11 a A	9,60 a
22	8,47±0,08 b A	7,42±0,08 b B	7,96 ab
25	5,87±0,04 c B	7,00±0,17 b A	6,51 c
30	4,60±0,10 c A	4,17±0,14 c A	4,38 d
32	7,80±0,08 b A	6,37±0,14 b B	7,09 b

*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.
**Dados transformados para $1/\sqrt{x}$.

A determinação da longevidade de *S. cerealella* é necessária, pois uma vez associada ao ritmo de postura da traça, informa sobre o número de ovos efetivamente produzidos, permitindo adequar criações massais para uma condição ótima, bem como fazer previsões sobre o tamanho da população num determinado período de tempo.

As curvas de sobrevivência obedeceram à distribuição de Weibull para todas as temperaturas (Figuras 12 e 13), permitindo estimar a longevidade de *S. cerealella*, baseando-se no modelo proposto. Quando possível, este tipo de determinação é importante, pois permite a previsão da longevidade da traça e portanto, do número de ovos produzidos, informação útil tanto para criações massais, como para programas de controle biológico, permitindo previsões sobre o tamanho da população a ser obtida.

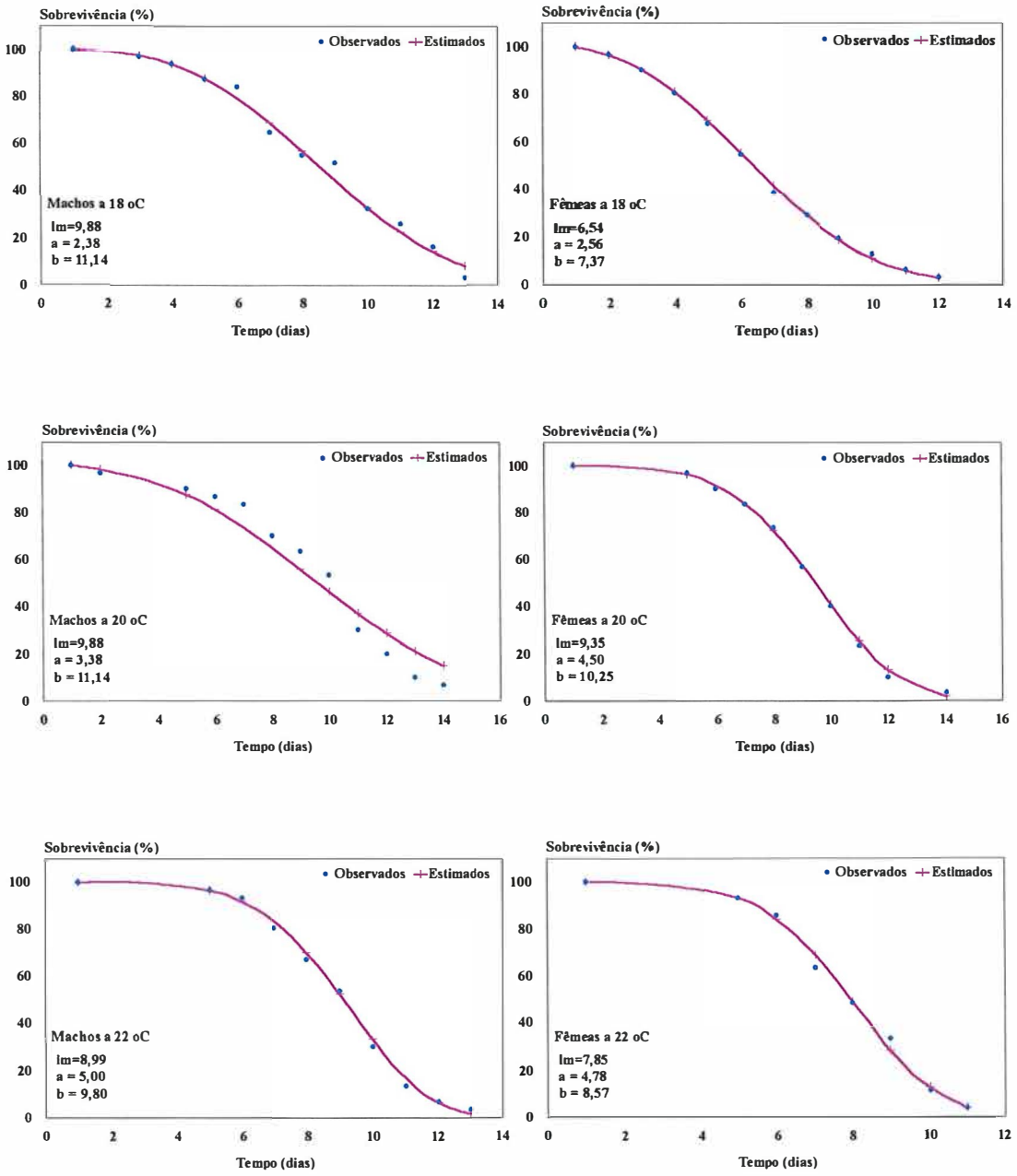


Figura 12 - Curvas de sobrevivência de machos e fêmeas de *Sitotroga cerealella*, a 18, 20 e 22°C, observadas e estimadas segundo Weibull. UR: 60 ±10% e fotofase: 14 horas.

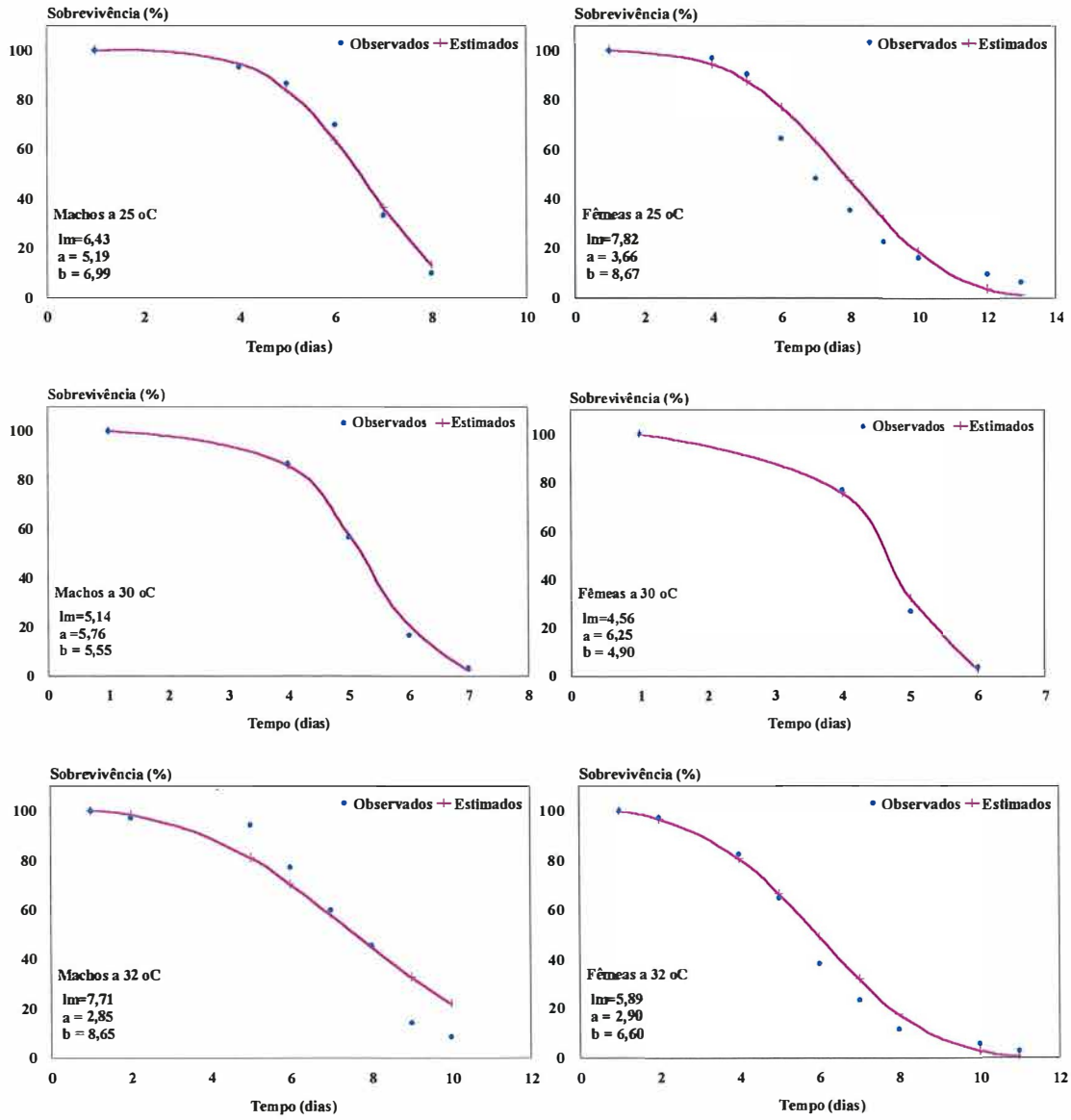


Figura 1 - Curvas de sobrevivência de machos e fêmeas de *Sitotroga cerealella*, a 25, 30 e 32°C, observadas e estimadas segundo Weibull. UR: 60±10% e fotofase: 14 horas.

4.1.2 Capacidade de postura, duração do período embrionário e viabilidade de ovos de *S. cerealella.*

A fecundidade de *S. cerealella* não foi afetada pelas temperaturas estudadas, resultado não coincidente àquele encontrado por Nantes & Cunha (1978) que obtiveram um aumento significativo da oviposição com o aumento de temperatura até 22 °C, não encontrando, a partir daí, diferença significativa entre os demais tratamentos.

O número de ovos/fêmea observado a 25 °C foi de 121,1 (Tabela 6). Estes resultados são comparáveis aos encontrados por Shazali & Smith (1985) para sorgo, que obtiveram de 106 a 109 ovos/fêmea, a 30 e a 25 °C, respectivamente. Estes autores observaram também que, uma temperatura mais elevada, de 35 °C, foi desfavorável à postura da traça, com uma significativa redução para 57 ovos. Também Cônsoli & Amaral Filho (1989 e 1995), obtiveram valores altos (entre 137,4 e 229,9 ovos/fêmea), para criações em milho a 25 °C.

Estes resultados estão bem acima dos encontrados por Mills (1965) que, para a criação em trigo, obteve média de 49,4 ovos /fêmea, a 26,67 °C e UR 70% e também por Flores et al. (1970) que em milho obtiveram média de 45,19 ovos a 25 °C.

Tabela 6 - Capacidade de postura de *Sitotroga cerealella*, criada em milho híbrido, em 6 temperaturas. UR: 60±10% e fotofase: 14 horas.

Temperatura (°C)	Número de ovos/fêmea*	
18	150,83± 9,06	a
20	133,18±13,87	a
22	121,56±11,35	a
25	121,10±10,22	a
30	130,18± 9,52	a
32	126,27±10,91	a

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

A duração do período embrionário foi sensivelmente influenciada pela temperatura, obtendo-se a 30°C uma menor duração da fase de ovo (Tabela 7). Embora estatisticamente não tenha ocorrido diferença entre os valores obtidos a 30 e 32°C, numericamente é indicada uma tendência da inadequação desta maior temperatura no desenvolvimento embrionário de *S. cerealella*, pois nesta condição, o período começou a aumentar novamente. Estes resultados coincidem com os obtidos por Shazali & Smith (1985) e por Nantes & Cunha (1978) que observaram a diminuição da duração, até um limite de 30°C. Cônsoli & Amaral Filho (1989) encontraram uma duração bastante parecida, de 7,69 dias para 25°C, assim como Mondragón & Almeida (1988) que obtiveram duração de 9,91 e 6,00 dias para o período embrionário a 20 e 25°C, respectivamente.

Tabela 7 - Duração e viabilidade do período embrionário de *Sitotroga cerealella* criada em milho híbrido, em 6 temperaturas. UR: 60±10% e fotofase: 14 horas.

Temperatura (° C)	Duração (dias)*		Viabilidade (%)*	
18	13,50±0,38	d	52,00±3,59	d
20	10,67±0,46	c	70,00±6,24	c
22	10,61±0,26	c	64,00±4,64	cd
25	6,86±0,16	b	96,00±1,45	a
30	5,25±0,07	a	89,50±2,41	ab
32	5,62±0,20	a	78,50±4,54	bc

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.
Dados transformados para $1/\sqrt{x}$.

Verificou-se efeito da temperatura na viabilidade de ovos de *S. cerealella*; assim, o aumento da viabilidade foi proporcional ao aumento de temperatura, até o limite de 30 ° C, em termos estatísticos, embora numericamente a viabilidade tenha aumentado somente até 25 ° C (Tabela 7), coincidindo com o que foi referido por Nantes & Cunha (1970), que nesta temperatura obtiveram 80% de ovos viáveis. Por outro lado, Cônsoli & Amaral Filho (1989) registraram uma viabilidade de 72,31% a 25 ° C, enquanto que Cônsoli & Amaral Filho (1995) obtiveram viabilidade de 94,1% a 27 ° C.

Shazali & Smith (1985) estudando o desenvolvimento do inseto em temperaturas mais altas, relataram uma redução na viabilidade de ovos, a partir de 30 ° C (com variação de viabilidade de 92% a 25 ° C para 57,3% a 35 ° C), indicando a existência de um limite de temperatura acima do qual o desenvolvimento de *S. cerealella* é prejudicado. Este efeito deletério de temperaturas elevadas na viabilidade de ovos de *S. cerealella* foi também observado na presente pesquisa, com uma tendência de redução em 32°C; confirmando a tendência deletéria observada na duração do período (Tabela 7); por outro lado, também no extremo inferior houve, na presente pesquisa, efeito

prejudicial ao desenvolvimento embrionário de *S. cerealella*, obervando-se ser a temperatura de 25 ° C a mais adequada para esta fase do desenvolvimento (Tabela 7).

4.2 Parâmetros biológicos de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 parasitando ovos de *S. cerealella*.

4.2.1 Escolha da linhagem a ser utilizada.

Muitas espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* apresentam acentuada preferência por certos hospedeiros. Assim, antes de se realizarem as liberações, é necessária a escolha de uma linhagem com características conhecidas e convenientes ao objetivo visado. Linhagens de diferentes agroecossistemas podem apresentar diferenças quanto ao seu potencial, sendo que uma linhagem local não é necessariamente a mais eficiente (Hassan, 1997b).

Assim, a porcentagem de fêmeas de *T. pretiosum* (criadas em *Anagasta kuehniella* Zeller, 1879) que parasitaram ovos de *S. cerealella* é parâmetro importante para tal seleção, pois indica, juntamente com a capacidade de parasitismo e relação sexual da linhagem, a quantidade necessária de parasitóides a serem liberados, buscando-se sempre um maior parasitismo com menor número de parasitóides liberados, viabilizando economicamente a utilização deste método de controle. No experimento, a porcentagem de fêmeas que parasitou foi alta para todas as linhagens estudadas, não detectando-se diferença significativa entre elas. Não se verificou uma interação dos fatores alimento e linhagens na porcentagem de fêmeas que parasitou, ou seja, em presença de alimento a porcentagem de fêmeas que parasitou foi sempre maior, em qualquer uma das linhagens estudadas (Tabela 8).

De uma maneira geral, os resultados obtidos superam os encontrados por Reznik & Umarova (1990 e 1991) que foram, em média, de 58% e 64,71% de

fêmeas parasitando, respectivamente. Também Gomes (1997) trabalhando com as mesmas linhagens de *T. pretiosum* (criadas em *S. cerealella*), obteve valores mais baixos, com 58,06% para a linhagem n° 1 (L1) e 60% para a linhagem n° 2 (L2), ambas em presença de alimento.

A razão sexual das linhagens do Laboratório de Biologia do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP criadas no hospedeiro alternativo, *A. kuehniella*, (Tabela 9) foi utilizada como parâmetro de seleção. Assim pôde-se verificar que a linhagem L8 apresentou uma relação de 1,95 fêmeas para cada macho, enquanto que, as linhagens L1 e L2 apresentaram apenas fêmeas, sendo mais adequadas para liberações futuras do parasitóide.

Tabela 8 - Porcentagem de fêmeas de *Trichogramma pretiosum* de 3 linhagens, alimentadas (mel puro) e não alimentadas, que parasitou ovos de *Sitotroga cerealella*. Temperatura: 25±2°C, UR: 60±10% e fotofase: 14 horas.

	% de fêmeas que parasitou*		
Linhagem	com alimento	sem alimento	Média
L1	100,00±0,00	84,00±0,20	92,00 a
L2	100,00±0,00	68,00±0,33	84,00 a
L8	100,00±0,00	76,00±0,29	88,00 a
Média	100,00 A	76,00 B	

*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 9 - Razão sexual de *Trichogramma pretiosum* (L1) criados em ovos de *Anagasta kuehniella*. Temperatura: 25°C, UR 60±10%, e fotofase: 14 horas.

Linhagem	Razão sexual
L1	1,00
L2	1,00
L8	0,66

Estudando-se a capacidade total de parasitismo de *T. pretiosum*, não se verificou influência da linhagem sobre o número de ovos parasitados (Tabela 10), ou seja, não houve diferença significativa entre as linhagens.

Quanto ao fornecimento de alimento, também não houve interação com as linhagens (Tabela 10), sendo que, em todas as linhagens, o número de ovos parasitados foi maior para fêmeas alimentadas (Figura 14), coincidindo com o obtido por Yu et al. (1984), que verificaram que *T. minutum* alimentado com mel (diluído a 50%) parasitou 6 vezes mais ovos, quando comparado a insetos não alimentados. Bai et al. (1992) também obtiveram resultados mais favoráveis para fêmeas alimentadas com mel, que parasitaram 2 vezes mais ovos de *Trichoplusia ni* (Hübner, 1802).

Tabela 10 - Capacidade de parasitismo de 3 linhagens de *Trichogramma pretiosum*, alimentadas e não alimentadas, sobre ovos de *Sitotroga cerealella*. Temperatura: 25±2°C, UR: 60±10% e fotofase: 14 horas.

	Número de ovos parasitados*				
Linhagem	com alimento		sem alimento	Média	
L1	49,72±5,56		25,04±2,51	37,38	a
L2	45,31±3,44		29,37±2,54	37,34	a
L8	59,64±6,65		28,00±3,48	43,82	a
Média	50,56	A	27,47	B	

*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.
Dados transformados para log (x + 1,0).

Gomes (1997) obteve resultados mais baixos para a L1, com média de 24 ovos parasitados por fêmea; para a linhagem L2, o resultado foi mais próximo ao deste autor, que observou 41,57 ovos parasitados por fêmea. Marston & Ertle (1973) obtiveram uma capacidade de parasitismo de 82,38 ovos enquanto que, para *T. platneri* Nagarkatti, Hohmann et al. (1988) obtiveram um parasitismo de 18,2 ovos/fêmea. Reznik & Umarova (1990) encontraram fecundidades menores para *Trichogramma* alimentadas, na criação em *S. cerealella*, com 14 ovos/fêmea para *T. embryophagum* e 23 para *T. semblidis*.

O ritmo de parasitismo das três linhagens estudadas apresentou-se de acordo com o relatado por Marston & Ertle (1973), havendo um parasitismo maior no primeiro dia (Figura 14), indicando que as fêmeas do parasitóide estão aptas a parasitarem tão logo emerjam.

Para fêmeas alimentadas, o parasitismo se estendeu por mais dias, sendo registrado parasitismo até o 13° dia, enquanto fêmeas não alimentadas parasitaram até o 5° dia. Marston & Ertle (1973), estudando fêmeas alimentadas, observaram que, após o 2° dia, o parasitismo declinou gradualmente, com muito poucos ovos sendo parasitados depois do 10° dia. Quando foi oferecido alimento, as fêmeas das três linhagens estudadas apresentaram 80% do parasitismo por volta do 7° dia, enquanto que fêmeas não alimentadas atingiram 80% do parasitismo por volta dos 3, 2,5 e 2 dias para as linhagens L1, L2 e L8, respectivamente. Tal comportamento deve estar relacionado à menor longevidade dos parasitóides não alimentados, que por viverem menos tendem a parasitarem num menor período de tempo.

A longevidade de *T. pretiosum* apresentou-se variável, dependendo da linhagem, não sendo verificado efeito significativo entre os fatores linhagem e alimento, ou seja, independente da linhagem, fêmeas alimentadas apresentaram maior longevidade. Gomes (1997) encontrou, para a linhagem L1, uma longevidade menor, 5,61 dias; para a linhagem L2, aquele autor observou uma longevidade de 7,96 dias, valor bem próximo ao registrado na presente pesquisa (Tabela 11).

Marston & Ertle (1973) estudando *T. minutum* criado em *S. cerealella*, conseguiram uma longevidade de 1,72 dias, para fêmeas alimentadas, bem diferente dos valores referidos por Hohmann et al. (1988) que, no caso de *T. platneri*, observaram uma longevidade de 6,8 dias.

Bigler et al. (1987) para *T. maidis* Pintureau & Voegelé, obtiveram longevidades de 15 dias, tanto para criação em *S. cerealella*, como em *A. kuehniella*, estando bastante próximas da longevidade encontrada na presente pesquisa. A semelhança entre estas duas traças também foi encontrada por Parra et al. (1986), estando por volta de 12 dias, por Stein & Parra (1987a), com média de 7,3 dias e também por Gomes (1997), com média de 5,7 dias.

Tabela 11 - Longevidade de 3 linhagens de *Trichogramma pretiosum*, alimentadas e não alimentadas (mel), criadas em *Anagasta kuehniella*, parasitando ovos de *Sitotroga cerealella*. Temperatura: 25±2°C, UR: 60±10% e fotofase: 14 horas.

	Longevidade (dias)*		
Linhagem	com alimento	sem alimento	Médias
L1	12,25±0,76	4,09±0,26	8,17 a
L2	10,38±0,82	3,86±0,27	7,12 a
L8	8,62±1,01	2,73±0,26	5,67 b
Média	10,42 A	3,56 B	

*Média seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.
Dados transformados para log (x + 0,5).

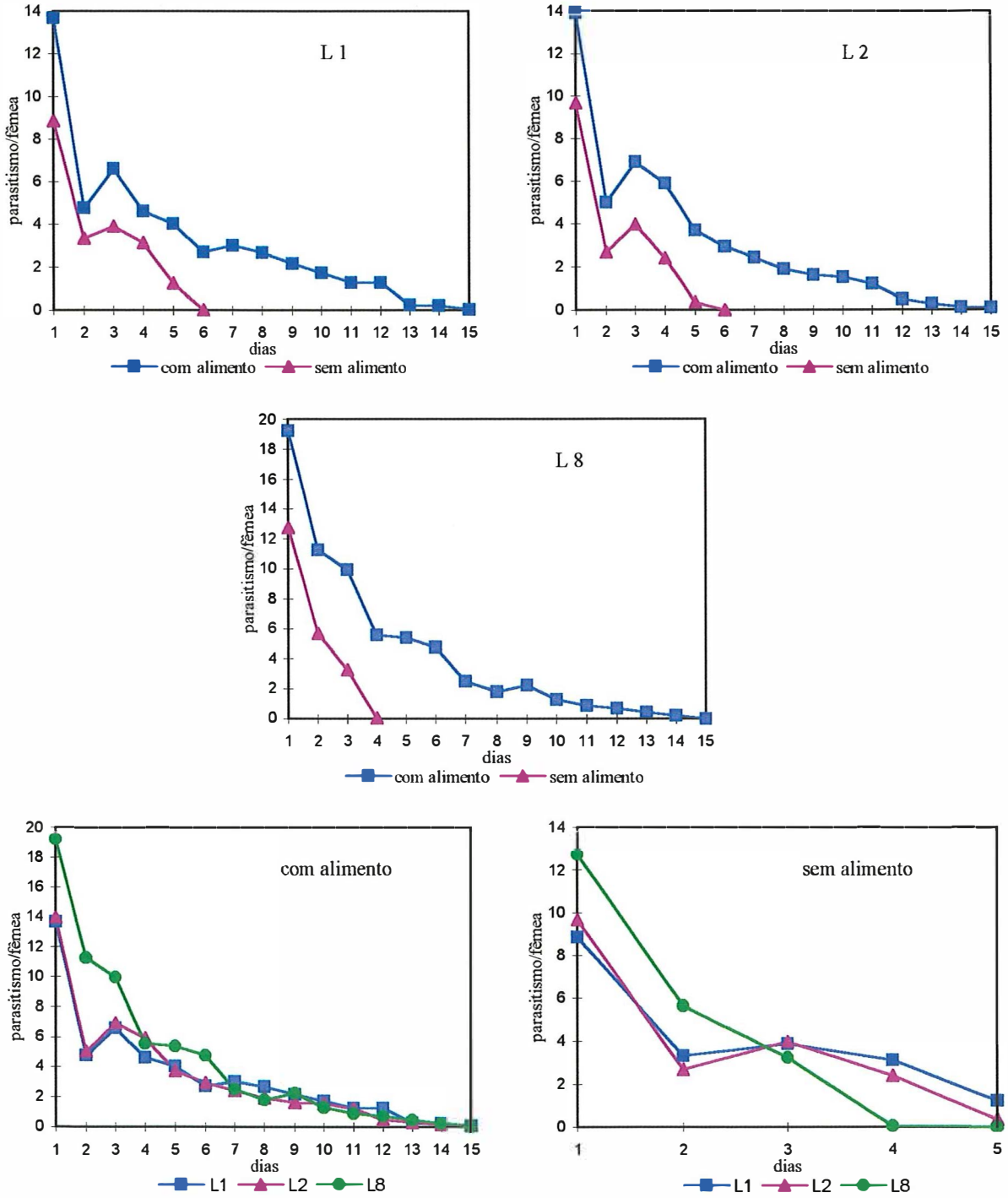


Figura 14 - Ritmo de parasitismo de três linhagens de *Trichogramma pretiosum*, com e sem o fornecimento de alimento, parasitando ovos de *Sitotroga cerealella*. Temperatura: 25°C, UR: 60±10% e fotofase: 14 horas.

Para *T. pretiosum*, Bai et al. (1992) obtiveram uma longevidade 3 vezes maior para fêmeas alimentadas, quando parasitavam ovos de *T. ni*. Também encontraram que, fêmeas alimentadas vivem 4 vezes mais que as não alimentadas, em ausência de ovos de hospedeiros. Resultados similares foram obtidos por Bleicher & Parra, (1989 e 1991), que para *T. pretiosum* parasitando *A. kuehniella* encontraram uma longevidade média de 3,0 a 3,8 vezes maior em fêmeas alimentadas.

No que diz respeito à longevidade, pode-se verificar que a linhagem L1 foi numericamente superior às demais, apesar de não diferir estatisticamente da L2. Num processo de escolha de uma linhagem, a longevidade é fator importante, pois, um parasitóide mais longevo poderá ter chance de parasitar por mais tempo. Assim sendo, uma fêmea alimentada também poderá ter maior disponibilidade de tempo para encontrar ovos da praga, com maiores chances de sucesso, num esquema de controle biológico.

As curvas de sobrevivência obedeceram à distribuição de Weibull para todas as linhagens, alimentadas ou não, permitindo estimar a longevidade dos parasitóides de qualquer uma das linhagens nas condições estudadas, baseando-se no modelo proposto (Figura 15). Esta característica é de grande importância pois é utilizada em casos de controle biológico de pragas, permitindo a previsão da longevidade do parasitóide que, associada ao seu ritmo de parasitismo, poderá dar uma estimativa sobre a capacidade de parasitismo mais próxima do real.

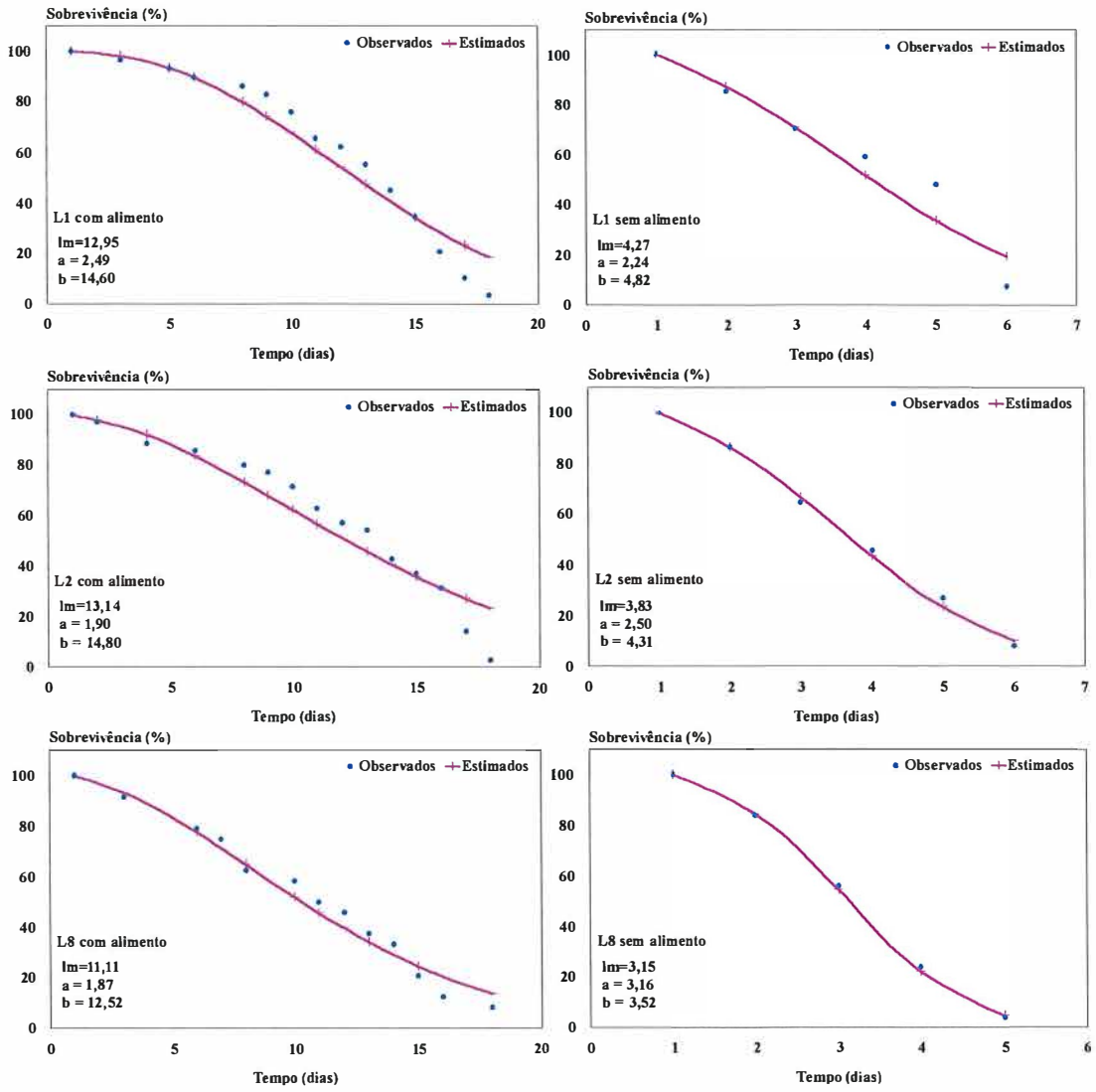


Figura 15 - Curvas de sobrevivência de três linhagens de *Trichogramma pretiosum*, parasitando *Sitotroga cerealella*, observadas e estimadas segundo Weibull. Temperatura: 25±2°C, UR: 60±10% e fotofase: 14 horas.

No geral, a linhagem L1 foi a que apresentou parâmetros biológicos mais adequados, se destacando sobretudo pela combinação de suas características de parasitismo com a relação sexual que, conforme os resultados, indicam a obtenção de um mesmo nível de parasitismo, com redução de 20% no número de parasitóides a ser liberado. A escolha da linhagem adequada para liberações é fator decisivo para o sucesso de um programa de controle, pois tem possibilidade de melhor desempenho, sobretudo para situações adversas, como parasitismo em profundidade na massa de grãos (Schöller et al., 1996).

4.2.2 Parasitismo de *T. pretiosum* (L1) em ovos de *S. cerealella*, em diferentes temperaturas.

O parasitismo de *T. pretiosum* foi afetado pela temperatura, no 1° dia, sendo maior em altas temperaturas; para o 2º dia de parasitismo, não foram verificadas diferenças entre as temperaturas (Tabela 12). Em altas temperaturas, o parasitismo de 1º dia apresentou-se maior em relação ao 2º dia, havendo efeito da temperatura sobre o dia de parasitismo. No geral, o parasitismo total nas 48 horas foi maior para as temperaturas de 30 e 32°C . Este comportamento está obviamente associado à menor longevidade nas temperaturas mais altas, exigindo o parasitismo num menor período de tempo.

Para o primeiro dia de parasitismo, Kfir (1981) obteve resultados mais altos, a 24°C, com 17,2 ovos parasitados por fêmea, mantendo uma densidade de 2 fêmeas para 150 ovos do dia do hospedeiro.

Tabela 12 - Número de ovos parasitados por *Trichogramma pretiosum* (L1) em ovos de *Sitotroga cerealella*, no 1º e 2º dias de parasitismo e total, em 6 temperaturas. UR: 60±10 % e fotofase: 14 horas.

	Parasitismo (número de ovos)								
Temperatura (°C)	0 - 24 horas			24 - 48 horas			Total (por 48 horas)		
18	3,10±0,75	c	A	5,35±0,89	a	A	8,75±1,02	b	
20	3,54±0,84	c	B	6,09±1,22	a	A	9,64±1,14	b	
22	4,75±1,16	bc	A	5,10±1,11	a	A	9,85±1,35	b	
25	7,65±1,06	b	A	5,83±0,75	a	A	13,48±1,19	b	
30	12,13±0,66	a	A	6,65±0,80	a	B	18,78±1,38	a	
32	12,91±0,84	a	A	6,74±0,67	a	B	19,65±1,32	a	

*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A emergência de *T. pretiosum* em ovos de *S. cerealella* comportou-se de maneira uniforme a partir de 20°C, não ocorrendo efeito do dia de parasitismo entre as temperaturas (Tabela 13); assim, ovos parasitados no primeiro dia apresentaram viabilidade de *T. pretiosum* semelhante aos parasitados no segundo dia. A 25°C os resultados confirmaram as pesquisas de Bigler et al. (1987), que obtiveram emergência de 92,7%, em média e também os de Gomes (1997), com 98,71%.

Tabela 13 - Emergência de *Trichogramma pretiosum* (L1) em ovos de *Sitotroga cerealella*, no 1º e 2º dias de parasitismo, em 6 temperaturas. UR: 60±10 % e fotofase: 14 horas.

	Emergência (%)*			
Temperatura (°C)	0 - 24 horas	24 - 48 horas	Média	
18	63,34±10,92	74,17±10,36	68,75	b
20	84,83± 7,48	83,16± 7,90	83,99	ab
22	84,34± 8,90	91,56± 6,25	87,95	a
25	93,48± 2,11	94,78± 2,53	94,13	a
30	92,95± 1,59	84,13± 5,17	88,54	a
32	93,33± 1,37	88,03± 4,19	90,68	a
Média	85,38 A	85,97 A		

*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A porcentagem de fêmeas que parasitou foi afetada pela temperatura, sendo maior a partir de 25°C (Tabela 14). Não foi verificada influência do dia de parasitismo sobre as temperaturas, que se comportaram de maneira semelhante para o 1º e 2º dias. Os resultados obtidos a 20°C coincidem com os de Reznik & Umarova (1991), que obtiveram 64,71% de fêmeas parasitando ovos de *S. cerealella*, sem alimento, e com fotofase de 17 horas.

Tabela 14 - Porcentagem de fêmeas de *Trichogramma pretiosum* (L1), criadas em *Anagasta kuehniella*, que parasitou ovos de *Sitotroga cerealella*, em 6 temperaturas, no 1° e 2° dias de parasitismo. UR: 60±10% e fotofase: 14 horas.

	Fêmeas que parasitaram (%)*		
Temperatura (°C)	0 - 24 horas	24 - 48 horas	Média
18	66,67±7,27	71,43±11,34	69,05 b
20	52,38±6,73	76,19±9,52	64,28 b
22	66,67±14,54	66,67±0,00	66,67 b
25	76,20±11,98	95,24±4,76	85,72 ab
30	100,00±0,00	95,24±4,76	97,62 a
32	100,00±0,00	100,00± 0,00	100,00 a
Média	76,99 A	84,13 A	

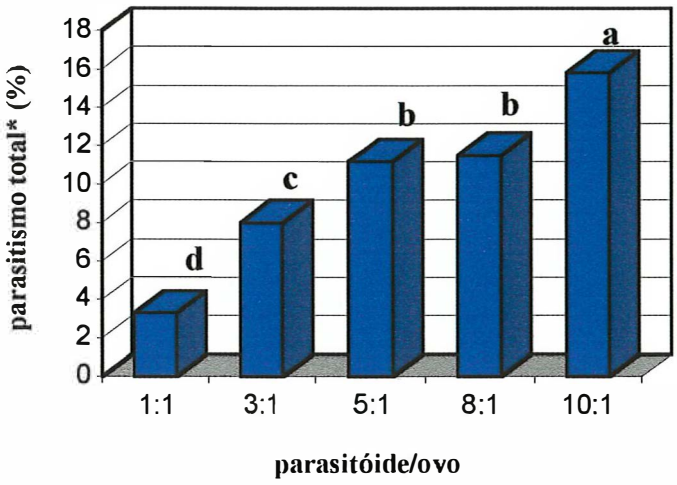
*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Com base nos resultados, verifica-se uma melhor performance de *T. pretiosum* em temperaturas mais altas, concordando com os resultados obtidos por Schöller et al. (1996), para *T. evanescens* Westwood. Como, em temperaturas elevadas, *S. cerealella* apresentou melhor condição de desenvolvimento (Tabelas 2, 3, 6 e 7), a utilização deste parasitóide no controle da traça poderá ter mais chances de êxito, pois, nessa situação de maior crescimento da população da praga o parasitóide também se apresentou mais agressivo.

4.3 Utilização de *T. pretiosum* parasitando ovos de *S. cerealella* em milho armazenado.

4.3.1 Parasitismo de *T. pretiosum* em *S. cerealella* em diferentes profundidades na massa de grãos de milho.

O parasitismo total de *T. pretiosum* em ovos de *S. cerealella* foi baixo, para as condições do experimento, variando de 3,31 a 15,81%, nas liberações de diferentes números do parasitóide (Figura 16). Pôde-se observar, também, que o aumento do número de *T. pretiosum* liberados não resultou em aumento do parasitismo na superfície, a partir da proporção de 3 parasitóides para cada ovo da traça (Figura 17), o que pode ser devido à ocorrência de superparasitismo, assim como registraram Schöller et al. (1996) que, ao testar liberações de diferentes números do parasitóide, verificaram a ocorrência de superparasitismo nas menores profundidades, quando foram feitas as maiores liberações. Estes autores chamaram atenção para o fato de que o método de avaliação do parasitismo pela contagem do número de ovos pretos pode incidir em erros, uma vez que ovos superparasitados não apresentam desenvolvimento do parasitóide, e não se tornam pretos. Os autores recomendaram inclusive a utilização do método da taxa de mortalidade, corrigida pela fórmula de Abbott (1925).



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

Figura 16 - Parasitismo total (% do total de ovos) de diferentes números de *Trichogramma pretiosum* liberados sobre ovos de *Sitotroga cerealella* localizados até a 40cm de profundidade na massa de grãos.

Os parasitóides liberados sobre a massa de grãos de milho foram capazes de parasitar ovos de *S. cerealella* localizados até a 40 cm de profundidade (Tabela 15, Figura 17), concordando com Schöller et al.[6], citado por Schöller et al. (1996), que detectaram penetração de fêmeas de *T. evanescens* em até 55 cm de profundidade, no trigo. O parasitismo diminuiu à medida que os ovos estavam localizados em profundidades maiores.

---

[6] SCHÖLLER, M.; REICHMUTH, CH; HASSAN, S.A. Studies on biological control of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.:Pyralidae) with *Trichogramma evanescens* Weswood (Hym.: Trichogrammatidae) - host- finding ability in wheat under laboratory conditions. In: Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored-product Protection, **Highley, E., Wrigth, E.J., Banks, H.J. and Champ, B.R.** (eds.) 17-23 April 1994, Camberra, Australia, Volume 2, 1142-1146.

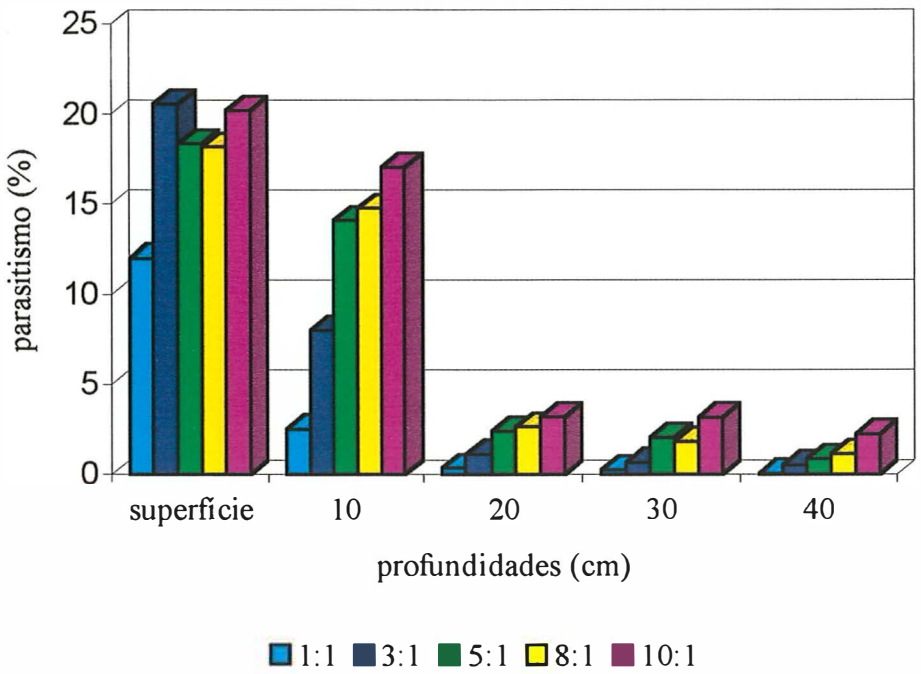


Figura 17 - Porcentagem de ovos de *Sitotroga cerealella*, distribuídos em 4 profundidades, parasitados por diferentes números de *Trichogramma pretiosum* liberados na massa de grãos de milho. Temperatura: 25±2°C, UR: 60±10% e fotofase: 14 horas.

Um maior número de parasitóides liberados resultou num maior parasitismo. Para a obtenção do máximo parasitismo, nas condições do presente experimento, o número teórico ideal de *T. pretiosum* a ser liberado foi de 12 *T. pretiosum* para cada ovo de *S. cerealella*, fazendo-se os cálculos de acordo com Nogueira (1994). Estudos realizados por Brower (1990) confirmam que a liberação de maior número de *T. pretiosum* resulta em maior parasitismo, seja na superficie ou se aprofundando na massa de grãos, não registrando efeito negativo das condições de luminosidade próprias de um ambiente de armazenamento. Apesar deste parasitóide ser normalmente atraído pela luz, ele permanece na massa de grãos, mesmo em ambientes abertos, buscando ovos, atraído por substâncias químicas produzidas pelo hospedeiro (cairomônios). Nas maiores

populações de parasitóides (chamadas pelo autor de "liberações altas"), houve parasitismo de 76% de ovos de *Cadra cautella* (Walker, 1864) na superfície, com redução média de 2,5% para cada centímetro de profundidade.

Na presente pesquisa, o baixo parasitismo total obtido pode ser devido às condições artificiais de distribuição de ovos da traça na massa de grãos, que foi uniforme, para todas as profundidades. Podem ser realizados estudos para a determinação da forma como a população de *S. cerealella* se distribui em profundidade, numa tentativa de obtenção de dados que se aproximem da realidade.

A redução no parasitismo nas profundidades foi variável dependendo da proporção liberada (Tabela 15), com uma redução média de 1,92% a cada centímetro de profundidade. Schöller et al. (1996) também verificaram que a dispersão de fêmeas de *Trichogramma* na massa de grãos de trigo, na direção vertical, não é uniforme, diminuindo com o aumento da profundidade.

Para traças de grãos armazenados, Brower (1988) observou que o êxito no controle depende do número de *T. pretiosum* liberado e da freqüência das liberações. Sua utilização pode ser viável devido à sua especificidade (permitindo utilização conjunta com outros agentes de controle) e seu tamanho reduzido (com pequena contaminação de grãos, bem como facilitando sua movimentação na massa de grãos).

Embora o parasitismo tenha sido alto em relação à superfície, para as liberações de maior número de parasitóides, este também decresceu bastante, à medida que se aumentou a profundidade. A partir daí, pode-se concluir que um controle mais efetivo pode ser obtido com a utilização deste parasitóide como preventivo, logo no início do armazenamento ou logo em seguida à fumigação, quando o ataque da praga está ainda na superfície, antes que haja uma grande população estabelecida, conforme proposta de Brower (1982, 1983b e 1984).

Por outro lado, Lewis & Redlinger (1969) mostraram que ocorre redução no parasitismo, de acordo com a idade dos ovos do hospedeiro, sendo que um maior parasitismo é obtido nas primeiras 60 horas de incubação. Reznik & Umarova

(1990) sugerem que o parasitismo pode até ser inibido pela presença de ovos velhos, com desenvolvimento larval da praga já mais adiantado, reiterando a necessidade de monitoramento contínuo no ambiente de armazenagem, para utilização de *T. pretiosum* logo que sejam detectados os primeiros adultos da traça, devendo haver já uma quantidade mínima de cairomônios da traça para estimular o parasitismo (Vinson, 1976; Reznik & Umarova, 1991).

Tabela 15 - Parasitismo (% em relação à superfície), de diferentes números de *Trichogramma pretiosum*, liberados na massa de grãos de milho híbrido, sobre ovos de *Sitotroga cerealella* distribuídos em 4 profundidades. Temperatura: 25±2°C, UR: 60±10% e fotofase: 14 horas.

	Parasitismo (% em relação a superfície)*											
	Profundidade (cm)											
	10			20			30			40		
N° *T. pretiosum*: n° ovos												
1:1	20,92±2,34	c	A	8,08±0,74	c	B	5,73±0,69	c	B	1,63±0,24	d	C
3:1	38,91±3,70	b	A	26,95±1,93	b	A	15,89±1,37	b	B	12,81±1,22	c	B
5:1	76,64±6,21	a	A	57,77±4,18	a	A	49,30±4,66	a	A	20,66±2,08	bc	B
8:1	81,24±5,50	a	A	63,20±3,40	a	AB	43,67±4,03	a	BC	27,68±0,85	ab	C
10:1	84,42±6,44	a	A	76,86±8,11	a	AB	76,38±8,45	a	AB	53,66±6,64	a	B

*Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.
Dados transformados para log (x + 1).

4.3.2 Efeito de *T. pretiosum* isoladamente e da associação *T. pretiosum* e *Bracon hebetor* Say, 1857 para controle de *S. cerealella* em espigas de milho armazenadas em paiol.

O número de adultos da traça emergidos nos tratamentos com parasitóides foi significativamente menor quando comparado à testemunha (Figura 18), não ocorrendo interação entre profundidades e tratamentos, os quais sempre se comportaram de maneira semelhante, nas diferentes profundidades (Tabela 16). Não houve diferença entre os tratamentos com ou sem adição de *B. hebetor*, embora numericamente ocorra uma tendência de diminuição do número de adultos emergidos no tratamento associado.

Os resultados concordam com Brower & Press (1990) para *C. cautella*, onde não foi verificado efeito adicional da liberação de *B. hebetor* depois da liberação de *T. pretiosum*, para o controle da traça. Entretanto, na população de *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813), estes autores obtiveram reduções de 37,3%, 66,1% e 84,3%, em relação à testemunha, para liberações de *T. pretiosum*, *B. hebetor* e *T. pretiosum* associado a *B. hebetor*, respectivamente.

A porcentagem de controle, calculada conforme Keever et al. (1986), mostrou que o grau de redução da população da traça (em comparação com a testemunha) foi de 60,74% no local de liberação de *T. pretiosum*, mostrando-se um pouco maior, 69,43%, para a combinação de *T. pretiosum* com *B. hebetor* (Tabela 17). Os resultados da presente pesquisa são promissores, uma vez que autores como McGaughey & Kinsinger (1978) relataram redução somente para a 2ª geração da população de *S. cerealella*, alcançando uma média de 78%, com a utilização de *Bacillus thuringiensis* Berliner, assim como Storey (1975), que registrou uma redução média de 56,67% na população da mesma traça, quando submetida a tratamento de atmosfera com teor de O_2 reduzido para 1%, durante 24 horas.

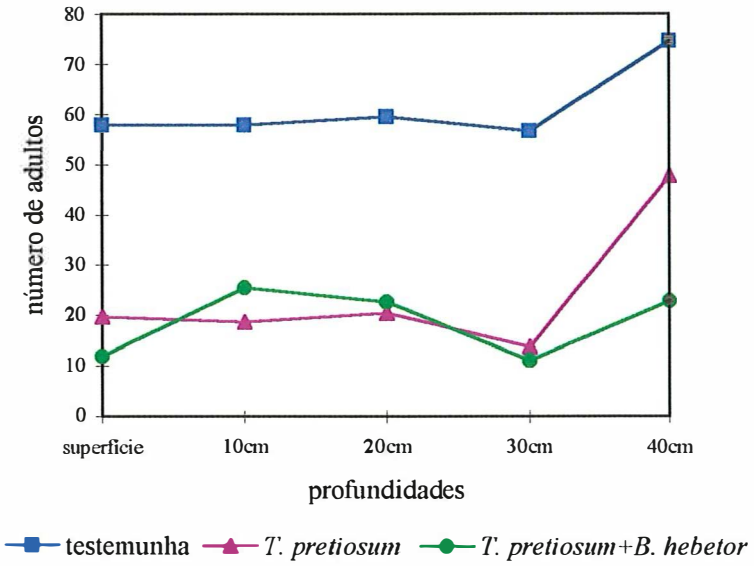
Tabela 16 - Número de adultos de *Sitotroga cerealella* obtidos de espigas de milho de 5 profundidades, após a infestação com ovos de *Sitotroga cerealella* e posterior liberação de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma pretiosum* associado com *Bracon hebetor*. Temperatura: 25±5°C, UR: 60±10%, fotofase: 14 horas.

	Número de adultos obtidos*					
	Profundidade (cm)					
Tratamentos	superfície	10	20	30	40	Média
Testemunha	57,80±22,91	57,80±12,42	59,40±16,28	56,60±18,41	74,60±14,23	61,24 a
T. pretiosum	19,60± 4,47	18,60± 8,56	20,40± 4,88	13,80± 8,03	47,80±13,52	24,04 b
T. pretiosum+B.hebetor	11,80± 6,88	25,40±10,07	22,60± 9,43	11,00± 2,95	22,80± 5,16	18,72 b
Média	29,73 A	33,93 A	34,13 A	27,13 A	48,40 A	

*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.
Dados transformados para $\sqrt{x + 0,5}$.

Tabela 17 - Redução da população (em % da testemunha) de *Sitotroga cerealella* obtida de espigas de milho de 4 profundidades, após a infestação com ovos de *Sitotroga cerealella* e posterior liberação de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma pretiosum* associado com *Bracon hebetor*. Temperatura: 25±5°C, UR: 60±10 %, fotofase: 14 horas.

	% de redução da população					
	Profundidade (cm)					
Tratamentos	superfície	10	20	30	40	Média
T. pretiosum	66,09	67,82	65,66	75,61	35,92	60,74
T. pretiosum+B.hebetor	79,58	56,05	61,95	80,56	69,43	69,43
Média	72,84	61,94	63,80	78,09	52,67	



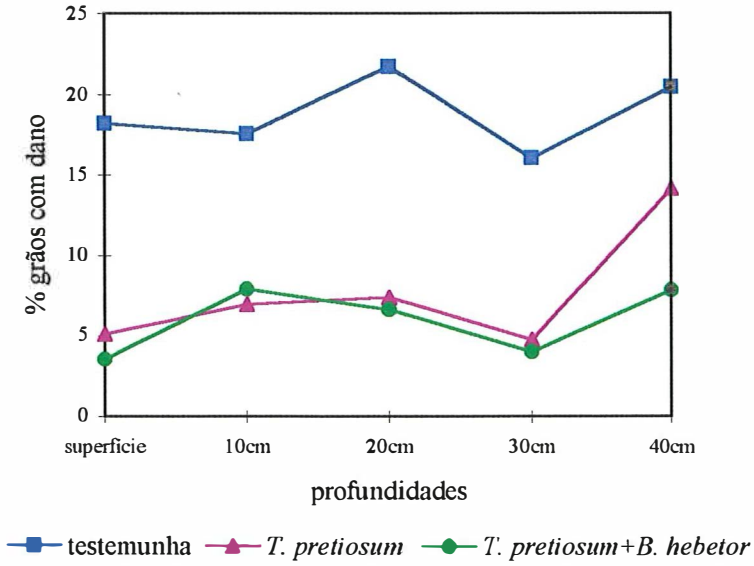


Figura 18 -Variação da população de *Sitotroga cerealella* e do dano produzido, na superfície e em 4 profundidades da massa de espigas de milho, armazenadas em paiol, depois de submetida a infestação e liberação de *Trichogramma pretiosum* isoladamente e liberação de *Trichogramma pretiosum* associado a *Bracon hebetor*. Temperatura: 25±2°C, UR: 60±10% e fotofase: 14 horas.

A liberação de parasitóides reduziu a porcentagem de grãos com dano nas espigas de milho armazenadas (Figura 18), não sendo detectada diferença significativa entre as profundidades, seja na liberação de *T. pretiosum* ou na liberação conjunta de *T. pretiosum* e *B. hebetor* (Tabela 18). Assim sendo, para que ocorra um controle nos níveis obtidos, somente a liberação de *T. pretiosum* já seria suficiente.

Press et al. (1982) conseguiram uma redução de 97% na população de *Ephestia cautella* (Walker, 1864) com a utilização de *B. hebetor*. Segundo Nickle & Hagstrum (1981) a eficiência deste parasitóide pode ser maior se houver fornecimento de alimento para os adultos, recomendando inclusive a distribuição de lagartas paralisadas na superfície dos grãos, desde que se faça uma limpeza periódica para remoção de restos de insetos no armazém. Keever et al. (1985 e 1986) reconheceram que, para obtenção de sucesso, é necessário que a liberação seja feita logo no início da estação de armazenamento, quando há uma população pequena da praga, e antes que tenha ocorrido dano no produto, uma vez que este ectoparasitóide só vai atacar os últimos ínstares da fase larval dos lepidópteros, quando já produziram os danos.

A média de redução de grãos com dano de *S. cerealella*, em massa de espigas de milho em paiol, através da liberação de *T. pretiosum*, foi de 63,12% e de 70,06% para *T. pretiosum* associado a *B. hebetor* (Tabela 19). São valores aceitáveis quando comparados aos de Bitran et al. (1981) que, ao realizarem o controle químico, obtiveram redução de 30, 46, 37, 48 e 83% nos danos de grãos em espiga, com a utilização de malathion, decamethrin, fumigação, fumigação seguida de malathion e fumigação seguida de decamethrin, respectivamente.

Tabela 18 - Porcentagem de grãos com dano por ataque de *Sitotroga cerealella* obtidos de espigas de milho de 5 profundidades, após a infestação com ovos de *Sitotroga cerealella,* seguida de liberação de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma pretiosum* associado a *Bracon hebetor.* Temperatura: 25±5°C, UR: 60±10 % e fotofase: 14 horas.

% de grãos com dano*						
	Profundidade (cm)					
Tratamentos	superfície	10	20	30	40	Média
Testemunha	19,18±12,13	17,53±4,22	21,70±5,40	16,05±5,73	20,48±4,54	18,99 a
T. pretiosum	5,08± 1,13	6,96± 2,19	7,38± 2,84	4,77± 2,43	14,15±3,05	7,67 b
T. pretiosum+H.hebetor	3,52± 1,77	7,92± 3,00	6,61± 3,17	4,03± 1,02	7,87± 0,99	5,95 b
Média	8,87 A	10,80 A	11,90 A	8,28 A	14,16 A	

*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.
Dados transformados para log (x + 0,5).

Tabela 19 - Redução da porcentagem de grãos com dano (em relação à testemunha) causados por *Sitotroga cerealella*, obtida de espigas de milho de 4 profundidades, após a infestação com ovos de *Sitotroga cerealella* e posterior liberação de *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma pretiosum* associado com *Bracon hebetor.* Temperatura: 25±5°C, UR: 60±10 %, fotofase: 14 horas.

% de redução de grãos com dano						
	Profundidade (cm)					
Tratamentos	superfície	10	20	30	40	Média
T. pretiosum	78,71	67,45	57,63	73,18	38,61	63,12
T. pretiosum+B.hebetor	85,39	55,96	67,00	76,43	65,50	70,06
Média	82,05	61,70	62,31	74,80	52,05	

No que diz respeito à análise de correlação linear (Sarries et al., 1992) das variáveis número de adultos emergidos e porcentagem de grãos com dano, foi verificada uma correlação de 94%, que significa dizer que existiu um comportamento dependente entre as duas variáveis, e seu valor positivo indicou haver um comportamento semelhante entre elas, ou seja, o aumento do número de adultos implicou em aumento da porcentagem de grãos com dano.

A profundidade de 30 cm apresentou resultados numericamente destoantes pois, apesar de não haver diferença estatística em relação a outras profundidades, pôde-se perceber um nível de controle um pouco maior, com maior redução da população e menor dano aos grãos. Nesta profundidade a testemunha também apresentou menores valores de ataque, o que pode ser devido à deficiência de uniformidade na distribuição dos ovos de *S. cerealella*, nas diferentes profundidades. A simulação do ataque desta traça poderia ser mais fiel ao real se, depois da infestação com ovos, se esperasse o desenvolvimento de uma ou duas gerações para daí proceder às liberações de parasitóides.

Como, na presente pesquisa, a liberação de *B. hebetor* foi realizada baseando-se num modelo teórico (item 3.5.2), aos 25 dias depois da infestação com ovos de *S. cerealella*, talvez tal eficiência pudesse ser aumentada se a liberação tivesse sido feita anteriormente ou então se tivesse sido feita com maior número de parasitóides. Sugerem-se pesquisas neste sentido, mas de qualquer forma, seja na porcentagem de adultos da traça emergidos (Tabela 17), seja na porcentagem de grãos danificados (Tabela 19), houve uma tendência numérica de redução de danos, o que mostra perspectivas também de utilização deste parasitóide ao lado de *T. pretiosum*, cuja viabilidade de utilização ficou patente neste trabalho.

5 CONCLUSÕES

- O parasitóide *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 apresenta potencial para controle de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) em milho armazenado a granel e em espiga;
- Há uma relação inversa entre duração do período de desenvolvimento de *S. cerealella* e temperatura;
- A constante térmica de *S. cerealella* é de 865,8 graus dia, e o limiar térmico inferior de desenvolvimento é de 7,3°C;
- A velocidade de desenvolvimento de *S. cerealella* é dependente da temperatura, podendo apresentar de 4,8 a 10,6 gerações por ano, em função da condição térmica em que for criada;
- Na faixa estudada, a temperatura mais adequada para criação de *S. cerealella* é a de 25°C;
- A relação sexual de *S. cerealella* não é afetada pela temperatura;
- É possível estimar a sobrevivência de *S. cerealella* baseando-se no modelo de Weibull, sendo a longevidade decrescente com a elevação térmica, a partir de 20°C;
- A capacidade de postura de *S. cerealella* não varia com a temperatura entre 18 e 32°C;
- A duração do período embrionário é sensivelmente influenciada pela temperatura, sendo que a 30°C é menor a duração da fase de ovo;

- A viabilidade de ovos de *S. cerealella* é proporcional ao aumento da temperatura até o limite de 30°C;
- Há diferenças entre linhagens de *T. pretiosum* no parasitismo de ovos de *S. cerealella* e, independente da linhagem, quando alimentados, os tricogramatídeos parasitam mais e são mais longevos;
- É possível estimar a sobrevivência das três linhagens de *T. pretiosum* estudadas, baseando-se no modelo de Weibull;
- A porcentagem de fêmeas de *T. pretiosum* que parasita é maior a partir de 25°C;
- Os parasitóides liberados na massa de grãos de milho são capazes de parasitar ovos de *S. cerealella* até a 40 cm de profundidade;
- A porcentagem de parasitismo decresce, em média, 1,92% para cada centímetro de profundidade, na massa de grãos de milho;
- Apesar de ser fototrópico positivo, a luz não afeta a ação de *T. pretiosum*, sobre ovos de *S. cerealella* na massa de grãos;
- Para maior eficiência de controle, a liberação deve ser feita no início do ataque da traça, na base de 12 parasitóides: 1 ovo de *S. cerealella*;
- Para milho em espigas, a liberação de *T. pretiosum* é eficiente no controle de *S. cerealella*, reduzindo em 60,7% a população de adultos da traça e em 63,1% os danos causados às espigas, armazenadas em paióis de tela;
- A associação de *T. pretiosum* com *B. hebetor* não resulta em vantagens no controle de *S. cerealella*, em relação à liberação de *T. pretiosum* isoladamente; entretanto, numericamente, há uma tendência de maior eficiência com a associação dos dois parasitóides.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n. 2, p. 265-267, 1925.

AGRAWAL, N.S.; CHRISTENSEN, C.M.; HODSON, A. Grain storage fungi associated with the granary weevil. Journal of Economic Entomology, v.50, n.5, p.659-663, Oct. 1957.

ALDANA, H.; PINTO, R.; ACUÑA, C.; CABEZAS, M. Comparación de seis insecticidas protectantes en el control de *Sitophilus oryzae* (L.) y *Sitotroga cerealella* (Olivier) en trigo almacenado. **Agronomia Colombiana**, v.10, n.2, p.144-150, 1993.

ALDEN, C.H.; FARLINGER, D.F. The artificial rearing and colonization of *Trichogramma minutum*. **Journal of Economic Entomology**, v.24, p.480-483, Apr.1931.

ALMEIDA, A.A.; MURTA, R.C.C. Variações no peso, na germinação e no teor de umidade de grãos de milho armazenado, provocadas por uma geração de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Lepidoptera, Gelechiidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.39, n.1, p.95-102, 1995.

ALMEIDA, J.R.; MIZUGUCHI, Y.; SANTOS, C.E. Sistemas enzimáticos de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera, Gelechiidae) e algumas considerações sobre resistência a inseticidas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.7, n.2, p.193-198, 1978.

ARBOGAST, R.T. Cannibalism in *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthocoride), a predator of stored-product insects. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.25, p.128-135,1979.

ARBOGAST, R.T.; MULLEN, M.A. Insect succession in a stored-corn ecosystem in Southeast Georgia. **Annals of the Entomological Society of America**, v.81, n.6, p.899-912, Nov.1988.

AYERTEY, J.N. Locomotor activity of *Sitophilus zeamais* and *Sitotroga cerealella* on maize. **Entomologia Experimentalis et Applicata,** v.29, p.19-28, 1981.

BAI, B.; LUCK, R.F.; FORSTER, L.; STEPHENS, B.; JANSSEN, J.A.M. The effect of host size on quality attributes of the egg parasitoid, *Trichogramma pretiosum.* **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.64, p.37-48, 1992.

BEKELE, A.J.; OBENG-OFORI, D.; HASSANALI, A. Evaluation of *Ocimum suave* (Wild) as a source of repellents, toxicants and protectants in storage against three stored product insect pests. **International Journal of Pest Management**, v.42, n.2, p.139-142, 1996.

BERTI FILHO. E. Controle biológico dos insetos-praga. In: CROCOMO, W.B. (Ed.). **Manejo integrado de pragas**. São Paulo: UNESP, 1990. Cap.5, p.87-104.

BIGLER, F.; MEYER, A.; BOSSHART, S. Quality assessment in *Trichogramma maidis* Pintureau et Voegelé reared from eggs of the factitious hosts *Ephestia kuehniella* Zell. and *Sitotroga cerealella* (Olivier). **Journal of Applied Entomology**, v.104, p.340-353, 1987.

BITRAN, E.A.; CAMPOS, T.B.; OLIVEIRA, D.A.; ARAUJO, J.B.M. Avaliação experimental da ação do piretróide decamethrin no tratamento e conservação de milho não beneficiado em paiol. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.10, n.1, p.105-117, 1981.

BITRAN, E.A.; CAMPOS, T.B.; KASTRUP, L.F.C.; ISHIZAKI, T.; OLIVEIRA, D.A. Avaliação da eficiência da mistura malathion/dichlorvos na proteção de milho ensacado. **Biológico**, v.48, n.10, p.239-249, out. 1982.

BLEICHER, E.; PARRA, J.R.P. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. I. Biologia de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, n.8, p. 929-940, 1989.

BLEICHER, E.; PARRA, J.R.P. Efeito do hospedeiro de substituição e da alimentação na longevidade de *Trichogramma* sp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.11/12, p.1845-1850, nov./dez. 1991.

BLEICHER, E.; STEIN, C.P.; PARRA, J.R.P.; RODRIGUES FILHO, I.L. Método modificado de criação de *Sitotroga cerealella* (Oliv., 1819) (Lepidoptera: Gelechiidae) para estudos com *Trichogramma*. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 16, n. 2, p. 447-451, 1987.

BOFF, M.I.C.; ALMEIDA, A.A. Efeito residual de extratos de *Piper nigrum* (L.) sobre larvas neonatas de *Sitotroga cerealella* (Oliv.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.24, n.1, p.115-121, 1995.

BOLDT, E.P. Temperature, humidity and host: effect on rate of search of *Trichogramma evanescens* and *T. minutum* auctt. (not Riley, 1871). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 67, n.4, p. 706-708, 1974.

BROWER, J.H. Parasitization of irradiated eggs and eggs from irradiated adults of the Indian meal moth (Lepidoptera: Pyralidae) by *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Economic Entomology**, v.75, p.939-944, 1982.

BROWER, J.H. Eggs of stored-product Lepidoptera as hosts for *Trichogramma evanescens* (Hym.: Trichogrammatidae). **Entomophaga**, v.28, n.4, p.355-362, 1983a.

BROWER, J.H. Utilization of stored-product Lepidoptera eggs as hosts by *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae**). Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 56, n. 1, p. 50-54, 1983b.

BROWER, J.H. The natural occurrence of the egg parasite, *Trichogramma*, on almond moth eggs in peanut storages in Georgia. **Journal of Georgia Entomological Society**, v.19, n.3, p.285-290, 1984.

BROWER, J.H. Population suppression of the almond moth and the Indian meal moth (Lepidoptera:Pyralidae) by release of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) into simulated peanut storages**. Journal of Economic Entomology**, v.81, p.944-948, Jun. 1988.

BROWER, J.H. Host locating ability of *Trichogramma pretiosum* Riley in inshell peanuts under laboratory conditions. **Journal of Agricultural Entomology**, v.7, n.4, p. 265-273, 1990.

BROWER, J.H.; PRESS, J.W. Interaction of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in suppressing stored-product moth populations in small inshell peanut storages. **Journal of Economic Entomology**, v.83, n.3, p.1096-1101, June 1990.

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**, v. 73, n. 6, p. 671-673, 1980.

CARTWRIGHT, O.L. A survey of field infestations of insects attacking corn in ear in South Carolina. **Journal of Economic Entomology**, v.32, p.780-782, 1939.

CARVALHO, G.S.; CORSEUIL, E. Resistência de genótipos de milho a *Sitophilus zeamais* Motschulky, 1855 (Col., Curculionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10., Rio de Janeiro, 1986. **Resumos**. Rio de Janeiro: SEB, 1986. p. 146.

CHAMP, B.R.; DYTE, C.E. **Report of the FAO global survey of pesticide susceptibility of stored grain pests**. Rome: FAO, 1976. 297p. (Plant-Production and Protection Series, 5).

CHIPPENDALE, G.M. Development of artificial diets for rearing the Angoumois grain moth. **Journal of Economic Entomology**, v.63, n.3, p.844-848, June 1970.

CLINE, L.D. Effect of host availability and ligth conditions on light trap catches of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of Economic Entomology**, v.82, n.2, p. 430-432, 1989.

CLINE, L.D.; PRESS, J.W. Reduction in Almond Moth (Lepidoptera: Pyralidae) infestations using commercial packaging of foods in combination with the parasitic wasp, *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of Economic Entomology**, v.83, n.3, p.1110-1113, June 1990.

CLINE, L.D.; FLAHERTY, B.R.; PRESS, J.W. Response of selected parasitoids and predators of stored-product insects to whitelight or blacklight traps. **Journal of Economic Entomology**, v.76, n.2, p.298-301, Apr. 1983.

CLINE, L.D.; PRESS, J.W.; FLAHERTY, B.R. Preventing the spread of the almond moth (Lepidoptera: Pyralidae) from infested food debris to adjacent uninfested packages, using the parasite *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of Economic Entomology**, v.77, n.2, p.331-332, Apr. 1984.

CLINE, L.D.; PRESS, J.W.; FLAHERTY, B.R. Suppression of the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae), inside and outside of burlap, woven polypropylene, and cotton bags by the parasitic wasp, *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Journal of Economic Entomology**, v.78, n.4, p.835-838, 1985.

CLINE, L.D.; PRESS, J.W.; FLAHERTY, B.R. Protecting uninfested packages from attack by *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae) with the parasitic wasp *Venturia canescens* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Journal of Economic Entomology**, v.79, n.2, p.418-420, Apr. 1986.

COGAN, P.M. A method for the rapid detection of malathion resistance in *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) with further records of resistance. **Journal of Stored Products Research**, v. 18, n.3, p. 121-124, 1982.

COGBURN, R.R. Resistance to the Angoumois Grain Moth in some varieties of rough rice from the USDA world collection. **Journal of Economic Entomology**, v.70, n.6, p.753-754, 1977.

COGBURN, R.R.; VICK, K.W. Distribution of Angoumois grain moth, Almond moth, and Indian meal moth in rice fields and rice storages in Texas as indicated by pheromone baited adhesive traps. **Environmental Entomology**, v.10, p.1003-1007, 1981.

CÔNSOLI, F.L.; AMARAL FILHO, B.F. Biologia de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Lepidoptera, Gelechiidae) em condições de laboratório. **Revista de Agricultura**, v. 64, n. 3, p. 287-300, 1989.

CÔNSOLI, F.L.; AMARAL FILHO, B.F. Biology of *Sitotroga cerealella* (Oliv.) (Lepidoptera: Gelechiidae) reared on five corn (maize) genotypes. **Journal of Stored Products Research**, v.31, n.2, p.139-143, 1995.

CORRIGAN, J.E.; LAING, J.E. Effects of the rearing host species and the hosts species attacked on performance by *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Environmental Entomology**, v.23, n.3, p.755-760, 1994.

CROMBIE, A.C. Development of the Angoumois grain moth (*Sitotroga cerealella* Oliv.). **Nature**, v.52, p.246, 1943.

DE BACH, P. **Biological control of insect pests and weeds.** New York: Reinhold Publ., 1964. 844p.

DELL'ORTO TRIVELLI, H. Insectos que dañan granos y otros productos almacenados. In: MESA REDONDA LATINOAMERICANA SOBRE PERDAS PÓS-COLHEITA DE GRÃOS, 1., Viçosa, 1984. Viçosa: Centreinar, 1984. p.19-24.

DEMIANYK, C.J.; SINHA, R.N. Effect of infestation by the larger grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn), and the lesser grain borer, *Rhyzoperta dominica* (F) (Coleoptera: Bostrichidae), on stored corn. **Environmental Entomology**, v.16, n.3, p.618-624, June 1987.

DOUTT, R.L. The biology of parasitic Hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, v.4, p.161-182, 1959.

DUNKEL, F.V. The stored grain ecosystem: a global perspective. **Journal of Stored Products Research**, v.28, n.2, p.73-87, 1992.

ELLINGTON, G.W. A method for securing eggs of the Angoumois grain moth. **Journal of Economic Entomology**, v.23, p.237-238, Feb. 1930.

EVANS, N.J. The effectiveness of various insecticides on some resistant beetle pests of stored products from Uganda. **Journal of Stored Products Research**, v.21, n.2, p.105-109, 1985.

FLANDERS, S.E. Mass production of egg parasites of the genus *Trichogramma*. **Hilgardia**, v.4, p. 465-501, 1930.

FLANDERS, S.E. Competition and cooperation among parasitic Hymenoptera related to biological control. **Canadian Entomologist**, v.97, p.409-422, 1965.

FLORES, J.D.; CASTRO, G.D.; MOSS, C.S. Susceptibilidad relativa de variedades colombianas de maiz al ataque de *Sitotroga ceralella* (Olivier). **Revista Peruana de Entomologia,** v.3, n.1, p.15-23, Dec. 1970.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D. **Manual de entomologia agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. cap.10, p.605: Pragas das plantas e seu controle.

GEORGHIOU, P.G. The magnitude of the resistance problem. In: COMMITTEE ON STRATEGIES FOR THE MANAGEMENT OF PESTICIDE RESISTANT PEST POPULATIONS. Washington: National Academic Press, 1986. p.14-43.

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

GOODENOUGH, J.L.; HARSTSTACK, A.W.; KING, E.G. Developmental models for *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on four hosts. **Journal of Economic Entomology**, v.76, n.5, p.1095-1102, Oct. 1983.

GUEDES, R.N.C. Resistência a inseticidas: desafio para o controle de pragas dos grãos armazenados. **Revista Seiva**, v.50, n.99, p.24-29, 1991.

GUEDES, R.N.C.; LIMA, J.O.G.; SANTOS, J.P.; CRUZ, C.D. Resistance to DDT and pyrethroids in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research,** v.31, n. 2, p.145-150, 1995.

HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P. **Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo de desenvolvimento de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 12p. (Série Agricultura e Desenvolvimento).

HAGSTRUM, D.W. Self-provisioning with paralyzed hosts and age, density, and concealment of hosts as factors influencing parasitization of *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) by *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). **Environmental Entomology**, v.12, n.6, p.1727-1732, 1983.

HAINES, C.P. Biological methods for integrated control of insects and mites in tropical stored products. **Tropical Stored Products Information**, v.48, p.17-25, 1984.

HALISCAK, J.P.; BEEMAN, R.W. Status of malathion resistance in five genera of beetles infesting farm stored corn, wheat and oats in the United States. **Journal of Economic Entomology**, v.76, p. 717-722, 1983.

HASSAN, S.A. The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: achievements and outlook. **Pesticide Science**, v.37, p.387-391, 1993.

HASSAN, S.A. Criação da traça do milho, *Sitotroga cerealella*, para a produção massal de *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). ***Trichogramma* e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997a. Cap. 6, p.173-182.

HASSAN, S.A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para uso em programas de controle biológico. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). ***Trichogramma* e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997b. cap.7, p.183-205.

HASSAN, S.A.; GUO, M.F. Selection of effective strains of egg parasites of the genus *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) to control the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lep., Pyralidae). **Journal of Applied Entomology**, v.111, p.335-341, 1991.

HOHMANN, C.L.; LUCK, R.F.; OATMAN, E.R. A comparison of longevity and fecundity of adult *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared from eggs of the Cabbage Looper and the Angoumois grain moth, with and without access to honey. **Journal of Economic Entomology**, v.81, n.5, p.1307-1312, Oct. 1988.

HORTON, P.M. Evaluation of South Carolina field strains of certain stored-product Coleoptera for malathion resistance and pirimiphos-methyl susceptibility. **Journal of Agricultural Entomology**, v.1, n.1, p.1-5, 1984.

ISMAIL, I.I.; EL-NAHAL, A.K.M.; KAMEL, A.H.; MOUSTAFA, T.S. Some ecological notes on the Angoumois Grain Moth, *Sitotroga cerealella* (Olivier). **Agricultural Research Review**, v.57, n.1, p.21-28, 1979.

KAO, S.S.; TZENG C.C. A survey of the susceptibility of rice moth (*Corcyra cephalonica*) and Angoumois grain moth (*Sitotroga cerealella*) to malathion and phoxim. **Chinese Journal of Entomology,** v.12, n.4, p. 239-245, 1992. /Resumo 9404 em **Review of Agricultural Entomology**, v. 82, p.2266, 1994.

KEEVER, D.W.; ARBOGAST, R.T.; MULLEN, M.A. Population trends and distributions of *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) and lepidopterous pests in commercially stored peanuts. **Environmental Entomology**, v.14, n.6, p.722-725, Dec. 1985.

KEEVER, D.W.; MULLEN, M.A.; PRESS, J.W.; ARBOGAST, R.T. Augmentation of natural enemies for suppressing two major insect pests in stored farmers stock peanuts. **Environmental Entomology**, v.15, n.3, p.767-770, June 1986.

KEYS, R.E.; MILLS, R.B. Demonstration and extraction of a sex attractant from female Angoumois Grain Moths. **Journal of Economic Entomology**, v.61, n.1, p.46-49, Feb.1968.

KFIR, R. Effect of hosts and parasite density on the egg parasite *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae). **Entomophaga**, v.26, n.4, p.445-451, 1981.

KOSOSKI, A.R. Estudo da possibilidade de reduzir ou eliminar resíduos tóxicos no combate das pragas dos grãos armazenados. In: SIMPÓSIO SOBRE O COMBATE DAS PRAGAS DOS GRÃOS ARMAZENADOS, 1., Porto Alegre, 1981. **Anais.** Porto Alegre: EMBRAPA, 1981. p. 95-103.

LAHUE, D.W. Control of malathion-resistant Indian meal moths, *Plodia interpunctella* (Hübner), with dichlorvos resin strips. **Annals of Entomological Society of America**, v.24, p. 117-119, 1969.

LAHUE, D.W. Angoumois grain moth: chemical control of infestation in shelled corn. **Journal of Economic Entomology**, v.68, n.6, p.769-771, Dec. 1975.

LEWIS, W.J.; REDLINGER, L.M. Suitability of eggs of the almond moth, *Cadra cautella* of various ages for parasitism by *Trichogramma evanescens*. **Annals of the Entomological Society of America**, v.62, n.6, p.1482-1484, 1969.

LEWIS, W.J.; JONES, R.L.; SPARKS, A.N. A host-seeking stimulant for the egg parasite *Trichogramma evanescens*: its source and a demonstration of its laboratory and field activity. **Annals of the Entomological Society of America**, v.65, n.5, p.1087-1089, Sept. 1972.

LEWIS, W.J.; SPARKS, A.N.; REDLINGER, L.M. Moth odor: a method of host-finding by *Trichogramma evanescens*. **Journal of Economic Entomology**, v.64, n.2, p.557-558, Apr. 1971.

LI; Y.L. Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: a survey. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, 1994. cap 2, p.37-54.

MARANHÃO, Z.C. Carunchos, gorgulhos, traças e outros insetos destruidores dos grãos leguminosos cultivados, cereais e seus subprodutos. **Revista de Agricultura**, v.14, n.12, p.55-72, 1939.

MARDAN, A.L.; HAREIN, P.K. Susceptibility of a malathion-resistant strain of Indianmeal moths (Lepidoptera: Pyralidae) to *Bacillus thuringiensis* Berliner. **Journal of Economic Entomology**, v.77, p. 1260-1263, 1984.

MARSTON, N.; ERTLE, L. R. Host influence on the bionomics of *Trichogramma minutum*. **Annals of the Entomological Society of America**, v.66, n.5, p.1155-1162, 1973.

McGAUGHEY, W.H.; BEEMAN, R.W. Resistance to *Bacillus thuringiensis* in colonies of Indianmeal moth and almond moth (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v.81, n.1, p.28-33, 1988.

McGAUGHEY, W.M.H. ; KINSINGER, R. Susceptibility of Angoumois grain moths to *Bacillus thuringiensis*. **Journal of Economic Entomology**, v.71, n.3, p.435-436, 1978.

METCALF, R.L. Applied entomology in the twenty-first century. **American Entomologist,** v. 226, p. 227, 1996.

MILLS, R.B. Early germ feeding and larval development of the Angoumois grain moth. **Journal of Economic Entomology**, v.58, n.2, p.220-223, 1965.

MONDRAGÓN, I.; ALMEIDA, A.A. Influencia de dos temperaturas en el desarrollo de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Lepidoptera, Gelechiidae) en maiz almacenado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.17, n.2, p.398-407, 1988.

MORRISON, R.K. Mass production of *Trichogramma pretiosum* Riley. **The Southwestern Entomologist**, v.8, p.21-27, 1985.

MORRISON, R.K.; KING, E.G. Mass production of natural enemies. In: RIDGWAY, R.L.; VINSON, S.B. (Ed.). **Biological control by augmentation of natural enemies**. New York: Plenum Press, 1977. cap.6, p.183-217.

MOUSTAFA, T.S.; KAMEL, A.H.; EL-NAHAL, A.K.M.; ISMAIL, I.I. Preharvest infestation with the Angoumois grain moth *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera, Gelechiidae) in wheat and maize crops. **Agricultural Research Review**, v.57, n.1, p.15-20, 1979.

MUHIHU, S.K. Depth of infestation by *Sitotroga cerealella* (Olivier) into grain layers of wheat, maize and sorghum. **Tropical Stored Products Information**, v.47, p.34-38, 1984.

MUSSETI, L.; ALMEIDA, A.A. Avaliação tóxica do extrato acetônico de pimenta-do-reino, *Piper nigrum*, sobre o caruncho do milho, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera, Curculionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 8., Recife, 1991. **Resumos**. Recife: SEB, 1991. p.361.

NANTES, J.F.D.; CUNHA, M.L.V. Influência da temperatura sobre a biologia de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Lepidoptera, Gelechiidae). **Agros**, v. 13, n. 1, p.1-5, 1978.

NEGREIROS, J.; VENDRAMIM, J.D. Efeito de genótipos de milho na mortalidade de adultos de *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Col., Curculionidae) criados em diferentes substratos alimentares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11., Campinas, 1987. **Resumos**. Campinas: SEB, 1987. p.442.

NICKLE, D.A.; HAGSTRUM, D.W. Provisioning with preparalyzed hosts to improve parasite effectiveness: a pest management strategy for stored commodities. **Environmental Entomology**, v.10,n.4, p.560-564, 1981.

NOGUEIRA, M.C.S. **Estatística experimental aplicada à experimentação agronômica.** Piracicaba: ESALQ, Departamento de Matemática e Estatística, 1994. 238p.

PACHECO, I.A. Resistência de pragas de grãos armazenados a pesticidas. In: ENCONTRO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE OS MÉTODOS DE CONTROLE DE PRAGAS, 5., Piracicaba, 1991. Piracicaba: ESALQ, 1991. p.101-109.

PACHECO, I.A.; PAULA, D.C. **Insetos de grãos armazenados:** identificação e biologia. Campinas: Fund. Cargill, 1995. p.134-139: Família Gelechiidae - *Sitotroga cerealella* (Olivier).

PACHECO, I.A.; SARTORI, M.R.; TAYLOR, R.W.D. Levantamento de resistência de insetos-praga de grãos armazenados à fosfina, no Estado de São Paulo. **Coletânea do ITAL**, v.20, n.2, p.144-154, 1990.

PAK, G.A.; OATMAN, E.R. Comparative life table, behavior and competition studies of *Trichogramma brevicapillum* and *Trichogramma pretiosum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.32, p.68-79, 1982.

PARRA, J.R.P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado.** Piracicaba: FEALQ, 1997. cap.4, p.121-150.

PARRA, J.R.P.; ESTEVAM, R.C.; ZUCCHI, O.L.A.D. Biologia comparada de duas espécies de *Trichogramma* em dois hospedeiros alternativos e em diferentes temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11., Campinas, 1987. **Resumos**. Campinas: SEB, 1987. p.258.

PARRA, J.R.P.; ZUCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S. Pespectives of biological control using *Trichogramma* and/or *Trichogrammatoidea* in the State of São Paulo (Brazil). **Les Colloques de l'INRA**, v.43, p.527-540, 1986.

PARRA, J.R.P.; LOPES, J.R.S.; SERRA, H.J.P.; SALES Jr., O. Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para produção massal de *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.18, p. 403-415, 1989.

PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S.; HADDAD, M.L. Biology and thermal requirements of *Trichogramma galloi* and *T. disticum* Zucchi, on two alternative hosts. **Les Colloques de l'INRA,** v. 56, p. 81-84, 1991.

PRESS, J.W.; FLAHERTY, B.R. Reproductive potential of *Bracon hebetor* Say on three moth species, *Ephestia cautella* (Walker), *Achroia grisella* (F.) and *Galleria mellonella* (L.). **Journal of Georgia Entomological Society**, v.16, n.3, p.342-345, July 1981.

PRESS, J.W.; CLINE, L.D.; FLAHERTY, B.R. A comparison of two parasitoids, *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) and *Venturia canescens* (Hymenoptera: Ichnemonidae), and a predator *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthocoridae) in suppressing residual populations of the almond moth, *Ephestia cautella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, v.55, n.4, p.725-728, 1982.

PRESS, J.W.; CLINE, L.D.; FLAHERTY, B.R. Suppression of residual populations of the rice weevil, *Sitophilus oryzae*, by the parasitic wasp, *Anisopteromalus calandrae*. **Journal of Georgia Entomological Society**, v.19, n.1, p.110-113, Jan. 1984.

PUZZI, D. **Manual de armazenamento de grãos** : armazéns e silos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. cap.9, p.169-186: Combate das pragas.

RÊGO, A.M.; VEIGA, A.F.S.L.; RODRIGUES, Z.A.; OLIVEIRA, M.L.; PIMENTEL, M.L. Resposta de cultivares promissores de milho e sorgo ao *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Col. Curculionidae) normal e irradiado sob condições de laboratório. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 8., Brasília, 1983. **Resumos**. Brasília: SEB, 1983. p.178.

REINERT, J.A.; KING, E.W. Action of *Bracon hebetor* Say as a parasite of *Plodia interpunctella* at controlled densities. **Annals of the Entomological Society of America**, v.64, n.6, p.1335-1340, Nov. 1971.

REZNIK, S.Ya.; UMAROVA, T.Ya. The influence of hosts age on the selectivity of parasitism and fecundity of *Trichogramma*. **Entomophaga**, v.35, n.1, p.31-37, 1990.

REZNIK, S.Ya.; UMAROVA, T.Ya. Host population density influence on host acceptance in *Trichogramma*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.58, p.49-54, 1991.

ROSSETO, C.J. Sugestões para armazenamento de grãos no Brasil. **Agronômico**, v. 18, p. 38-51, 1966.

SÁ, L.A.N.; PARRA, J.R.P. Biology and parasitism of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae) on *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lep.,Pyralidae) and *Heliothis zea* (Boddie) (Lep., Noctuidae) eggs. **Journal of Applied Entomology**, v.118, n.1, p.38-43, 1994.

SALAMA, H.S.; EL-MOURSY, A.; ABOUL-ELA, R.; ABDEL-RAZEK, A. Potency of different varieties of *Bacillus thuringiensis* (Berl.) against some lepidopterous stored product pests. **Journal of Applied Entomolgy**, v.112, p. 19-26, 1991.

SALT, G. The hosts of *Nemeritis canescens*, a problem in the host specificity of insect parasitoids. **Ecological Entomology**, v.1, p.63-67, 1976.

SANDVOL, L.; HOMAN, H. **Fumigation of farm-stored grain**. Moscow: University of Idaho, Cooperative Extension Service, Agricultural Experiment Station, 1986. (Current Information Series, 644).

SANTOS, J.P. Controle de pragas em produtos armazenados. In: ENCONTRO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE MÉTODOS DE CONTROLE DE PRAGAS, 3., Piracicaba, 1987. Piracicaba:ESALQ, 1987. p.10-28.

SANTOS, J.P.; FONTES, R.A. Armazenamento e controle de insetos no milho estocado na propriedade agrícola. **Informe Agropecuário**, v.14, n.165, p.40-45, 1990.

SANTOS, J.P.; MAIA, J.D.G.; CRUZ, I. Efeito da infestação pelo gorgulho (*Sitophilus zeamais*) e traça (*Sitotroga cerealella*) sobre a germinação de sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.12, p.1687-1692, Dec. 1990.

SARRIES, G.A.; ALVES, M.C.; OLIVEIRA, J.C.V. **Sanest:** sistema de análise estatística para DOS. Piracicaba: CIAGRI, 1992. 57p. (CIAGRI. Série didática, 6).

SARTORI, M.R.; PACHECO, I.A.; IADEROZA, M; TAYLOR, R.W.D. Ocorrência e especificidade de resistência ao malatiom em insetos-praga de grãos armazenados no estado de São Paulo. **Coletânea do ITAL**, v.20, n.2, p.194-209, 1990.

SCHÖLLER, M.; HASSAN, S.A.; REICHMUTH, Ch. Efficacy assessment of *Trichogramma evanescens* and *T. embriophagum* (Hym.: Trichogrammatidae), for control of stored products moth pests in bulk wheat. **Entomophaga**, v.41, n.1, p. 125-132, 1996.

SCHULZ, F.A.; LABORIUS, G.A. Strategy for bio-integrated control of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col., Bostrichidae). In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE OF STORED-PRODUCT PROTETION, 4., Tel Aviv, 1986, p.497-503.

SERRA, H.J.P. Bioecologia de *Habrobracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae) ectoparasito de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). Piracicaba, 1992. 108 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SGRILLO, R.B. A distribuição de Weibull como modelo de sobrevivênca de insetos. **Ecossistema**, v.7, p. 9-13, 1982.

SHAZALI, M.E.H.; SMITH, R.H. Life history studies of internally feeding pests of stored sorghum: *Sitotroga cerealella* (Ol.) and *Sitophilus oryzae* (L.). **Journal of Stored Products Research**, v.21, n.4, p.171-178, 1985.

SINHA, K.K.; SINHA, A.K. Effect of *Sitophilus oryzae* infestation on *Aspergillus flavus* infection and aflatoxin contamination in stored wheat. **Journal of Stored Products Research**, v.27, n.1, p. 65-68, 1991.

SMITH, S.M. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. **Annual Review of Entomology**, v.41, p.375-406, 1996.

SRIVASTAVA, J.L. Pesticide residue in food grains and pest resistance to pesticides. **Bulletin of Grain Technology**, v.18, n.1, p. 65-76, 1980.

STEIN, C.P.; PARRA, J.R.P. Aspectos biológicos de *Trichogramma* sp. em diferentes hospedeiros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.16, n.1, p.163-169, 1987a.

STEIN , C.P.; PARRA, J.R.P. Uso da radiação ultravioleta para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (Zller, 1879) visando estudos com *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.16, n.1, p.229-231, 1987b.

STOREY, C.L. Mortality of three stored product moths in atmospheres produced by an exothermic inert atmosphere generator. **Journal of Economic Entomology**, v.68, n.6, p.736-738, 1975.

STOREY, C.L.; SAUER, D.B.; ECKER, O.; FULK, D.W. Insect infestation in wheat and corn exported from United States. **Journal of Economic Entomology**, v.75,n.5, p.827-832, Oct.1982.

SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D.W. Predicting development times of six stored-product moth species (Lepidoptera: Pyralidae) in relation to temperature, relative humidity, and diet. **European Journal of Entomology**, v.90, p.51-64, 1993.

TIGAR, B.J.; OSBORNE, P.E.; KEY, G.E.; FLORES, M.E.S.; VAZQUEZ, M.A. Insect pests associated with rural maize stores in Mexico with particular reference to *Protephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae). **Journal of Stored Products Research**, v.30, n.4, p.267-281, 1994.

TYLER, P.S.; TAYLOR, R.W.; REES, D.P. Insect resistance to phosphine fumigation in food warehouses in Bangladesh. **International Pest Control,** v.25, n.1, p.10-13, 1983.

VICK, K.W.; KVENBERG, J.; COFFELT, J.A.; STEWARD, C. Investigation of sex traps for simultaneous dectetion of Indianmeal moths and Angoumois moths. **Journal of Economic Entomology**, v.72, p.245-249, 1979.

VINSON, S.B. Host selection by insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, v.21, p.109-133, 1976.

WAIB, C.M. Patogenicidade de *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* para coleópteros de produtos e subprodutos armazenados. Campinas, 1992. 98p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas.

WEN, B.; BROWER , J.H. Suppression of Sitotroga cerealella in shelled corn by the parasitoid Pteromalus cerealellae. Journal of Entomological Science, v.29, n.2, p.254-258, 1994.

WEN, B.; WEAVER, D.K.; BROWER , J.H. Size preference and sex ratio for *Pteromalus cerealellae* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) in stored corn. **Environmental Entomology**, v.24, n.5, p.1160-1166, 1995.

WESTON, P.A.; BARNEY, R.; SEDLACEK, J.D. Planting date influences infestation of dent corn by Angoumois grain moth (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Economic Entomology**, v.86, n.1, p.174-180, 1993.

WIENDL, F.M.; BOVI, O.A.; ARTHUR, V. Esterilização e efeitos letais da radiação gama em adultos e ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier). **Boletim Científico - Centro Nuclear na Agricultura,** n.28, p.3-9, 1975.

WILBUR, D.A.; HALAZON, G. Pests of farm-stored wheat and their control. **Kansas Bulletin**, n.481, 1965.

YU, D.S.K.; HAGLEY, E.A.C.; LAING, J.E. Biology of *Trichogramma minutum* Riley collected from apples in Southern Ontario. **Environmental Entomology,** v. 13, n.5, p.1324-1329, 1984.

ZETTLER, J.L. Insecticide resistance in selected stored-product insects infesting peanuts in the Southeastern United States. **Journal of Economic Entomology**, v.75, n.2, p.359-362, 1982.

ZETTLER, J.L.; McDONALD, L.L.; REDLINGER L.M.; JONES, R.D. *Plodia interpunctella* and *Cadra cautella* resistance in strains to malathion and synergized pyrethrins. **Journal of Economic Entomology**, v. 66, n.5, p.1049-1050, 1973.