BIOECOLOGIA DO ECTOPARASITO

Habrobracon hebetor (Say, 1836)
(Hymenoptera: Braconidae) EM
Anagasta kuehniella (Zeller, 1879)
(Lepidoptera: Pyralidae)

HENRIQUE JOSÉ PORTO SERRA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Postali Parra

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1992

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

Serra, Henrique José Porto
S487b Bioecologia do Ectoparasito Habrobracon hebetor (Say,
1836) (Hymenoptera: Braconidae) em Anagasta kuehniella
(Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). Piracicaba,
1992.
91p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Ectoparasito 2. Himenóptero - Bioecologia 3. Inseto
~~para~~ controle biológico - Produção 4. Traça-da-farinha -
Criação I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,
Piracicaba

CDD 595.79

BIOECOLOGIA DO ECTOPARASITO
Habrobracon hebetor (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae)
EM
Anagasta kuehniella (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae)

HENRIQUE JOSÉ PORTO SERRA

Aprovada em: 25/02/92

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra	ESALQ/USP
Prof. Dr. Paulo Sérgio Machado Botelho	UFSCAR/SP
Dr. Enrico de Beni Arrigoni	COPERSUCAR/SP

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra

Orientador

À minha esposa, Angela,
ofereço.

Aos meus filhos,
Crystal e Guilherme,
dedico.

AGRADECIMENTOS

À minha querida esposa, Angela, pelo carinho e incentivo em todo momento e pela paciência e compreensão nas horas de minha ausência.

Ao Dr. José Roberto Postali Parra, Professor Associado do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pelo incentivo, exemplo, apoio e inestimável orientação no desenvolvimento deste trabalho.

À Fundação Universidade Federal de Mato Grosso, através do Departamento de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, pela oportunidade de realização do Curso de Pós-Graduação.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de estudo concedida para a realização do curso.

À Fundação Banco do Brasil (F.B.B.) pelo suporte financeiro à pesquisa realizada.

A todos os professores do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pela dedicação, amizade, paciência e apoio em todas as horas, dentro e fora das salas de aula.

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

Ao Dr. Robert A. Wharton, Professor Associado do Department of Entomology, Texas A & M University, pela identificação do ectoparasito e pelos esclarecimentos quanto à sua sinonímia.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Entomologia da ESALQ/USP, pelo companheirismo, amizade e dedicação no transcorrer do curso, em especial ao biólogo Fernando L. Cônsoli por suas sugestões e apoio na realização deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, por sua amizade e apoio, em particular ao Heraldo Negri de Oliveira pela manutenção da colônia de insetos hospedeiros.

À Prof^a. Alda Beatriz de Figueiredo, e demais funcionários, da Sub-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso, pela atenção e apoio recebidos durante o período de afastamento da instituição.

Aos bibliotecários da Prefeitura do Campus da USP, em Piracicaba, pela dedicação, em especial à bibliotecária Katia M. P. de Andrade pela orientação e revisão da bibliografia.

Í N D I C E

	Página
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xiv
RESUMO	xvi
SUMMARY	xviii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1. Aspectos taxonômicos de <i>Habrobracon hebetor</i> (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae)	3
2.2. Hospedeiros	5
2.3. Características do parasitismo	7
2.3.1. Capacidade de procura	7
2.3.2. Paralisação	8
2.3.3. Tamanho do hospedeiro	11
2.4. Biologia de <i>H. hebetor</i>	13
2.4.1. Oviposição	13
2.4.2. Fase de larva	16
2.4.3. Fases de pré-pupa e pupa	18
2.4.4. Fase adulta	19
2.5. Influência de temperatura e luz na biologia de <i>H. hebetor</i>	23

	Página
2.5.1. Temperatura	23
2.5.2. Luz	26
2.6. <i>H. hebetor</i> como agente de controle	26
2.7. <i>H. hebetor</i> atacando criações de laboratório	29
3. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1. Criação estoque do hospedeiro	30
3.2. Criação estoque do parasitóide	31
3.3. Biologia de <i>H. hebetor</i>	32
3.3.1. Biologia em diferentes temperaturas	32
3.3.2. Ritmo de oviposição	33
3.3.3. Parasitismo em diferentes temperaturas e determinação do limite térmico superior e inferior de parasitismo	34
3.3.4. Determinação do ínstar do hospedeiro mais adequado para parasitismo .	35
3.3.5. Número de indivíduos de <i>H. hebetor</i> que pode se desenvolver em uma lagarta de <i>A. kuehniella</i>	36
3.3.5.1. Determinação teórica, com um número fixo de ovos do parasitóide por hospedeiro	36

Página

3.3.5.2. Determinação real em função da densidade de parasitismo alocada pela fêmea de <i>H. hebetor</i>	37
3.3.6. Tempo gasto por <i>H. hebetor</i> para paralisação do hospedeiro	38
3.4. Análise estatística	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1. Biologia de <i>Habrobracon hebetor</i> (Say, 1836) em diferentes temperaturas	40
4.1.1. Fase de ovo	40
4.1.2. Fase de larva	42
4.1.3. Fase de pré-pupa	44
4.1.4. Fase de pupa	46
4.1.5. Período de ovo a adulto	47
4.1.6. Limite térmico inferior de desenvolvimento e constante térmica	50
4.1.7. Longevidade do adulto de <i>H. hebetor</i> sem alimentação	52
4.1.8. Razão sexual	56
4.2. Longevidade e oviposição de <i>H. hebetor</i> ...	58
4.2.1. Longevidade da fêmea em presença do hospedeiro	58

	Página
4.2.2. Capacidade e ritmo de postura	60
4.3. Parasitismo de <i>H. hebetor</i> em diferentes temperaturas	62
4.3.1. Paralisação de lagartas de <i>A. kuehniella</i>	62
4.3.2. Número de ovos depositado	65
4.4. Ínstar do hospedeiro mais adequado para o parasitismo	67
4.4.1. Teste com fêmeas virgens de <i>H. hebetor</i>	67
4.4.1.1. Paralisação de lagartas de <i>A. kuehniella</i>	67
4.4.1.2. Número de ovos depositado	68
4.4.2. Teste com fêmeas acasaladas de <i>H. hebetor</i>	69
4.4.2.1. Paralisação de lagartas de <i>A. kuehniella</i>	69
4.4.2.2. Número de ovos depositado	71
4.5. Número de indivíduos de <i>H. hebetor</i> que pode se desenvolver em uma lagarta de <i>A. kuehniella</i>	72
4.5.1. Determinação teórica	72

	Página
4.5.2. Determinação real em função da densidade de parasitismo alocada pela fêmea de <i>H. hebetor</i>	74
4.6. Tempo gasto por <i>H. hebetor</i> para paralisação do hospedeiro	74
5. CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela nº

1	Duração (dias) e viabilidade (%), da fase de ovo de <i>H. hebetor</i> em 6 temperaturas. UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.....	41
2	Duração (dias) e viabilidade (%), da fase de larva de <i>H. hebetor</i> em 6 temperaturas. UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.....	43
3	Duração (dias) e viabilidade (%), da fase de pré-pupa de <i>H. hebetor</i> em 6 temperaturas. UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas....	45
4	Duração (dias) e viabilidade (%), da fase de pupa de <i>H. hebetor</i> em 6 temperaturas. UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.....	46
5	Duração (dias) e viabilidade (%), do período ovo - adulto de <i>H. hebetor</i> em 6 temperaturas. UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.....	48
6	Duração (dias) do período ovo - adulto de <i>H. hebetor</i> obtida por diversos autores, em diferentes condições térmicas, comparada com os valores obtidos no presente trabalho.....	49
7	Limite térmico inferior (T_b) ($^{\circ}\text{C}$) e constante térmica (graus dia) (GD) das diferentes fases de desenvolvimento de <i>H. hebetor</i>	51

Tabela nº

8	Equação da velocidade de desenvolvimento e respectivo coeficiente de determinação (R^2) para as diferentes fases do ciclo de <i>H. hebetor</i>	52
9	Longevidade (dias) de fêmeas e machos de <i>H. hebetor</i> mantidos sem alimentação em diferentes temperaturas. UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.....	53
10	Razão sexual e relação sexual (nº de fêmeas : nº de machos) de <i>H. hebetor</i> obtidas em diferentes temperaturas.....	57
11	Longevidade (dias) de fêmeas acasaladas de <i>H. hebetor</i> mantidas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ em presença de lagartas de <i>A. kuehniella</i> . UR: $70 \pm 20\%$; fotofase: 14 horas.....	59
12	Porcentagem de lagartas de <i>A. kuehniella</i> paralisadas por <i>H. hebetor</i> em diferentes temperaturas, durante 60 h. UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.....	64
13	Número de ovos depositado por fêmeas virgens de <i>H. hebetor</i> , sobre lagartas paralisadas de <i>A. kuehniella</i> , de diferentes instares, durante 24 h. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.....	69

Tabela nº

14	Número de ovos depositado por fêmeas aca-saladas de <i>H. hebetor</i> , sobre lagartas pa-ralisadas de <i>A. kuehniella</i> , de diferentes ínsta-res, durante 24 h. Temperatura: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.....	72
15	Tempo gasto (minutos) por <i>H. hebetor</i> para paralisação de lagartas de último instar de <i>A. kuehniella</i> . Temperatura: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura nº		Página
1	Curvas de sobrevivência (Weibull) de machos de <i>H. hebetor</i> mantidos sem alimentação em diferentes temperaturas. UR: 60 ± 10%; fotofase: 14 horas.....	54
2	Curvas de sobrevivência (Weibull) de fêmeas de <i>H. hebetor</i> mantidas sem alimentação em diferentes temperaturas. UR: 60 ± 10%; fotofase: 14 horas.....	55
3	Curva de sobrevivência (Weibull) de fêmeas acasaladas de <i>H. hebetor</i> mantidas a 25 ± 2°C em presença de lagartas de <i>A. kuehniella</i> . UR: 70 ± 20%; fotofase: 14 horas.....	60
4	Ritmo diário de postura de <i>H. hebetor</i> . Temperatura: 25 ± 2°C; UR: 70 ± 20%; fotofase: 14 horas.....	61
5	Número de ovos de <i>H. hebetor</i> depositado sobre lagartas de <i>A. kuehniella</i> , durante 60 horas, em diferentes temperaturas. UR: 60 ± 10%; fotofase: 14 horas.....	66
6	Porcentagem de paralisação e mortalidade de lagartas de <i>A. kuehniella</i> de diferentes instares, submetidas ao parasitismo por fêmeas virgens de <i>H. hebetor</i> durante 24 h. Temperatura: 25 ± 1°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14 horas.....	68

Figura nº

- 7 Porcentagem de paralisação de lagartas de *A. kuehniella* de diferentes instares, submetidas ao parasitismo por fêmeas copuladas de *H. hebetor* durante 24 h. Temperatura: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas. 70

BIOECOLOGIA DO ECTOPARASITO

Habrobracon hebetor (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae)

EM

Anagasta kuehniella (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae)

Autor: HENRIQUE JOSÉ PORTO SERRA

Orientador: PROF. DR. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

RESUMO

Foram realizados estudos relacionados à bioecologia de *Habrobracon hebetor* (Say, 1836), objetivando a obtenção de dados básicos que facilitem medidas de controle em criações de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879), visando a produção de *Trichogramma* spp. Os estudos foram realizados no Laboratório de Biologia do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP) (Piracicaba, SP).

Os experimentos de biologia e parasitismo de *H. hebetor* foram conduzidos em câmaras climatizadas do tipo B.O.D., reguladas a temperaturas constantes, com umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. O ritmo de oviposição do inseto foi estudado em laboratório com temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas.

Houve uma relação inversa entre a duração do desenvolvimento de *H. hebetor* e a elevação de temperatura, em todas

as fases de seu ciclo. A temperatura de 32°C foi a mais adequada para criação do parasitóide, sendo que a viabilidade da fase larval foi reduzida a 18°C. O limite térmico inferior de desenvolvimento de *H. hebetor* foi de 13,9°C, com uma constante térmica de 150,8 graus dia.

Verificou-se uma relação inversa entre a longevidade do adulto de *H. hebetor* e a temperatura, na faixa térmica de 18 a 32°C, para insetos em presença e ausência do hospedeiro. O parasitismo aumentou a longevidade do inseto. A temperatura afetou igualmente os sexos, pois a relação sexual foi constante nas 6 condições estudadas. A 25°C, a fêmea de *H. hebetor* colocou, em média, 231 ovos, sendo o ritmo de postura constante ao longo da vida do parasitóide.

A paralisação do hospedeiro por *H. hebetor* deu-se principalmente em temperaturas superiores a 8°C, sendo que a oviposição somente ocorreu em temperaturas maiores que 14°C, indicando que a sala de criação de *A. kuehniella* seja mantida a 14°C para evitar a infestação pelo ectoparasito. A condição ótima para parasitismo foi 30°C, sendo que a faixa de temperatura favorável foi mais ampla para paralisação do que para parasitismo. A paralisação por *H. hebetor* foi semelhante nas lagartas de *A. kuehniella* de 4ª e 5ª instares, tendo sido o parasitismo significativamente maior naquelas de 5ª instar.

Não houve correlação entre a determinação teórica do número de indivíduos de *H. hebetor* que pode desenvolver-se em uma lagarta de *A. kuehniella* e a determinação real, resultante da ação do parasitóide.

BIOECOLOGY OF THE ECTOPARASITE
Habrobracon hebetor (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae)
ON
Anagasta kuehniella (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae)

Author: HENRIQUE JOSÉ PORTO SERRA

Adviser: PROF. DR. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

SUMMARY

Studies on the bioecology of *Habrobracon hebetor* (Say, 1836) were carried out in order to provide basic data that would allow control actions in mass rearing of *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) for the production of *Trichogramma* spp. The studies were carried out in the Laboratory of Biology of the Department of Entomology, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP) (Piracicaba, SP, Brazil).

The experiments on biology and parasitism of *H. hebetor* were conducted in incubators regulated at constant temperatures with relative humidity of $60 \pm 10\%$ and 14 hour photophase. The egg laying rhythm of the insect was studied in a laboratory with $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ temperature, $70 \pm 20\%$ RH and 14 hour photophase.

An inverse relationship between duration of development of *H. hebetor* and temperature raise was obtained, for all

stages of its life cycle. The most suitable temperature for rearing the parasitoid was 32°C; a reduction in the survival of the larval stage was observed at 18°C. The threshold of temperature of *H. hebetor* was 13.9°C and the thermal requirements were 150.8 degree-days.

There was an inverse relationship between the duration of the adult *H. hebetor* and temperature within the 18 - 32°C range, both for insects in the presence or absence of the host. Parasitization increased the insect life-span. Temperature equally affected both sexes since the sex ratio remained constant in the 6 conditions studied. At 25°C the female *H. hebetor* layed an average of 231 eggs and the egg laying rhythm was constant along the parasitoid's life.

Host paralysis by *H. hebetor* occurred mainly in temperatures above 8°C and oviposition only occurred in temperatures above 14°C, thus indicating that the rearing room for *A. kuehniella* be maintained at 14°C to prevent infestation by the ectoparasite. The optimal condition for parasitism was observed at 30°C and the most adequate temperature range was wider for paralysis than for parasitism. *A. kuehniella* caterpillars in the 4th and 5th instars were similarly paralyzed by *H. hebetor*, parasitism being significantly higher for those in the 5th instar.

There was no correlation between the theoretical determination of the number of *H. hebetor* individuals that can develop upon one *A. kuehniella* caterpillar, and the real determination, resulting from the action of the parasitoid.

1. INTRODUÇÃO

Habrobracon hebetor (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae) é um ectoparasito de algumas espécies de Lepidoptera, e dentre elas *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) é uma das mais "procuradas" pelo parasitóide (RICHARDS & THOMSON, 1932); esta traça de farinhas é utilizada em algumas partes do mundo como hospedeiro alternativo para a criação do parasitóide *Trichogramma*, um agente de controle biológico de pragas de grande importância pela sua alta eficiência (PARRA *et alii*, 1985).

Em condições naturais, *H. hebetor* ocorre em silos graníferos, moinhos, padarias, depósitos e outros locais onde *A. kuehniella* se desenvolve (ROTARY & GERLING, 1973). Alguns autores consideram-no um promissor agente de controle biológico (WOOL *et alii*, 1987; CLINE *et alii*, 1984; REINERT & KING, 1971). Entretanto, nas condições particulares em que se cria *A. kuehniella*, em laboratórios para a produção massal de *Trichogramma*, o ectoparasito torna-se uma presença indesejável e tem efeitos prejudiciais sobre a criação.

O Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), desenvolve, desde 1984, um projeto de pesquisa com *Trichogramma*, cuja criação baseia-se em *A. kuehniella* como hospedeiro alternativo (PARRA *et alii*, 1987). A partir do momento em que as necessidades da pesquisa exigiram um aumento da produção da traça, *H. hebetor* instalou-se como infestante e tem sido um fator limitante da criação (PARRA *et alii*, 1989).

Este parasitóide é muito estudado em várias partes do mundo e segundo PAYNE (1934) e CLARK (1963) existem várias raças do ectoparasito, que diferem entre si quanto a biologia e comportamento.

Desta forma, o objetivo da presente pesquisa foi estudar aspectos da bioecologia de *H. hebetor*, coletado em Piracicaba, SP, que possam servir de base para se tomarem medidas de controle do ectoparasito em criações de *A. kuehniella*, visando a produção de *Trichogramma* spp.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Aspectos taxonômicos de *Habrobracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae)

A nomenclatura de *H. hebetor* é, talvez, uma das mais confusas de toda a Ordem Hymenoptera (RICHARDS & THOMSON, 1932).

MUESEBECK (1925) revisou o gênero *Microbracon*, mas em 1951 o mesmo autor considerou este gênero um sinônimo de *Bracon*, retornando-o à designação original (MUESEBECK *et alii*, 1951).

MUESEBECK (1925) e MUESEBECK *et alii* (1951) relacionaram um total de 10 sinônimas de *B. hebetor*.

QUICKE & SHARKEY (1989) consideraram o gênero *Habrobracon* separadamente de *Bracon*, distinguindo-os pelas nervuras das asas anteriores, embora afirmem que provavel-

mente *Habrobracon* devesse ser considerado um subgênero de *Bracon*.

Uma espécie muito semelhante a *H. hebetor* foi descrita em 1838 como *B. brevicornis* Wesmael (SOLIMAN, 1940). Cushman¹ (citado por RICHARDS & THOMSON, 1932) e MUESEBECK (1925) distinguiram as duas espécies pelo número de segmentos antenais (de 13 a 15 nas fêmeas de *H. hebetor* e de 17 a 19 nas fêmeas de *B. brevicornis*) e pelo aspecto do abdome (liso na primeira espécie e rugoso na segunda). RICHARDS & THOMSON (1932) estabeleceram que *H. hebetor* é uma espécie principalmente doméstica que parasita várias espécies de Lepidoptera, pragas de produtos armazenados, enquanto que *H. brevicornis* é uma forma bastante próxima que vive em ambientes abertos e que ataca várias espécies de Lepidoptera, principalmente *Ostrinia nubilalis*. Um grande número de exemplares de ambas as espécies, procedentes principalmente da Índia, mas também dos E.U.A. e Canadá, foi comparado por PUTTARUDRIAH & CHANNA BASAVANNA (1957); estes autores cruzaram indivíduos de ambas as espécies, obtendo progênie fértil, e concluíram tratar-se de uma única espécie para a qual o nome *H. hebetor* seria o válido.

Uma espécie não identificada de *Habrobracon*, aparentemente um segregado populacional intermediário entre *H. hebetor* do hemisfério ocidental e *H. brevicornis* da Europa, foi estudada por DOUTT (1959); este autor não obteve progênie nos cruzamentos desta população (obtida da Índia, onde era criada em *Corcyra cephalonica*) com *H. hebetor*.

1 CUSHMAN, R.A. The identity of *Habrobracon brevicornis* (Wesmael) (Hym., Braconidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*. Washington, 24:122-4, 1922.

BEARD (1972) relatou que a distinção entre *H. hebetor* e *H. brevicornis* continuava indefinida. Segundo Wharton² existem atualmente diferenças de opinião entre os especialistas quanto à validade da sinonímia entre *H. hebetor* e *H. brevicornis*, sendo que alguns autores consideram estas espécies como sinônimos e outros não. Entretanto, Wharton (*in litt.*) identificou o material utilizado no presente trabalho como *H. hebetor* (Say, 1836).

2.2. Hospedeiros

H. hebetor possui uma grande variedade de hospedeiros, havendo referências de sua ocorrência em laboratórios e também em condições naturais. Quase todas as espécies de Lepidoptera que atacam produtos armazenados são por ele parasitadas (PAYNE, 1934). Os hospedeiros mais frequentes são: *Anagasta kuehniella*, *Ephestia cautella*, *E. elutella*, *Plodia interpunctella* (RICHARDS & THOMSON, 1932) e *Galleria mellonella* (MUESEBECK, 1925; RICHARDS & THOMSON, 1932; SOLIMAN, 1940; RAVELO & ROSSELL, 1987). São ainda mencionados como hospedeiros: *E. cahiritella*, *Sitotroga cerealella*, *Vitula edmansii* (MUESEBECK, 1925), *Paralipsa* (*Aphomia*) *gularis* (RICHARDS & THOMSON, 1932), *Corcyra cephalonica* (SOLIMAN, 1940), *E. figulilella* (MORRILL, 1942), *Adisura atkinsoni*, *Agrotis* sp., *Antigastra catalaunalis*, *Argyria sticticrasis*, *Chilo zonellus*, *Earias*

2 WHARTON, R.A. (Texas A&M University / College of Agriculture, College Station, TX, U.S.A.) Comunicação pessoal, 1991.

fabia, *E. insulana*, *Eublemma amabilis*, *E. scitula*, *Heliothis armigera*, *Hieromantis ioxista*, *Holcocera pulverea*, *Nephantis serinopa*, *Nephopteryx* sp., *Noorda moringae*, *Pectinophora gossypiella*, *Phthorimaea operculella*, *Phycita infusella*, *Pristomerus testaceicollis*, *Sesamia cretica*, *S. inferens*, *Spodoptera* sp., *Stenachroia elongella*, *Stomopteryx nerteria*, *Tonica niviferana* (PUTTARUDRIAH & CHANNA BASAVANNA, 1957), *Laetilia coccidivora* (MUESEBECK, 1967), *Spodoptera littoralis* (ROTARY & GERLING, 1973) e *Diatraea saccharalis* (CASTILHO et alii, 1987).

ZOHDY (1975) selecionou *C. cephalonica*, *A. kuehniella* e *P. interpunctella* como hospedeiros preferidos pelo ectoparasito e testou-os, concluindo que *C. cephalonica* é preferida para oviposição em relação às outras duas traças e que é mais adequada também para o desenvolvimento, pois proporcionou as maiores viabilidades. Concluiu ainda que *P. interpunctella* é inferior a *A. kuehniella* em relação ao desenvolvimento do ectoparasito. BEARD (1972) estudou *H. hebetor* e *H. brevicornis* utilizando *P. interpunctella*, *A. kuehniella* e *G. mellonella* como hospedeiros em testes de livre escolha, verificando que *G. mellonella* é preferida para oviposição e *P. interpunctella* é mais paralisada que os demais hospedeiros; concluiu ainda que *H. brevicornis* diferencia os hospedeiros com mais eficiência do que *H. hebetor*, e que *P. interpunctella* é, em geral, um hospedeiro mais adequado para a produção do parasitóide. Os dados de TAYLOR (1988a) apontaram *A. kuehniella* como mais adequada que *P. interpunctella* para o desenvolvimento do ectoparasito. MORRILL (1942) não observou diferenças de preferência entre *P. interpunctella* e *E. figulilella*.

2.3. Características do parasitismo

A fêmea de *H. hebetor*, ao localizar o hospedeiro, paralisa-o com veneno, introduzindo o ovipositor no corpo da lagarta. O parasitóide geralmente alimenta-se da hemolinfa que surge no corpo do hospedeiro no ponto em que foi introduzido o ovipositor. Após a paralisação completa do hospedeiro tem início a oviposição (RICHARDS & THOMSON, 1932).

2.3.1. Capacidade de procura

HAGSTRUM & SMITTLE (1977) estudaram a capacidade de "procura" de *H. hebetor*, observando que lagartas jovens de *E. cautella*, ocultas no substrato alimentar, foram menos atacadas pelo ectoparasito adulto do que lagartas próximas à pupação, cujo hábito é caminhar livremente fora do substrato. HAGSTRUM (1983) relatou a densidade de população, idade, posição no substrato alimentar, mobilidade e atrativos químicos do hospedeiro como fatores que afetam o parasitismo. A primeira evidência de que *H. hebetor* é atraído por substâncias produzidas pelas lagartas de *A.*

kuehniella foi apresentada por Murr³ em 1930 (citado por HAGSTRUM, 1983 e STRAND *et alii*, 1989). Compostos produzidos pelas glândulas mandibulares de lagartas de 5º instar de *A. kuehniella* e identificados como 2-acilciclohexano-1,3 dionas e 4-hidroxilatos agem como cairomônios, provocando respostas específicas de localização e parasitismo nas fêmeas da espécie (STRAND *et alii*, 1989). As observações de ROTARY & GERLING (1973) indicaram que as fêmeas do parasitóide foram fortemente atraídas para casulos de pupação de *A. kuehniella*, e outros substratos, semelhantes a estes casulos, como tecidos brancos.

2.3.2. Paralisação

Segundo MATTHEWS (1974), o ectoparasitismo, uma característica considerada primitiva, é exclusividade das subfamílias Doryctinae e Braconinae, dentro da família Braconidae; os membros destas subfamílias provocam paralisia relativamente permanente em seus hospedeiros. As fêmeas de *H. hebetor* começam a introduzir o ovipositor em lagartas hospedeiras logo após sua emergência (MORRILL, 1942) com o objetivo de paralisá-las, antes de iniciarem a oviposição (BEARD, 1972; ZOHDY, 1975; WHITING, 1921; ULLYETT, 1945). Este processo possibilita ao parasitóide alimentar-se da hemolinfa que exsuda do hospedeiro (BEARD, 1972; WHITING,

3 MURR, L. Über den geruchsinne der mehlmotenschlupfswespe, *Habrobracon juglandis* zugleich ein beitrage zum orientierungsproblem. *Zeitschrift für Vergleichende Physiologie*. Berlin, 2:210-70, 1930.

1921; RICHARDS & THOMSON, 1932), resultando na paralisação de suas funções motoras e conseqüentemente facilitando a oviposição (BEARD, 1972; HAGSTRUM & SMITTLE, 1977). Em condições naturais a paralisação é completa e permanente (PIEK, 1985) e ocorre em poucos minutos (RAVELO & ROSSELL, 1987; RICHARDS & THOMSON, 1932; BEARD, 1972), sendo sempre fatal (RICHARDS & THOMSON, 1932). A morte, contudo, demora a acontecer, sendo que os batimentos cardíacos são visíveis (RAVELO & ROSSELL, 1987; WHITING, 1921; SOLIMAN, 1940) e podem continuar por vários dias; SOLIMAN (1940) registrou a morte de uma lagarta de *P. interpunctella*, mantida entre 14 e 17° C, somente após 65 dias da paralisação. ULLYETT (1945) verificou que a fêmea de *H. hebetor*, antes de ovipositar, procura paralisar todos os hospedeiros que houver nas proximidades; esta observação foi confirmada por outros autores (RICHARDS & THOMSON, 1932); DOUTT (1959) ao repetir o experimento de ULLYETT (1945) com uma espécie de *Bracon* aparentemente próxima de *hebetor*, verificou um comportamento distinto, com as fêmeas paralisando e ovipositando sobre um único hospedeiro antes de abandoná-lo e procurar uma próxima "vítima". Existe uma propensão das fêmeas para paralisar muito mais hospedeiros do que o necessário para a oviposição (MORRILL, 1942; BEARD, 1972); HAGSTRUM & SMITTLE (1977, 1978) e HAGSTRUM (1983) estudaram este aspecto em detalhes e discutiram sua possível aplicação no controle de *E. cautella* em armazéns.

Quanto ao local em que é introduzido o ovipositor, RAVELO & ROSSELL (1987) verificaram que *G. mellonella* é atacada na região dorsal ou lateral do corpo;

Hase⁴ e Beard⁵ citados por PIEK (1985), observaram que *H. hebetor* não introduz o ovipositor no hospedeiro em locais específicos; ABBAS & ABOU-ZEID (1983) estudando *B. instabilis* sobre *P. operculella*, relataram que o ovipositor pode ser inserido em qualquer local do corpo da lagarta, exceto na cápsula cefálica.

BEARD (1972) estudou a atividade dos venenos de *H. hebetor* e *H. brevicornis* sobre *A. kuehniella*, *P. interpunctella* e *G. mellonella*, concluindo que *A. kuehniella* é a menos sensível das três traças ao veneno de ambas as espécies de parasitóides, e que *H. brevicornis* tem o veneno mais potente contra *G. mellonella*; no caso de *H. hebetor*, a maior atividade foi contra *P. interpunctella*. No mesmo trabalho, o autor relatou efeito de melanização do veneno dos parasitóides sobre a hemolinfa de *G. mellonella*, um fenômeno também descrito por RAVELLO & ROSSELL (1987).

Um fato interessante foi relatado por SOLIMAN (1940): "quando o hospedeiro é 'ferroado' por *Microbracon* aplica seus colchetes ao substrato contendo teia e assim é paralisado e ao mesmo tempo fixado nesta posição; este fato explica como os hospedeiros ficam dependurados em paredes e tetos e não caem após sua paralisação".

O número de hospedeiros que uma fêmea de *H. hebetor* consegue paralisar em um dado intervalo de tempo

4 HASE, A. Die schlupfswespen als gifttiere. *Biologisches Zentralblatt*. Leipzig, 44:209-43, 1924.

5 BEARD, R.L. The toxycology of *Habrobracon* venom: a study of a natural insecticide. *Connecticut Agricultural Experiment Station at New Haven Bulletin*. New Haven, 562:1-27, 1952.

depende de vários fatores. Nas condições dos experimentos de ULLYETT (1945) as fêmeas conseguiram paralisar, individualmente, um máximo de 30,08 lagartas de *A. kuehniella* em 24 horas, quando foram oferecidas 35 lagartas por fêmea; na presença de 5 lagartas por fêmea a paralisação foi de 4,79 hospedeiros. Segundo SOLIMAN (1940) o número de indivíduos que uma fêmea do parasitóide paralisa em 24 horas varia em função da temperatura e do hospedeiro; para cada 20 lagartas de *A. kuehniella* oferecidas por fêmea, em média, foram paralisadas 7; 9,3; e 14 lagartas, respectivamente, a 20; 24 e 32°C. Fêmeas virgens com 5 dias de idade paralisaram, individualmente, 13 lagartas de *A. kuehniella*, 18,5 de *P. interpunctella* e 5 de *G. mellonella*, em média, num período de 24 horas, num total de 25 lagartas de cada espécie oferecidas por fêmea.

A ocorrência de lagartas de *A. kuehniella* imunes ao ataque de *H. hebetor* foi relatada por PAYNE (1934), imunidade esta estimada em cerca de 1 lagarta em cada 3000.

2.3.3. Tamanho do hospedeiro

A influência do tamanho do hospedeiro sobre o desenvolvimento do inseto foi estudada por vários autores. ULLYETT (1945), ao analisar a alocação de ovos por *H. hebetor*, concluiu que, sob circunstâncias favoráveis, o inseto possui uma notável capacidade de relacionar o tamanho do hospedeiro com o número de indivíduos que aí podem desen-

volver-se; sob condições desfavoráveis (número reduzido de hospedeiros disponíveis, por exemplo) esta capacidade é prejudicada, mas a tendência de manter uma alocação equilibrada persiste.

BAR *et alii* (1979) relataram que *H. hebetor* ataca lagartas de *H. armigera* com tamanho acima de 5 mm, na cultura do algodão, com baixas porcentagens de parasitismo.

De acordo com KING (1987), as fêmeas de parasitóides podem avaliar o tamanho do hospedeiro de modo relativo ou absoluto, e os dados da literatura mostram exemplos em ambos os casos. Ao estudar os efeitos do hospedeiro sobre a competição larval em *H. hebetor*, TAYLOR (1988a) preferiu definir a densidade de parasitismo em termos de número de parasitóides por unidade de massa de hospedeiro, considerando o tamanho do hospedeiro como um indicativo desta densidade; verificou ainda que a sobrevivência larval em hospedeiros pequenos foi menor, independentemente da densidade de parasitismo, atribuindo o fato à qualidade do hospedeiro. O mesmo autor (TAYLOR, 1988b) obteve dados discrepantes quanto ao comportamento de parasitismo, ora confirmando e ora contradizendo a expectativa de que hospedeiros maiores seriam preferidos. HAGSTRUM (1983) dividiu lagartas de *E. cautella* em oito classes de tamanho, de acordo com a largura da cápsula cefálica, compreendidas do 3º ao 5º instar, oferecendo-as a *H. hebetor*; verificou que 0,3% da totalidade dos ataques (paralisia ou parasitismo) eram realizados em hospedeiros no 2º instar, 3,2% no 3º instar, 7,2% no 4º instar e 89,3% no 5º instar; a análise da variância indicou que a largura da cápsula cefálica dos hospedeiros atacados (0,80 mm) diferiu significativamente daquela dos hospedeiros não atacados (0,68 mm), o que é uma

indicação de que realmente insetos em instares mais avançados são os mais atacados pelo parasitóide.

A grande maioria dos trabalhos da biologia de *H. hebetor* foi realizada em lagartas de último instar ou "completamente desenvolvidas" (HAGSTRUM, 1983; AHMED *et alii*, 1982; DOUTT, 1959; MORRILL, 1942; SOLIMAN, 1940; WHITING, 1921). Segundo RICHARDS & THOMSON (1932) apenas lagartas com mais de 10 mm de comprimento são ovipositadas, embora lagartas menores possam ser paralisadas (sem receberem ovos).

2.4. Biologia de *H. hebetor*

2.4.1. Oviposição

A oviposição somente é iniciada depois da paralisação completa do hospedeiro. A fêmea dispende um longo tempo, por vezes até três horas, inspecionando a lagarta paralisada e as imediações, utilizando a ponta do ovipositor como órgão sensorial. Ao iniciar a oviposição, o inseto busca uma posição adequada e curva o abdome sob si mesmo; o ovipositor é então estendido totalmente. O ovo, comparativamente grande, surge na parte mediana do ovipositor e vagorosamente desce por entre as bainhas até ser delicadamente depositado no substrato. A fêmea dificilmente aban-

dona o hospedeiro quando incomodada, pelo observador ou por outro parasitóide adulto, durante a oviposição (SOLIMAN, 1940).

Os ovos são colocados sob, ao lado ou mais raramente sobre o hospedeiro (MORRILL, 1942; RAVELO & ROSELL, 1987; SOLIMAN, 1940). De acordo com PAYNE (1934) os ovos não são colocados no ponto onde foi introduzido o ovipositor para paralisação, e se forem depositados muito longe do hospedeiro as larvas do parasitóide morrerão de inanição antes de localizarem o alimento; esta distância crítica é de 1 cm, aproximadamente (SOLIMAN, 1940).

O número máximo de ovos que uma fêmea consegue depositar é afetado por fatores de ambiente (BENSON, 1973); segundo TAYLOR (1988b) esta quantidade máxima de ovos mantém-se constante mesmo quando varia o número de parasitóides por hospedeiro. Os resultados obtidos por vários autores variam bastante, pois as condições dos experimentos foram também muito diversas. SOLIMAN (1940) estudou 34 fêmeas, obtendo uma média de 187 ovos, com um mínimo de 67 e um máximo de 362 ovos, em temperaturas entre 17 e 28°C; AHMED *et alii* (1982) obtiveram um número máximo de 272 ovos por fêmea a 25°C e 117 ovos por fêmea a 30°C, com médias de 81,3 e 55,3, respectivamente; PAYNE (1934) obteve um máximo de 120 ovos por fêmea a 27°C. A maior fecundidade de *H. hebetor* foi estimada em 500 ovos por BENSON (1973).

Quanto ao número máximo de ovos que é depositado em um único hospedeiro, CASTILHO *et alii* (1987) registraram 40 ovos em 1 lagarta de *D. saccharalis*; HUSSAIN & JAFAR (1969) obtiveram 38 ovos em 1 lagarta de *E. cautella*.

O número médio de ovos depositados por hospedeiro num período de 24 horas diminui com o aumento da densidade de hospedeiros disponíveis (ULLYETT, 1945; DOUTT, 1959); estes autores obtiveram de 3,49 a 12,20 ovos/hospedeiro/24 h variando a densidade de 2 até 10 hospedeiros por fêmea; HAGSTRUM & SMITTLE (1977) observaram uma média de 7,5 ovos/hospedeiro/24 h.

A produção de ovos de uma fêmea oscila bastante ao longo do tempo (MORRILL, 1942), não atingindo seu nível normal antes do 3º ao 5º dia após sua emergência (ZOHDY, 1975; DOUTT, 1959).

A fêmea de *H. hebetor* possui, normalmente, 4 ovários (2 por ovário). PETTERS & GROSCH (1977) verificaram que fêmeas com menos de 4 ovários (1, 2 ou 3) produzem significativamente menos ovos que aquelas com o número padrão de ovários; submetendo larvas de 4º instar a baixas temperaturas, estes autores induziram a formação de um número maior que 4 ovários (de 5 a 9) em várias fêmeas, verificando que a produção de ovos nestas não foi significativamente superior à das fêmeas padrão. Em função desta característica anatômica, a fêmea realiza, a intervalos médios de 46 minutos, posturas com 1 a 4 ovos (HAGSTRUM & SMITTLE, 1978). Assim que uma fêmea emerge do casulo, seus ovários não contêm ovos maduros, mas após 48 horas até 16 ovos foram encontrados (BENSON, 1973).

A temperatura influencia grandemente a oviposição. Os limites desta atividade estão compreendidos entre 14 e 41°C, com uma temperatura ótima ao redor de 26-27°C (PAYNE, 1934; SOLIMAN, 1940; HARRIES, 1937).

Os ovos de *H. hebetor* são compridos e ligeiramente recurvados, com as extremidades arredondadas, de coloração branco-pérola, medindo cerca de 0,56 x 0,16 mm (RAVELO & ROSSELL, 1987). O tamanho dos ovos depositados sobre três diferentes espécies de hospedeiros não diferiu significativamente (ZOHDY, 1975). Uma alta porcentagem de ovos estéreis (39,54%) foi obtida por SOLIMAN (1940), que caracterizou-os por sua aparência opaca e pelo fato de murcharem em um curto espaço de tempo.

As seguintes viabilidades foram determinadas para a fase de ovo de *H. hebetor*: 55,1 % (CASTILHO et alii, 1987); 61,9 % (MORRILL, 1942); 79,9 % (AHMED et alii, 1982) e 85,2 % (JACKSON & BUTLER, 1984).

BENSON (1973; 1974) elaborou tabelas de vida ecológicas para *H. hebetor*, chegando à conclusão de que o fator chave para o parasitóide é a fecundidade das fêmeas, a qual é muito variável; segundo este autor, a fecundidade nesta espécie está relacionada à capacidade de procura por hospedeiros, que é, também, uma característica muito variável de indivíduo para indivíduo.

2.4.2. Fase de larva

H. hebetor apresenta 4 instares larvais (RICHARDS & THOMSON, 1932; SOLIMAN, 1940).

O número de larvas que pode se desenvolver em um único hospedeiro, dando origem a adultos de tamanho normal, varia com o tamanho do hospedeiro. Segundo PAYNE (1934), mais de 22 parasitóides podem iniciar o desenvolvimento em 1 lagarta de *A. kuehniella*, mas alguns deles morrerão de subnutrição (competição intraespecífica); o valor médio referido pela autora é de 10 larvas por lagarta. BENSON (1973) observou que uma lagarta de último instar de *C. cautella* permite o crescimento de 3 a 4 larvas de *H. hebetor*, originando adultos de tamanho normal, embora até vinte ovos possam ser ocasionalmente encontrados em uma única lagarta. O tamanho dos adultos resultantes de um superparasitismo é bem pequeno (RICHARDS & THOMSON, 1932).

As larvas alimentam-se dos fluidos, semi-fluidos e em menor escala, de pequenos pedaços do hospedeiro paralisado; por vezes, o hospedeiro começa a decompor-se antes que a larva tenha encerrado seu período de alimentação; neste caso, a alimentação continua e, na maior parte das vezes o parasitóide consegue completar seu ciclo; se o processo de decomposição estiver muito avançado a larva morre (SOLIMAN, 1940).

Observou-se, na fase de larva de *H. hebetor*, viabilidades de: 64,0 %; (MORRILL, 1942); 86,0 % (CASTILHO et alii, 1987) e 91,4 % (JACKSON & BUTLER, 1984).

2.4.3. Fases de pré-pupa e pupa

As larvas de *H. hebetor* completamente desenvolvidas abandonam o hospedeiro e em 1 ou 2 dias constroem um casulo para a transformação em pré-pupa e pupa (HUSSAIN & JAFAR, 1969). O estágio de pré-pupa é iniciado a partir do momento em que ocorre a eliminação das fezes acumuladas no estágio larval (Willard⁶, citado por ADAMS *et alii*, 1969). A fase de pupa começa quando os olhos do parasitóide assumem coloração mais escura que o resto do corpo (ADAMS *et alii*, 1969).

A fase de pré-pupa de *H. hebetor* apresenta uma viabilidade de 98,7 % (JACKSON & BUTLER, 1984).

A viabilidade da fase de pupa de *H. hebetor*, determinada por vários autores, foi de: 80,1 % (MORRILL, 1942); 96,5 % (CASTILHO *et alii*, 1987) e 97,2 % (JACKSON & BUTLER, 1984).

6 WILLARD, J.F. Parasites of the pink bollworm in Hawaii. USDA Technical Bulletin no. 19. Washington, 15 p.

2.4.4. Fase adulta

H. hebetor apresenta partenogênese arrenótoca, ou seja, fêmeas fecundadas produzem machos e fêmeas, enquanto que fêmeas virgens produzem apenas machos haplóides (WHITING, 1921). De acordo com PAYNE (1934) os machos biparentais (oriundos de fêmeas fecundadas) são geralmente estéreis. Embora a partenogênese arrenótoca seja a regra nesta espécie, em pelo menos duas ocasiões distintas uma fêmea seguramente virgem originou machos e fêmeas partenogeneticamente (SOLIMAN, 1940).

De acordo com CLAUSEN (1939) a idéia de que a razão sexual de uma dada espécie possa ser um número aproximadamente fixo é totalmente insustentável; o valor de qualquer razão sexual citada é, conseqüentemente, dependente dos dados experimentais relacionados a ela. KING (1987) listou vários fatores que influenciam a razão sexual da progênie de parasitóides, sendo que os seguintes foram exemplificados para *H. hebetor*: 1) idade maternal ou tempo decorrido desde a inseminação; 2) efeito seqüencial de ovos fertilizados e não fertilizados dentro de um único período de oviposição; 3) dieta maternal; 4) superparasitismo; e 5) número de descendentes por hospedeiro.

Em certos casos, a manutenção dos insetos em baixas temperaturas pode afetar a razão sexual ou a fecundidade (DE BACH, 1943). Uma razão sexual de 0,75 (75% de fêmeas) foi relatada por PAYNE (1934) para *H. hebetor* em temperaturas de 20 a 36°C; entretanto, a 15°C foi obtida

uma razão sexual de 0,50, devido à baixa atividade copulatória dos machos nesta temperatura.

ROTARY & GERLING (1973) verificaram existir uma mortalidade diferencial entre machos e fêmeas durante o desenvolvimento do parasitóide, com maior mortalidade de fêmeas; esta característica diminui a razão sexual, se houver superparasitismo; verificaram ainda que, ao final da vida, as fêmeas de *H. hebetor* produziram exclusivamente machos.

Modificações significativas na razão sexual de *H. hebetor*, ao longo de várias gerações, foram obtidas por BENSON (1974), sendo atribuídas à assincronia entre o ciclo de vida do hospedeiro e do parasitóide. MORRILL (1942) obteve razões sexuais variando de 0,18 a 0,73 ao longo de 14 gerações do parasitóide, com média de 0,52; suas observações em armazéns indicaram que, no inverno, praticamente todos os indivíduos eram fêmeas, levando a um rápido aumento da proporção de machos na primavera (devido à partenogênese arrenótoca); no verão, os sexos estavam presentes em números aproximadamente iguais.

REINERT & KING (1971) obtiveram uma razão sexual média de 0,48 e consideraram este valor baixo devido às dificuldades de acasalamento e ao superparasitismo, que favorece a sobrevivência de machos. Uma razão sexual de 0,58 foi determinada por HUSSAIN & JAFAR (1969). No Brasil, PRECETTI *et alii* (1987) e CASTILHO *et alii* (1987) relataram razões sexuais de 0,46 e 0,44 respectivamente, utilizando *D. saccharalis* como hospedeiro do parasitóide.

Em locais onde o inverno é rigoroso *H. hebetor* passa este período na fase de pupa prestes a emergir ou na fase adulta (AHMED *et alii*, 1982); SOLIMAN (1940) especificou a fêmea adulta como a forma quiescente ou hibernante.

Os adultos alimentados vivem mais que os não alimentados. ABBAS & ABOU-ZEID (1983) observaram uma longevidade de *B. instabilis* cinco a seis vezes maior quando alimentados com mel em relação aos não alimentados; ROTARY & GERLING (1973) obtiveram resultados semelhantes para *H. hebetor*. GROSCH (1950) relatou que os adultos de *H. hebetor* tendo água à sua disposição vivem menos, pois pode ocorrer afogamento do inseto na água oferecida; estes resultados divergem daqueles obtidos por ABBAS & ABOU-ZEID (1983), pois indivíduos de *B. instabilis* que receberam água viveram cerca de 30% a mais que aqueles mantidos sem água.

Quando uma fêmea de parasitóide não obtém alimento ou não consegue depositar seus ovos maduros, os mesmos podem ser reabsorvidos pelo ovário (FLANDERS, 1942); BENSON (1973) concluiu que os produtos desta reabsorção "são redirecionados para a manutenção de processos vitais essenciais, permitindo à fêmea viver mais do que o macho". Esta conclusão é compartilhada por GROSCH (1950), que obteve uma longevidade de 6,13 dias para machos contra 6,68 dias para fêmeas de *H. hebetor* mantidos a 30-35°C sem alimentação. Uma longevidade de 9,0 dias para fêmeas e de 8,3 dias para machos de *H. hebetor* sem alimentação, mantidos a 27°C, foi relatada por PRECETTI *et alii* (1987); estes autores observaram ainda que fêmeas em presença de lagartas de *D. saccharalis* podem viver por mais de 14 dias.

A ingestão de hemolinfa aumenta a longevidade de *H. hebetor*; a longevidade das fêmeas é maior que a dos machos, pois, ao introduzirem o ovipositor no hospedeiro elas alimentam-se da hemolinfa que daí exsuda; os machos alimentam-se apenas ocasionalmente, ao depararem com um exsudato fresco (MORRILL, 1942).

O volume de hemolinfa ingerido por fêmeas de *H. hebetor* foi estudado por HAGSTRUM & SMITTLE (1977; 1978), que constataram o valor de 0,3 microlitros a cada 24 horas ou 0,085 microlitros em uma única tomada; estes valores aumentaram em cerca de 3 vezes quando o inseto passou previamente por um período de jejum (3 a 6 dias); os autores verificaram também que os efeitos do jejum sobre a longevidade e a fertilidade do parasitóide são parcialmente reversíveis.

É possível conseguir-se uma longevidade de *H. hebetor* de até 4 meses quando se combinam temperatura (poucos graus acima de zero) e alimentação (mel, ou mel e água) (WHITING, 1921; DE BACH, 1943).

A constituição genética do inseto exerce influência sobre o efeito da dieta na longevidade; assim, CLARK (1963) estudou 3 populações de *H. hebetor* quanto a longevidade, concluindo que uma dieta de mel e água tem efeitos diversos para cada população, enquanto que a dieta natural (lagartas de *A. kuehniella*) não mostrou qualquer diferença entre populações; a dieta de mel promoveu longevidades equivalentes ou significativamente maiores do que a dieta natural.

2.5. Influência de temperatura e luz na biologia de *H. hebetor*

2.5.1. Temperatura

A duração do ciclo (ovo - adulto) de *H. hebetor* depende da temperatura em que o parasitóide é criado. HARRIES (1937) estudou o desenvolvimento de *H. hebetor* sobre *A. kuehniella* nas temperaturas de 16; 20; 24; 26; 28; 30 e 32°C, obtendo, para o período de ovo a adulto, durações de 32,71; 21,21; 13,87; 11,55; 9,89; 8,83 e 8,12 dias, respectivamente. PAYNE (1934), utilizando o mesmo hospedeiro, obteve, para o período de ovo a adulto do parasitóide, durações de 19 a 20; 13 a 14; 11 a 12; 10 a 11; 9; 8 e 7 dias nas temperaturas de 20; 25; 27; 30; 32; 34 e 36°C, respectivamente. SOLIMAN (1940) também criando o ectoparasito sobre *A. kuehniella*, relatou durações de ovo a adulto de 17 a 18; 14; 12; 10 e 9 dias a 22; 24; 25; 26 e 30°C, respectivamente. AHMED et alii (1982) obtiveram, para o ciclo de ovo a adulto do inseto, criado sobre *E. cautella*, durações de 9,8 e 7,5 dias a 25 e 30°C, respectivamente. AHMED et alii (1985) observaram durações do ciclo de *H. hebetor*, criado sobre *E. cautella*, de 40,1; 13,3 e 7,8 dias às temperaturas de 15 a 18; 25 e 35°C, respectivamente. JACKSON & BUTLER (1984), criando o ectoparasito sobre *P. gossypiella*, determinaram durações de ovo a adulto de 17,9; 10,8; 8,6 e 6,7 dias respectivamente nas temperaturas de 20; 25; 30 e 35°C. CASTILHO et alii (1987) obtiveram 8,01 dias de duração do ciclo total do

inseto criado a 28°C, utilizando *D. saccharalis* como hospedeiro.

PAYNE (1934) obteve durações da fase de ovo de *H. hebetor* de 8 dias a 15°C; 4 dias a 20°C; 2 dias a 25 e a 30°C; 1,5 dias a 32°C e 1 dia a 34 e a 36°C. JACKSON & BUTLER (1984) obtiveram, para a mesma fase de desenvolvimento do inseto, durações de 2,4 dias a 20°C; 1,5 dias a 25°C; 1,4 dias a 30°C e 1,1 dias a 35°C; CASTILHO *et alii* (1987) relataram um período de incubação do parasitóide de 1,08 dias a 28°C.

JACKSON & BUTLER (1984) verificaram durações da fase de larva de *H. hebetor*, criado sobre *P. gossypiella*, de 3,7; 2,0; 2,1 e 1,6 dias às temperaturas de 20; 25; 30 e 35°C, respectivamente. SOLIMAN (1940) obteve uma duração da fase larval do inseto de 3 dias, tanto a 22 como a 25°C. PAYNE (1934) observou uma fase larval do ectoparasito, criado sobre *A. kuehniella*, de 3 dias às temperaturas de 27; 30; 32; 34 e 36°C, 5 dias a 25°C, 8 dias a 20°C e 10 dias a 15°C. CASTILHO *et alii* (1987), criando *H. hebetor* sobre *D. saccharalis*, obtiveram 1,76 dias de duração na fase larval do parasitóide a 28°C.

A fase de pré-pupa de *H. hebetor*, criado sobre *P. gossypiella*, teve durações de 3,4; 1,6; 1,3 e 0,7 dias às temperaturas de 20; 25; 30 e 35°C, respectivamente (JACKSON & BUTLER, 1984).

A duração da fase de pupa de *H. hebetor*, criado sobre *P. gossypiella*, é de 8,4; 5,6; 4,0 e 3,4 dias às temperaturas respectivas de 20; 25; 30 e 35°C (JACKSON & BUTLER, 1984). O ectoparasito, criado sobre *A. kuehniella*,

apresentou uma fase pupal de 12; 7; 6; 6; 5; 4,5; 4 e 3 dias respectivamente a 15; 20; 25; 27; 30; 32; 34 e 36°C (PAYNE, 1934). HARRIES (1937) relatou, para a fase pupal de *H. hebetor* criado sobre *A. kuehniella*, durações de 21,98; 14,35; 9,76; 8,07; 6,86; 6,21 e 5,72 dias a 16; 20; 24; 26; 28; 30 e 32°C, respectivamente; SOLIMAN (1940) também utilizando *A. kuehniella* como hospedeiro do ectoparasito, observou períodos pupais de 18 dias a 22°C e 12 dias a 25°C. CASTILHO *et alii* (1987) criando o inseto em *D. saccharalis*, observaram um período pupal de 5,17 dias a 28°C.

O limite térmico inferior de desenvolvimento de *H. hebetor* é de 12,7°C e a constante térmica é de 154 graus-dia (HARRIES, 1937).

A temperatura de criação influencia a coloração de *H. hebetor*; em temperaturas elevadas os indivíduos são amarelados e em temperaturas baixas a coloração é negra, havendo pigmentação intermediária entre estes padrões nos indivíduos criados em temperaturas médias (RICHARDS & THOMSON, 1932). Uma capacidade de economia térmica do inseto pode estar relacionada ao fenômeno, com indivíduos escuros sendo favorecidos por uma maior absorção de radiação no inverno (SOLIMAN, 1940). A fase de desenvolvimento em que a temperatura induz a pigmentação do corpo foi determinada por AHMED *et alii* (1985), indo aproximadamente da metade da fase larval até a metade da fase pupal.

2.5.2. Luz

Os adultos de *H. hebetor* são fototrópicos positivos (PAYNE, 1934; RAVELO & ROSSELL, 1987). A luz pode influenciar o parasitóide pelo menos de duas formas: 1) atrativamente; CLINE (1989) liberou adultos de *H. hebetor* em salas vazias, ou contendo a dieta do hospedeiro, ou contendo a dieta com o hospedeiro (*C. cautella*); através de armadilhas luminosas com lâmpadas de luz negra ("BL") o autor capturou um número próximo de 100% dos adultos liberados nas salas isentas do hospedeiro; na presença do hospedeiro a captura de fêmeas foi significativamente menor; 2) fisiologicamente; a produção e maturação de ovos nas fêmeas são estimuladas por um regime de fotofase de 24 horas, sendo que estes efeitos são induzidos na fase pupal do braconídeo (LUM & FLAHERTY, 1973).

2.6. *H. hebetor* como agente de controle

Vários trabalhos foram desenvolvidos com o objetivo de verificar a eficiência de controle de *H. hebetor* para pragas de produtos armazenados. Dentre as espécies pragas, potencialmente sujeitas ao controle, estão *E. cautella*, *E. elutella*, *E. figulilella*, *A. kuehniella* e *P. interpunctella* (PRESS et alii, 1982).

Uma eficiência de 97% no controle de *P. interpunctella* foi obtida por REINERT & KING (1971) com a liberação de 250 fêmeas de *H. hebetor* contra uma população de cerca de 1800 hospedeiros, em uma única geração da praga; o parasitóide foi testado em densidades que variaram de zero a 400 fêmeas, sendo que acima de 250 fêmeas a eficiência de controle não foi aumentada.

CLINE *et alii* (1984) demonstraram que *H. hebetor* reduziu significativamente a infestação de *E. cautella* em pacotes de farinha de milho armazenados em salas de cerca de 45 m³; as liberações do parasitóide foram feitas em número de 50 casais, duas vezes por semana, num total de 5 liberações. Utilizando a mesma densidade de liberação, PRESS *et alii* (1982) obtiveram uma supressão de 97% da população da mesma praga, em salas de aproximadamente 140 m³. CLINE & PRESS (1990) obtiveram reduções nas infestações de *E. cautella*, em pacotes de farinha de milho e uvas passas, da ordem de 82 a 90%, e de 98 a 99%, respectivamente, para cada produto, utilizando *H. hebetor* como agente de controle; neste experimento foram liberados 50 casais do parasitóide, semanalmente, durante 16 semanas, em salas de armazenamento medindo 45 m³.

Uma interação *H. hebetor* / *Trichogramma pretiosum* foi testada por BROWER & PRESS (1990) contra *E. cautella* e *P. interpunctella*, com eficiências de controle em combinação de 98,0 e 84,3%, respectivamente, para cada praga; a eficiência isolada de *H. hebetor* foi de 97,3 e 66,1%, respectivamente.

KEEVER *et alii* (1985) em trabalho preliminar de liberações de *H. hebetor* em grande escala, verificaram

que o parasitóide aparentemente reduziu em muito as populações de *P. interpunctella* e *C. cautella*, mas não antes das pragas danificarem o produto (amendoim), num armazém comercial; liberações de cerca de 324.000 *H. hebetor* e 191.000 *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthocoridae) foram realizadas por KEEVER *et alii* (1986) num armazém contendo 36 toneladas de amendoim; um armazém controle contendo 409 toneladas de amendoim tratado com malathion, foi utilizado como testemunha; os agentes biológicos reduziram as populações das duas traças de 54 a 83% mais eficientemente que o tratamento químico, com danos das pragas ao produto comparáveis ou menores. PRESS *et alii* (1974) verificaram que *H. hebetor* é mais eficaz que *X. flavipes* contra *P. interpunctella*.

A eficiência de *H. hebetor* contra *E. cautella* é grandemente reduzida na presença de *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) (PRESS *et alii*, 1986). Em um trabalho posterior, PRESS (1988) comprovou a repelência de *H. hebetor* por *T. castaneum*, devida provavelmente a quinoanas ou outras substâncias secretadas pelo coleóptero. KRASZPULSKI & DAVIS (1988) estudaram a interação *H. hebetor* / *X. flavipes* / *P. interpunctella* / *T. castaneum*, verificando que nas condições de interação, *H. hebetor* tornou-se ineficiente no controle da traça *P. interpunctella*.

A utilização de hospedeiros pré-paralisados em laboratório com o objetivo de aumentar a eficiência de controle por *H. hebetor* em instalações de armazenamento foi sugerida por HAGSTRUM & SMITTLE (1978) e testada por NICKLE & HAGSTRUM (1981) com resultados positivos; a técnica possibilitou um aumento da população do parasitóide no armazém antes que a população da praga pudesse aumentar; os hospedeiros pré-paralisados proporcionaram alimento prontamente

utilizável e locais adicionais de oviposição, aumentando a longevidade e a fecundidade do parasitóide.

CASTILHO *et alii* (1987) relataram que em 1985 e 1986 foram liberados em canaviais 38.362 e 85.600 indivíduos de *H. hebetor* respectivamente, visando ao controle de *D. saccharalis*; não houve recuperação dos ectoparasitos em coletas semanais nos locais de liberação, evidenciando que a espécie não é eficiente no controle da praga visada. BAR *et alii* (1979) registraram que *H. hebetor* esteve presente na cultura do algodão e em várias outras culturas no campo em Israel, atacando *H. armigera* entre 1974 e 1976, apesar de ter ocorrido sempre em baixas populações.

2.7. *H. hebetor* atacando criações de laboratório

Uma infestação inesperada de *H. hebetor* a populações de laboratório de *E. cautella* foi relatada por WOOL *et alii* (1987); embora todos os parasitóides adultos fossem removidos diariamente e eliminados, a infestação não pôde ser controlada, levando a população da traça à extinção num prazo de 3 meses. PARRA *et alii* (1989) estimaram que *H. hebetor* pode reduzir em 69% a produção de ovos de *A. kuehniella* em laboratório, destinados à criação de *Trichogramma* para pesquisas. Ataques indesejáveis de *H. hebetor* a populações de lepidópteros mantidas em laboratório foram também relatadas por LUM & FLAHERTY (1973), RAVELO & ROSELL (1987) e CASTILHO *et alii* (1987).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos da bioecologia de *Habrobracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae) foram realizados nos laboratórios de Biologia, do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba, SP.

3.1. Criação estoque do hospedeiro

O hospedeiro utilizado para criação do ectoparasito foi a traça *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae).

A metodologia de criação da traça foi aquela descrita por PARRA *et alii* (1989), ou seja, as lagartas foram criadas em caixas plásticas de 47,0 x 29,5 x 10,5 cm contendo um feixe de papelão corrugado sobre o qual distri-

buiu-se 1 kg de dieta (96,5% de farinha-de-trigo integral + 3,5% de levedura-de-cerveja). Assim que emergiam os primeiros adultos, os papelões eram transferidos para caixas de madeira de 40,0 x 42,0 x 87,5 cm com a frente de acrílico e a base em forma de funil. As coletas, diárias, foram feitas anestesiando-se os adultos com CO₂ injetado na caixa por um tubo plástico adaptado à sua parte superior. Os adultos anestesiados eram transferidos para gaiolas de oviposição de material plástico e acrílico medindo 56,5 x 36,5 x 21 cm de altura, dotadas de uma divisão central com tela de náilon. A parte superior é tampada, havendo internamente locais para os adultos assentarem; a parte inferior, em forma de funil, feita de acrílico, recebe os ovos que passam pela tela de náilon em uma gaveta de coleta. Completando o ciclo da criação, cada caixa para lagartas foi inoculada com 0,40 g de ovos (cerca de 14.400 ovos). As salas de criação eram dotadas de fotofase de 14 horas, sendo desprovidas de controle de temperatura e umidade relativa.

3.2. Criação estoque do parasitóide

A criação estoque de *H. hebetor* foi iniciada a partir de indivíduos adultos encontrados como infestantes da criação de *A. kuehniella* do Laboratório de Biologia do Departamento de Entomologia da ESALQ.

Casais foram mantidos em frascos cilíndricos de vidro com 2,0 cm de diâmetro x 4,5 cm de altura, provi-

dos de tampas de borracha. Diariamente, era oferecida 1 lagarta de último ínstar de *A. kuehniella* por casal, até a morte da fêmea; as lagartas oferecidas no dia anterior, paralisadas e contendo ovos da vespinha em seu corpo, eram retiradas dos frascos e transferidas para caixinhas plásticas com tampa, medindo 6,2 cm de diâmetro x 2,0 cm de altura; cada caixinha recebeu de 5 a 10 lagartas parasitadas. Os parasitóides foram criados a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, U.R. de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, em câmara climatizada tipo B.O.D. 347G. As pupas foram individualizadas em frascos idênticos aos empregados no acasalamento, garantindo a obtenção de adultos virgens.

3.3. Biologia de *H. hebetor*

3.3.1. Biologia em diferentes temperaturas

A biologia de *H. hebetor* foi estudada nas temperaturas de 18, 20, 22, 25, 30 e 32°C , mantidas em câmaras climatizadas do tipo B.O.D. 347G com umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Os parâmetros biológicos estudados, através de observações diárias, foram: duração e viabilidade das fases de ovo, larva, pré-pupa e pupa; longevidade do adulto sem alimentação, e razão sexual.

A passagem da fase de pré-pupa para a fase de pupa em *H. hebetor* ocorre quando a pigmentação dos olhos torna-se visível (ADAMS *et alii*, 1969). Entretanto, este momento é de difícil determinação pois o inseto encontra-se envolto pelo casulo de pupação. Por este motivo, no presente trabalho, o início da fase de pré-pupa foi considerado no momento em que a larva abandonava o hospedeiro e iniciava a confecção do casulo de pupação; para a fase de pupa, o início foi considerado a partir da eliminação do conteúdo alimentar do trato digestivo.

Cada repetição foi constituída de 1 ovo de *H. hebetor* colocado sobre 1 lagarta de último ínstar de *A. kuehniella*, paralisada no dia anterior. Os ovos foram obtidos do experimento de ritmo de oviposição (3.3.2.), tendo idade sempre inferior ou igual a 24 horas. A biologia foi realizada em frascos cilíndricos de vidro com 2,0 cm de diâmetro x 4,5 cm de altura, com tampas de borracha; foram observadas 120 repetições por tratamento.

A partir dos dados obtidos foram determinados o limite térmico inferior de desenvolvimento (temperatura base) e a constante térmica para cada fase do inseto, baseando-se no método da hipérbole (HADDAD & PARRA, 1984).

3.3.2. Ritmo de oviposição

Trinta e sete casais de *H. hebetor*, recém-emergidos, foram individualizados em frascos cilíndricos de

vidro com 2,0 cm de diâmetro x 4,5 cm de altura, com tampas de borracha, oferecendo-se 1 lagarta de *A. kuehniella* a cada 24 horas por casal, até a morte da fêmea; as lagartas parasitadas do dia anterior eram retiradas dos frascos com todos os ovos depositados no período, os quais eram contados, e posteriormente utilizados no experimento da biologia em diferentes temperaturas (3.3.1.). Foram determinados: longevidade de fêmeas em presença de lagartas, número total de ovos e média diária de ovos por fêmea. O experimento foi realizado em laboratório com temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, U.R. de $70 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas.

3.3.3. Parasitismo em diferentes temperaturas e determinação do limite térmico superior e inferior de parasitismo

Foram observados 30 casais recém emergidos de *H. hebetor* em frascos cilíndricos de vidro com 2,0 cm de diâmetro x 4,5 cm de altura, com tampas de borracha. Foi mantida em cada tubo 1 lagarta de 5ª ínstar de *A. kuehniella*, proveniente da criação estoque, nas temperaturas de 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30, 32, 36 e 40°C , mantidas em câmaras climatizadas do tipo B.O.D. 347G com U.R. de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Com o objetivo de se determinarem os limites térmicos superior e inferior de parasitismo de *H. hebetor*, ao final de 60 horas foram observados: porcentagem de paralisação das lagartas e número de ovos de *H. hebetor*

encontrados sobre as mesmas. Nas temperaturas mais elevadas, nas quais, após 60 horas, muitos dos ovos de *H. hebetor* já haviam completado o desenvolvimento embrionário, foi observado, também, o número de larvas e pré-pupas do parasitóide encontrado em cada frasco.

3.3.4. Determinação do instar do hospedeiro mais adequado para parasitismo

Foram realizados 2 tipos de experimento; no primeiro, foram utilizadas fêmeas virgens do parasitóide e hospedeiros do 3º ao 5º instares; no segundo, foram utilizados casais copulados de *H. hebetor* e hospedeiros de 4º e 5º instares.

No primeiro teste, uma fêmea virgem recém-emergida de *H. hebetor* foi confinada em uma caixinha plástica (com tampa) medindo 6,2 cm de diâmetro x 2,0 cm de altura na presença de 3 lagartas de *A. kuehniella* de diferentes instares (3º, 4º e 5º), num teste de livre escolha. Os parasitóides foram imobilizados em "freezer" por cerca de 30 minutos a fim de facilitar seu manuseio. O teste foi conduzido em câmara climatizada do tipo B.O.D. 095E regulada a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, U.R. de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, com 30 repetições; após 24 horas foram observados: número de ovos depositados nas lagartas de cada instar e se as lagartas estavam ou não paralisadas. No outro teste, empregando-se casais recém-emergidos e copulados de *H. hebetor*, colocou-se um casal por caixinha plástica na

presença de 2 lagartas de *A. kuehniella*, sendo uma lagarta de 4º e a outra de 5º ínstar; lagartas de 3º ínstar não foram utilizadas neste teste pois verificou-se, no experimento anterior, que as mesmas praticamente não eram parasitadas por *H. hebetor* e acabavam morrendo, provavelmente por inanição ou ressecamento; foram estudadas 54 repetições e as demais condições foram mantidas idênticas àquelas do primeiro experimento.

3.3.5. Número de indivíduos de *H. hebetor* que pode se desenvolver em uma lagarta de *A. kuehniella*

3.3.5.1. Determinação teórica, com um número fixo de ovos do parasitóide por hospedeiro

Vinte e quatro lagartas de último ínstar de *A. kuehniella* foram expostas a fêmeas de *H. hebetor* por 15 horas a 30°C, com o objetivo de serem paralisadas. As lagartas paralisadas foram divididas em dois lotes de 12 indivíduos, que foram pesados e distribuídos nos lotes de maneira a deixar as amostras tão homogêneas e comparáveis em peso quanto possível. O primeiro lote foi mantido em estufa regulada a $60 \pm 5^\circ\text{C}$ para determinação do seu peso seco. O segundo lote foi mantido individualizado em frascos cilíndricos de vidro com 2,0 cm de diâmetro x 4,5 cm de

altura, com tampas de borracha, em câmara climatizada do tipo B.O.D. 347G a $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$, U.R. de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. As lagartas foram individualizadas com 3 ovos recém depositados de *H. hebetor*, permitindo o desenvolvimento dos parasitóides; após 72 horas foi contado o número de pré-pupas produzido; os restos das lagartas não consumidos foram levados à estufa regulada a 60°C , para determinação do seu peso seco. O número teórico de indivíduos de *H. hebetor* que pode se desenvolver em 1 lagarta de *A. kuehniella* foi estabelecido pela relação entre o consumo na lagarta parasitada por um número conhecido de *H. hebetor* (no caso, com um número máximo de 3, quando não ocorreu mortalidade) e a disponibilidade total de alimento determinada na pesagem das lagartas não parasitadas.

3.3.5.2. Determinação real em função da densidade de parasitismo alocada pela fêmea de *H. hebetor*

Quatorze casais recém-emergidos de *H. hebetor* foram confinados individualizados até a morte em caixinhas plásticas (com tampa), medindo 6,2 cm de diâmetro x 2,0 cm de altura, na presença de 1 lagarta de último ínstar de *A. kuehniella*. O ensaio foi conduzido em câmara climatizada do tipo B.O.D. 095E regulada a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, U.R. de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, registrando-se: número de pré-pupas e número de adultos do parasitóide.

3.3.6. Tempo gasto por *H. hebetor* para paralisação do hospedeiro

Trinta fêmeas virgens de *H. hebetor* foram individualizadas em frascos cilíndricos de vidro de 2,0 cm de diâmetro x 4,5 cm de altura, com tampas de borracha, contendo cada frasco 1 lagarta ativa de último ínstar de *A. kuehniella*. O experimento foi conduzido em câmara climatizada do tipo B.O.D. 095E regulada a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, U.R. de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Foram realizadas leituras a cada 30 minutos a partir da instalação do teste, observando-se a condição da lagarta, até que a totalidade das lagartas estivesse paralisada.

3.4. Análise estatística

Os resultados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias entre tratamentos comparadas por testes de significância, aos níveis de 5 e 1% de probabilidade. Para os dados de duração de fases do ciclo, e número de insetos, foi utilizado o teste "t". Para os dados expressos em porcentagens, foi utilizado o teste de "Tukey". O teste de Qui-quadrado (χ^2) foi utilizado para os dados de simples proporções onde a confecção de tabelas de contingência era mais conveniente que a aplicação do teste de "Tukey" (equações de velocidade

de desenvolvimento, razão sexual, relação sexual e paralisação de lagartas por fêmeas copuladas de *H. hebetor*).

Quando necessário, os dados foram analisados através das transformações, $\arcsin \sqrt{x/100}$ (teste de "Tukey" para porcentagens) e, $\sqrt{x + 0,5}$ (duração das fases do ciclo de desenvolvimento, e, número de ovos depositado em diferentes temperaturas).

Nos casos em que não houve deposição de ovos, ou seja, para valores iguais a zero (número de ovos depositado, em diferentes temperaturas e, sobre lagartas de diferentes instares), estes dados não foram incluídos nas análises.

As curvas de sobrevivência dos adultos de *H. hebetor* foram estimadas através da distribuição de Weibull, segundo SGRILLO (1982).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Biologia de *Habrobracon hebetor* (Say, 1836) em diferentes temperaturas

4.1.1. Fase de ovo

Na faixa de 18 a 32°C, houve uma relação inversa entre duração do período embrionário e aumento de temperatura, embora, estatisticamente, as durações tenham sido iguais a 20 e 22 e a 30 e 32°C. O embrião não foi afetado pelas diferentes temperaturas, pois as viabilidades foram semelhantes nas 6 condições térmicas estudadas (Tabela 1). Como os ovos utilizados no experimento tinham idade variável entre zero e 24 horas e as observações foram realizadas a cada 24 horas, os resultados desta fase de desenvolvimento estão, portanto, sujeitos a variações de 12 horas, valor que pode ser significativo para as temperaturas mais elevadas.

Tabela 1. Duração (dias) e viabilidade (%), da fase de ovo de *H. hebetor* em 6 temperaturas. UR: 60 $\pm$ 10%; fotofase: 14 horas.

TEMP. (°C)	DURAÇÃO*	INTERVALO DE VARIAÇÃO	VIABILIDADE**	n
18	4,14 $\pm$ 0,12 a	2 - 6	87,0 $\pm$ 4,7 a	96
20	2,52 $\pm$ 0,07 b	1 - 4	89,4 $\pm$ 4,4 a	93
22	2,35 $\pm$ 0,06 b	1 - 4	93,1 $\pm$ 3,8 a	104
25	1,62 $\pm$ 0,06 c	1 - 4	94,0 $\pm$ 1,6 a	105
30	1,21 $\pm$ 0,04 d	1 - 2	93,8 $\pm$ 2,9 a	104
32	1,19 $\pm$ 0,10 d	1 - 2	88,9 $\pm$ 3,9 a	99

n = número de repetições

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste "t", ao nível de 1% de probabilidade.

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

Embora com algumas pequenas variações, os resultados do período de incubação (Tabela 1) encontram-se na faixa obtida por PAYNE (1934), SOLIMAN (1940), MORRILL (1942) e JACKSON & BUTLER (1984). JACKSON & BUTLER (1984) obtiveram também valores de viabilidade bastante elevados, da ordem de 85,2%, quando criaram *H. hebetor* entre 20 e 35°C. Por outro lado, MORRILL (1942) registrou valores bem menores, em torno de 62%, quando criou o parasitóide por 14 gerações em temperaturas variáveis de 15,8 a 30,1°C. De forma análoga, CASTILHO et alii (1987) pesquisando populações de *H. hebetor* da região de Araras, São Paulo, conseguiram uma viabilidade de 55% a 28°C, muito baixa se compa-

rada aos valores obtidos na presente pesquisa entre 25 e 30°C, que corresponderam a 94% (Tabela 1). SOLIMAN (1940) relatou a ocorrência de uma alta porcentagem de ovos inférteis (39,54%), depositados tanto por fêmeas virgens quanto por fêmeas acasaladas, e cujas características eram a coloração opaca e o murchamento rápido. Estas características foram também observadas em algumas repetições da presente pesquisa, sem contudo terem sido quantificadas especificamente.

4.1.2. Fase de larva

A duração da fase de larva de *H. hebetor* foi diferente para cada uma das temperaturas estudadas, sendo, também inversamente correlacionada com a temperatura (Tabela 2). JACKSON & BUTLER (1984) obtiveram valores de duração da fase larval de *H. hebetor* próximos aos relatados na presente pesquisa, especialmente nas temperaturas mais elevadas.

As comparações de duração do desenvolvimento com os dados da literatura nem sempre são possíveis nas fases de larva, pré-pupa e pupa, pois a separação exata entre estas fases é descrita de modo vago ou não foi realizada pelos diversos autores. Uma separação bastante detalhada entre estas fases é encontrada no trabalho de SOLIMAN (1940), mas apenas duas temperaturas constantes (22 e 25°C) foram estudadas, e os resultados de duração da fase larval foram idênticos em ambas as condições (3 dias); o autor em

questão omitiu a metodologia empregada na obtenção dos dados, impedindo, assim, maiores especulações sobre o trabalho.

Tabela 2. Duração (dias) e viabilidade (%), da fase de larva de *H. hebetor* em 6 temperaturas. UR: 60 ± 10%; fotofase: 14 horas.

TEMP. (°C)	DURAÇÃO*	INTERVALO DE VARIAÇÃO	VIABILIDADE**	n
18	7,97 ± 0,12 a	6 - 12	67,0 ± 4,0 a	64
20	4,35 ± 0,11 b	3 - 9	87,4 ± 3,7 b	80
22	3,92 ± 0,06 c	3 - 7	82,5 ± 4,3 ab	86
25	2,89 ± 0,06 d	2 - 5	82,6 ± 4,2 ab	87
30	1,97 ± 0,05 e	1 - 4	94,4 ± 2,1 b	98
32	1,64 ± 0,07 f	1 - 4	86,4 ± 4,8 b	86

n = número de repetições

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste "t", ao nível de 1% de probabilidade.

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

As viabilidades da fase larval nas diferentes temperaturas foram semelhantes, ocorrendo maior mortalidade a 18°C (Tabela 2). Estes resultados sugerem que, para as larvas de *H. hebetor*, temperaturas iguais ou inferiores a 18°C exercem efeitos negativos sobre o seu desenvolvimento, aumentando a sua mortalidade. Resultados inversos foram obtidos por MORRILL (1942), que registrou viabilidades de

76,9; 74,6 e 39,6% a temperaturas médias de 15,8; 18,9 e 27,4°C, respectivamente; entretanto, seus estudos basearam-se na progênie de apenas 1 fêmea em cada uma destas temperaturas e incluíram a fase de pré-pupa. CASTILHO *et alii* (1987) obtiveram altas viabilidades larvais a 28°C, da ordem de 86%, com variações de zero a 100%.

4.1.3. Fase de pré-pupa

A mesma tendência das fases de ovo e larva foi mantida, ou seja encurtamento do período com o aumento de temperatura, não havendo no entanto diferença do período pré-pupal nas temperaturas de 20 e 22°C (Tabela 3). É uma fase de desenvolvimento que, aparentemente, não é crítica ao inseto, pois a viabilidade foi elevada, sempre superior a 96%, e semelhante em todos os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Duração (dias) e viabilidade (%), da fase de pré-pupa de *H. hebetor* em 6 temperaturas. UR: 60 $\pm$ 10%; fotofase: 14 horas.

TEMP. ($^{\circ}$ C)	DURAÇÃO*	INTERVALO DE VARIAÇÃO	VIABILIDADE**	n
18	6,89 $\pm$ 0,15 a	5 - 11	97,0 $\pm$ 1,9 a	62
20	3,22 $\pm$ 0,07 b	2 - 5	97,2 $\pm$ 2,8 a	78
22	3,43 $\pm$ 0,08 b	2 - 6	100,0 $\pm$ 0,0 a	86
25	2,14 $\pm$ 0,05 c	1 - 4	96,3 $\pm$ 1,7 a	84
30	1,56 $\pm$ 0,08 d	1 - 6	98,0 $\pm$ 1,3 a	96
32	1,33 $\pm$ 0,05 e	1 - 2	97,4 $\pm$ 1,6 a	84

n = número de repetições

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

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

Com pequenas variações, a duração do período pré-pupal, foi semelhante àsquelas obtidas por SOLIMAN (1940) e JACKSON & BUTLER (1984).

4.1.4. Fase de pupa

O efeito da temperatura na fase de pupa de *H. hebetor* foi semelhante àquele registrado para a fase de pré-pupa (Tabela 4).

Tabela 4. Duração (dias) e viabilidade (%), da fase de pupa de *H. hebetor* em 6 temperaturas. UR: 60 ± 10%; fotofase: 14 horas.

TEMP. (°C)	DURAÇÃO*	INTERVALO DE VARIAÇÃO	VIABILIDADE**	n
18	22,68 ± 0,21 a	19 - 26	81,3 ± 4,2 a	50
20	10,36 ± 0,15 b	8 - 16	87,3 ± 5,7 a	67
22	10,14 ± 0,12 b	6 - 12	81,9 ± 4,2 a	70
25	7,96 ± 0,09 c	7 - 11	80,3 ± 4,4 a	68
30	4,79 ± 0,07 d	3 - 6	85,3 ± 4,5 a	81
32	4,08 ± 0,06 e	3 - 6	88,6 ± 2,7 a	74

n = número de repetições

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste "t", ao nível de 1% de probabilidade.

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

Os resultados obtidos por vários autores na fase pupal de *H. hebetor* são um tanto diversos daqueles ob-

tidos no presente trabalho. Assim, durações geralmente mais curtas nesta fase, em várias temperaturas, foram relatadas por MORRILL (1942), SOLIMAN (1940), PAYNE (1934) e JACKSON & BUTLER (1984). Por outro lado, os dados de HARRIES (1937) indicaram uma fase pupal, em geral mais longa do que a obtida na presente pesquisa.

4.1.5. Período de ovo a adulto

Ocorreram diferenças na duração do ciclo (ovo - adulto) em todas as temperaturas estudadas, exceto a 20 e 22°C, havendo uma relação inversa entre duração e elevação térmica na faixa estudada, por ser este parâmetro biológico um somatório das diversas fases de desenvolvimento do inseto (Tabela 5).

A viabilidade total do inseto nas seis temperaturas estudadas, ficou compreendida na faixa de 45,2 a 73,7%. Não houve diferenças estatísticas na viabilidade quando o inseto foi criado nas diferentes temperaturas na faixa de 20 a 32°C (Tabela 5).

O período de ovo a adulto de *H. hebetor*, obtido por vários autores apresenta algumas variações em relação ao presente estudo, em função das diferentes metodologias (de criação e de determinação dos parâmetros biológicos) empregadas nos vários estudos (Tabela 6).

Tabela 5. Duração (dias) e viabilidade (%), do período ovo - adulto de *H. hebetor* em 6 temperaturas. UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

TEMP. (°C)	DURAÇÃO*	INTERVALO DE VARIAÇÃO	VIABILIDADE**	n
18	$40,98 \pm 0,35$ a	37 - 47	$45,2 \pm 3,2$ a	50
20	$20,36 \pm 0,22$ b	16 - 26	$65,7 \pm 3,4$ b	67
22	$19,70 \pm 0,17$ b	17 - 24	$62,7 \pm 4,9$ ab	70
25	$14,46 \pm 0,10$ c	13 - 17	$60,1 \pm 4,9$ ab	68
30	$9,35 \pm 0,08$ d	8 - 12	$73,7 \pm 4,4$ b	81
32	$8,20 \pm 0,06$ e	7 - 10	$66,1 \pm 4,9$ b	74

n = número de repetições

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste "t", ao nível de 1% de probabilidade.

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

Considerando-se os resultados da presente pesquisa ao longo de uma geração, pode-se considerar a temperatura de 32°C como a mais adequada para criação de *H. hebetor*, baseando-se na duração e viabilidade (Tabela 5).

Tabela 6. Duração (dias) do período ovo - adulto de *H. hebetor* obtida por diversos autores, em diferentes condições térmicas, comparada com os valores obtidos no presente trabalho.

TEMPERATURA °C	DURAÇÃO	REFERÊNCIA
20	17,90	JACKSON & BUTLER (1984)
	19,00	PAYNE (1934)
	20,36	Presente trabalho (Tabela 5)
	21,21	HARRIES (1937)
	25,10	MORRILL (1942)
22	18,00	SOLIMAN (1940)
	19,70	Presente trabalho (Tabela 5)
25	9,80	AHMED et alii (1982)
	10,80	JACKSON & BUTLER (1984)
	12,00	SOLIMAN (1940)
	13,00	PAYNE (1934)
	13,30	AHMED et alii (1985)
	14,46	Presente trabalho (Tabela 5)
30	7,50	AHMED et alii (1982)
	8,60	JACKSON & BUTLER (1984)
	8,83	HARRIES (1937)
	9,35	Presente trabalho (Tabela 5)
	9,50	MORRILL (1942)
	10,00	PAYNE (1934)
32	8,12	HARRIES (1937)
	8,20	Presente trabalho (Tabela 5)
	9,00	PAYNE (1934)

4.1.6. Limite térmico inferior de desenvolvimento e constante térmica

Os valores do limiar de desenvolvimento térmico inferior (temperatura base) e de constante térmica para *H. hebetor* obtidos neste estudo (Tabela 7) aproximam-se daqueles relatados por HARRIES (1937), quais sejam, respectivamente 12,7°C e 154 graus-dia. Calculando-se estes limites térmicos a partir dos resultados de JACKSON & BUTLER (1984) e de PAYNE (1934), foram obtidos valores mais baixos, respectivamente, 10,5°C e 9,3°C; em função destas temperaturas bases, as constantes térmicas também variaram, sendo, respectivamente, de 164,5 e 198 graus dias. Estas variações podem estar ligadas à metodologia empregada nos diferentes trabalhos; no caso de PAYNE (1934) a diferença deve ser relacionada à câmara climatizada utilizada para o estudo, que foi menos precisa, permitindo oscilações de 4°C nas temperaturas "constantes" pré-estabelecidas, conforme observação da própria autora.

Tabela 7. Limite térmico inferior (Tb) ($^{\circ}\text{C}$) e constante térmica (graus dia) (GD) das diferentes fases de desenvolvimento de *H. hebetor*.

FASE DO CICLO	Tb ($^{\circ}\text{C}$)	CONSTANTE TÉRMICA (GD)
OVO	11,62	23,08
LARVA	13,86	30,79
PRÉ-PUPA	13,82	24,57
PUPA	14,31	74,70
CICLO TOTAL (ovo-adulto)	13,88	150,84

Observa-se pelo teste de χ^2 (Tabela 8), que os valores de duração observados não diferiram estatisticamente dos estimados pelas equações de regressão, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8. Equação da velocidade de desenvolvimento e respectivo coeficiente de determinação (R^2) para as diferentes fases do ciclo de *H. hebetor*.

FASE DE DESENVOLVIMENTO	EQUAÇÃO	R^2 (%)	X^2
OVO	$1/D = -0,503466 + 0,043325 X$	97,63	0,11 ns
LARVA	$1/D = -0,450059 + 0,032478 X$	98,77	0,14 ns
PRÉ-PUPA	$1/D = -0,562539 + 0,040698 X$	97,57	0,38 ns
PUPA	$1/D = -0,191540 + 0,013388 X$	97,08	1,04 ns
CICLO TOTAL	$1/D = -0,092036 + 0,006630 X$	98,34	1,39 ns

Observações: D = Desenvolvimento (dias)
 X = Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
 ns = Não significativo pelo teste de Qui-quadrado (X^2) ao nível de 5% de probabilidade

4.1.7. Longevidade do adulto de *H. hebetor* sem alimentação

A longevidade dos adultos de *H. hebetor* mantidos sem alimentação foi maior às temperaturas mais baixas e menor às temperaturas mais elevadas, para ambos os sexos (Tabela 9). Este fenómeno é comum entre parasitóides, incluindo os tricogramatídeos (PARRA *et alii*, 1991).

As curvas de sobrevivência de *H. hebetor*, obedeceram o modelo de Weibull (Figuras 1 e 2). Entretanto, não foi possível determinar a curva de sobrevivência para fêmeas mantidas a 25°C, pois os dados não se ajustaram ao modelo matemático utilizado (Figura 2).

Tabela 9. Longevidade (dias) de fêmeas e machos de *H. hebetor* mantidos sem alimentação em diferentes temperaturas. UR: 60 ± 10%; fotofase: 14 horas.

TEMP. °C	FÊMEAS*	n	MACHOS*	n
18	31,76 ± 1,93 a	34	22,06 ± 1,94 a	16
20	13,23 ± 0,49 b	52	16,47 ± 0,92 b	15
22	14,37 ± 0,65 b	43	13,48 ± 1,05 bc	27
25	9,08 ± 0,32 c	50	11,17 ± 0,99 c	18
30	5,79 ± 0,21 d	63	5,89 ± 0,43 d	18
32	5,33 ± 0,18 d	46	5,11 ± 0,26 d	28

n = número de repetições

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

Figura 1. Curvas de sobrevivência (Weibull) de machos de *H. hebetor* mantidos sem alimentação em diferentes temperaturas. UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

Figura 2. Curvas de sobrevivência (Weibull) de fêmeas de *H. hebetor* mantidas sem alimentação em diferentes temperaturas. UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

Não foi possível avaliar, em termos gerais, se existe diferença na longevidade entre sexos, desde que houve grande variação em função da temperatura analisada (Tabela 9). Alguns autores como BENSON (1973), GROSCH (1950), MORRILL (1942) e PRECETTI *et alii* (1987) observaram que as fêmeas de *H. hebetor* vivem mais do que os machos.

4.1.8. Razão sexual

A razão sexual de *H. hebetor*, nas 6 temperaturas, foi de 0,70, com uma relação sexual de 2,36 fêmeas para cada macho. A temperatura afetou igualmente os sexos, pois a relação sexual foi mantida constante em todas as temperaturas estudadas (Tabela 10).

Tabela 10. Razão sexual e relação sexual (nº de fêmeas : nº de machos) de *H. hebetor* obtidas em diferentes temperaturas.

TEMP. °C	Razão Sexual ($\frac{\text{♀}}{\text{♀} + \text{♂}}$)	Relação Sexual (♀ : ♂)
18	0,68	34:16
20	0,78	52:15
22	0,61	43:27
25	0,74	50:18
30	0,78	63:18
32	0,62	46:28
GERAL	0,70	288:122

$\chi^2 = 9,33$ (Não significativo ao nível de 5% de probabilidade)

Estes resultados são coincidentes com aqueles obtidos por PAYNE (1934), que registrou 75% de fêmeas do parasitóide. REINERT & KING (1971) ao obterem, em laboratório, 48% de fêmeas, atribuíram este baixo valor, à dificuldades de acasalamento e a superparasitismo. PRECETTI et alii (1987) e CASTILHO et alii (1987) encontraram valores de relação sexual inferiores a 48% de fêmeas utilizando lagartas de *D. saccharalis* como hospedeiro. Qualquer valor de razão sexual encontrado em diferentes estudos está na dependência dos fatores experimentais estabelecidos na pesquisa segundo KING (1987).

4.2. Longevidade e oviposição de *H. hebetor*

4.2.1. Longevidade da fêmea em presença do hospedeiro

A longevidade das fêmeas estudadas no experimento de ritmo de oviposição foi, em média, de 18,73 dias (Tabela 11), valor bem superior àquele obtido a 25°C para o inseto não alimentado (Tabela 9). Por outro lado, a estimativa de longevidade para esta população de *H. hebetor*, obtida pelo método de Weibull (SGRILLO, 1982), foi de 19,3 dias (Figura 3). Estes valores são próximos àquele obtido por CASTILHO *et alii* (1987), que conseguiram uma longevidade média de 16,71 dias para fêmeas mantidas a 28°C em fotofase de 12 horas, utilizando *D. saccharalis* como hospedeiro. Na presente pesquisa, o intervalo de variação foi amplo, ou seja, houve fêmeas que viveram desde 2 até 34 dias (Tabela 11).

Tabela 11. Longevidade (dias) de fêmeas acasaladas de *H. hebetor* mantidas a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ em presença de lagartas de *A. kuehniella*. UR: $70 \pm 20\%$; fotofase: 14 horas.

LONGEVIDADE	Nº DE FÊMEAS
2	1
7	1
11	3
12	1
13	3
14	4
16	4
17	1
18	2
20	2
21	4
22	2
23	1
25	1
27	2
28	2
33	1
34	2

LONGEV. MÉDIA: $18,73 \pm 1,21$ dias

Considerando-se que, em geral, braconídeos vivem mais quando alimentados (ABBAS & ABOU-ZEID, 1983; ROTARY & GERLING, 1973; PRECETTI *et alii*, 1987), é provável que fornecendo-se carboidratos a *H. hebetor*, machos e fêmeas desta espécie possam ser ainda mais longevos.

Figura 3. Curva de sobrevivência (Weibull) de fêmeas acasaladas de *H. hebetor* mantidas a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ em presença de lagartas de *A. kuehniella*. UR: $70 \pm 20\%$; fotofase: 14 horas.

4.2.2. Capacidade e ritmo de postura

Verificou-se uma média de 231 ovos por fêmea de *H. hebetor*, com mínimo de 6 e máximo de 631 ovos (Figura 4). Estes resultados foram relativamente próximos aos obtidos por SOLIMAN (1940), ou seja, 187 ovos por fêmea, e enquadram-se na faixa de fecundidade máxima para a espécie, estimada por BENSON (1973) em 500 ovos por fêmea.

O número máximo de ovos depositado em um único dia foi de 37 ovos, valor bastante semelhante aos obtidos

por CASTILHO *et alii* (1987) e HUSSAIN & JAFAR (1969), quais sejam, 40 e 38 ovos, respectivamente.

A quantidade média de ovos colocada por dia na presente pesquisa variou bastante, à semelhança do que observara MORRILL (1942). Foi obtida uma média de 12,03 ovos/fêmea/dia, valor semelhante ao registrado por DOUTT (1959), ao oferecer 2 indivíduos por fêmea, e superior ao relatado por HAGSTRUM & SMITTLE (1977), que, como no presente experimento, ofereceram apenas 1 indivíduo por fêmea.

Figura 4. Ritmo diário de postura de *H. hebetor*. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70 \pm 20\%$; fotofase: 14 horas.

O intervalo entre observações da presente pesquisa (24 h) não permitiu detectar um período de pré-oviposição na população de *H. hebetor* estudada, ocorrendo oviposição já no primeiro dia de observação (Figura 4). Entretanto, é provável que exista um intervalo de algumas horas entre a emergência da fêmea e o início de postura (BENSON, 1973). Por outro lado, MORRILL (1942) verificou um período de pré-oviposição de 4 dias em média para esta espécie, mostrando as variações entre populações de *H. hebetor* (PAYNE, 1934 e CLARK, 1963).

O período de pós-oviposição obtido no presente trabalho, foi, em média, de 1,8 dias, inferior ao registrado por MORRILL (1942), ou seja, 5 dias. O ritmo de postura foi constante ao longo da vida do parasitóide (Figura 4).

4.3. Parasitismo de *H. hebetor* em diferentes temperaturas

4.3.1. Paralisação de lagartas de *A. kuehniella*

A paralisação de lagartas de *A. kuehniella* por fêmeas de *H. hebetor* ocorreu em todas as temperaturas estudadas (Tabela 12). Entretanto, a 8°C a porcentagem de fêmeas que paralisaram o hospedeiro foi menor, ao redor de

3%, diferindo significativamente das porcentagens de paralisação registradas nas demais temperaturas, que situaram-se na faixa de 86 a 100%. Este pequeno percentual de paralisação obtido indica ser em torno de 8°C o limite térmico inferior para *H. hebetor*, desde que se não houver paralisação não ocorrerá parasitismo por este inimigo natural (SOLIMAN, 1940).

A paralisação do hospedeiro por *H. hebetor*, sendo irreversível (PIEK, 1985) e fatal (RICHARDS & THOMSON, 1932), significa, uma redução na produção dos ovos da traça em criações massais de *A. kuehniella* para programas de controle biológico através de *Trichogramma*. Estas lagartas paralisadas podem se manter, por longo tempo, em boas condições para futuras oviposições e desenvolvimento de larvas do parasitóide; assim, HAGSTRUM & SMITTLE (1977) observaram que lagartas de *E. cautella* são passíveis de serem parasitadas por períodos superiores a 28 dias. É curioso o fato de que embora a temperatura base inferior do parasitóide seja 13,88°C (Tabela 7), por pequenos períodos de tempo, ele consegue atacar o hospedeiro mesmo em temperaturas bastante inferiores. Portanto, a manutenção de temperaturas baixas e constantes é essencial para evitar o ataque de *H. hebetor* em criações de traça visando a multiplicação de *Trichogramma*.

Tabela 12. Porcentagem de lagartas de *A. kuehniella* paralisadas por *H. hebetor* em diferentes temperaturas, durante 60 h. UR: 60 $\pm$ 10%; fotofase: 14 horas.

TEMP. (°C)	PARALISAÇÃO (%) *	n
8	3,3 a	30
10	86,7 b	30
12	90,0 bc	30
14	93,3 bc	30
16	90,9 bc	30
18	89,3 bc	28
20	96,7 bc	30
25	96,6 bc	29
30	100,0 c	30
32	96,4 bc	28
36	100,0 c	30
40	100,0 c	20

n = número de repetições

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de "Tukey", ao nível de 1% de probabilidade.

4.3.2. Número de ovos depositado

Ocorreu parasitismo por *H. hebetor* na faixa de 14 a 40°C (Figura 5). Embora tenha ocorrido alta paralisação do hospedeiro, ou seja, 86,7 e 90,0% de paralisação a 10 e 12°C, respectivamente (Tabela 12), não ocorreu postura nestas temperaturas (Figura 5). Como era de se esperar, também não ocorreu parasitismo a 8°C. O limite térmico superior de parasitismo deve ser bastante alto, pois o parasitóide conseguiu realizar postura mesmo a 40°C (Figura 5). Observou-se que o maior parasitismo ocorreu a 30°C, vindo a seguir 25 e 32°C. Fora destes limites, ocorreu uma tendência de decréscimo de parasitismo nas temperaturas superiores e inferiores. Resultados semelhantes foram obtidos por PAYNE (1934), SOLIMAN (1940) e HARRIES (1937).

Figura 5. Número de ovos de *H. hebetor* depositado sobre lagartas de *A. kuehniella*, durante 60 horas, em diferentes temperaturas. UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

Observação: Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste "t", ao nível de 1% de probabilidade.

4.4. Ínstar do hospedeiro mais adequado para o parasitismo

4.4.1. Teste com fêmeas virgens de *H. hebetor*

4.4.1.1. Paralisação de lagartas de *A. kuehniella*

Ocorreu uma paralisação progressiva do hospedeiro do 3º para o 5º ínstar, embora as diferenças entre o 4º e 5º ínstar tenham sido pequenas.

De forma análoga, foi observada uma mortalidade significativamente maior de lagartas do 3º ínstar em relação às de 4º ínstar, não havendo mortalidade em lagartas do 5º ínstar (Figura 6). As causas desta mortalidade não foram identificadas.

4.4.1.2. Número de ovos depositado

H. hebetor não colocou ovos em lagartas de 3º instar de *A. kuehniella*, ratificando a inadequação nutricional deste estágio para o parasitóide. O número de ovos colocado sobre lagartas do 5º instar foi significativamente maior do que em lagartas de 4º instar (Tabela 13), coincidindo, de certa forma, com os resultados de RICHARDS & THOMSON (1932) que referiram que lagartas de *A. kuehniella* com comprimento inferior a 10 mm podem ser paralisadas por *H. hebetor* sem, contudo, receberem ovos.

Figura 6. Porcentagem de paralisação e mortalidade de lagartas de *A. kuehniella* de diferentes instares, submetidas ao parasitismo por fêmeas virgens de *H. hebetor* durante 24 h. Temperatura: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

Tabela 13. Número de ovos depositado por fêmeas virgens de *H. hebetor*, sobre lagartas paralisadas de *A. kuehniella*, de diferentes instares, durante 24 h. Temperatura: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

ÍNSTAR	Nº OVOS/LAGARTA*	n
3º	0,00 a	4
4º	0,71 b	14
5º	3,88 c	17

n = número de repetições

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste "t", ao nível de 1% de probabilidade.

4.4.2. Teste com fêmeas acasaladas de *H. hebetor*

4.4.2.1. Paralisação de lagartas de *A. kuehniella*

Não houve diferença na paralisação de lagartas do 4º e 5º instares de *A. kuehniella* por fêmeas acasaladas de *H. hebetor* (Figura 7); com base nestes dados e nos re-

sultados do item 4.4.1.1. (Figura 6), conclui-se que as fêmeas do parasitóide, sejam virgens ou acasaladas, paralisam, de forma semelhante, lagartas de 4ª e 5ª ínstaes de *A. kuehniella*.

Figura 7. Porcentagem de paralisação* de lagartas de *A. kuehniella* de diferentes ínstaes, submetidas ao parasitismo por fêmeas copuladas de *H. hebetor* durante 24 h. Temperatura: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

* $\chi^2 = 0,16$ (não significativo)

4.4.2.2. Número de ovos depositado

Houve uma acentuada preferência de fêmeas de *H. hebetor* ovipositarem sobre lagartas de 5º ínstar de *A. kuehniella* em relação às de 4º ínstar (Tabela 14). Alguns autores chegaram, também, à esta conclusão, através de outros parâmetros que não exclusivamente o número de ovos depositado. Assim, TAYLOR (1988b) observou esta preferência pelo maior peso do parasitóide produzido e respectiva taxa de sobrevivência; por outro lado, HAGSTRUM (1983) constatou esta preferência através da observação da porcentagem de ataques (paralisação + oviposição), e do tamanho ou peso do hospedeiro.

Estes resultados sugerem que as lagartas maiores de *A. kuehniella* sejam mantidas em salas com temperaturas inferiores a 14°C (4.3.2.), para diminuir os prejuízos causados por *H. hebetor* em criações visando a produção de *Trichogramma*.

Tabela 14. Número de ovos depositado por fêmeas acasaladas de *H. hebetor*, sobre lagartas paralisadas de *A. kuehniella*, de diferentes instares, durante 24 h. Temperatura: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

ÍNSTAR	Nº OVOS/LAGARTA*	n
4º	1,80 a	48
5º	11,30 b	46

n = número de repetições

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste "t", ao nível de 1% de probabilidade.

4.5. Número de indivíduos de *H. hebetor* que pode se desenvolver em uma lagarta de *A. kuehniella*

4.5.1. Determinação teórica

Os dados obtidos, que permitiram o cálculo teórico do número de indivíduos do parasitóide que pode se desenvolver sobre uma lagarta do hospedeiro, são apresentados a seguir.

Peso fresco de 12 lagartas (alíquota) = 0,289 g

Peso fresco de 12 lagartas (lote analisado) = 0,290 g

Porcentagem de matéria seca na alíquota = 35,986 %

Peso de matéria seca corrigido para 11 lagartas = 0,096 g,
o que corresponde a um valor de 0,0087 g por lagarta

Peso de matéria seca após o parasitismo = 0,065 g

Número de pré-pupas de *H. hebetor* produzido = 31

Peso de matéria seca consumida por *H. hebetor* = 0,031 g, ou
seja, cada indivíduo consumiu 0,001 g

Das 12 lagartas estudadas, uma delas morreu
devido ao ataque de microorganismos.

Portanto, com base nestes dados, o número de indivíduos de *H. hebetor* que consegue desenvolver-se em 1 lagarta de *A. kuehniella* é de 8,7 indivíduos. BENSON (1973) demonstrou que quanto maior a densidade de parasitóides no hospedeiro, menor será o tamanho dos adultos produzidos; entretanto, o número de ovos por hospedeiro, utilizado no presente experimento, não afetou o tamanho dos parasitóides, indicando a viabilidade de desenvolvimento de um número igual ou superior a 3 indivíduos de *H. hebetor* por lagarta de *A. kuehniella*. Desta forma, sendo *H. hebetor* um ectoparasito gregário (BENSON, 1973; TAYLOR, 1988a; TAYLOR, 1988b), a densidade de 3 parasitóides/hospedeiro pode ser considerada como adequada para este tipo de estudo (cálculo teórico).

4.5.2. Determinação real em função da densidade de parasitismo alocada pela fêmea de *H. hebetor*

O número de pré-pupas de *H. hebetor* obtido por lagarta de *A. kuehniella* foi de 6,36, resultando em 4,57 adultos por lagarta. Estes resultados são coincidentes com aqueles relatados por BENSON (1973) que observou que lagartas do último instar de *C. cautella* permitem o crescimento de 3 a 4 indivíduos de *H. hebetor* até o tamanho adulto normal.

4.6. Tempo gasto por *H. hebetor* para paralisação do hospedeiro

As fêmeas de *H. hebetor* gastaram, em média, 116 minutos (intervalo de variação: 30 - 330 min) para paralisar lagartas de último instar de *A. kuehniella* (Tabela 15).

Tabela 15. Tempo gasto (minutos) por *H. hebetor* para paralisação de lagartas de último instar de *A. kuehniella*. Temperatura: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas.

REPETIÇÃO	TEMPO	REPETIÇÃO	TEMPO	REPETIÇÃO	TEMPO
1	210	11	30	21	90
2	240	12	90	22	60
3	150	13	90	23	120
4	150	14	90	24	90
5	210	15	90	25	90
6	90	16	90	26	90
7	fuga*	17	330	27	30
8	90	18	150	28	120
9	90	19	60	29	30
10	120	20	180	30	90

* O parasitóide fugiu do recipiente após 180 minutos de observação, sem ter paralisado o hospedeiro.

O comportamento de procura da fêmea de *H. hebetor* em relação ao hospedeiro é afetado por vários fatores (HAGSTRUM, 1983), incluindo cairomônios (ROTARY & GERLING, 1973; STRAND *et alii*, 1989). O tempo gasto para paralisação do hospedeiro é, provavelmente, um indicativo do comportamento de procura das fêmeas do parasitóide.

Em laboratórios destinados à criação de *A. kuehniella*, o ataque de *H. hebetor* dá-se sob condições bastante diversas. Quando a fêmea do parasitóide procede de um local distante da criação (infestação inicial), o tempo necessário para a localização do hospedeiro pode ser bastante longo. Sua progênie, entretanto, nascendo dentro do local de criação da traça (reinfestação), encontrará abundância de hospedeiros adequados ao parasitismo e deverá dispender um tempo bem menor nesta tarefa. Sugere-se, portanto, que

este aspecto seja estudado com mais detalhes, desde que os resultados da presente pesquisa foram obtidos em condições artificiais de laboratório.

5. CONCLUSÕES

Baseando-se nos resultados obtidos no presente trabalho, conclui-se:

- 1) Existe uma relação inversa entre a duração do desenvolvimento de *Habrobracon hebetor* (Say, 1836) e a elevação de temperatura, em todas as fases do ciclo do parasitóide;
- 2) A temperatura de 32°C é a mais adequada para criação de *H. hebetor*;
- 3) A viabilidade da fase de larva de *H. hebetor* é reduzida a 18°C;
- 4) O limite térmico inferior de desenvolvimento de *H. hebetor* é de 13,9°C, com uma constante térmica de 150,8 graus dia;

- 5) Existe uma relação inversa entre a longevidade do adulto de *H. hebetor* e a temperatura, na faixa térmica de 18 a 32°C, para insetos em presença e ausência do hospedeiro;
- 6) O parasitismo aumenta a longevidade de *H. hebetor*;
- 7) A temperatura afeta igualmente os sexos, pois a relação sexual foi constante nas 6 condições estudadas;
- 8) A 25°C, uma fêmea de *H. hebetor* coloca, em média, 231 ovos, sendo o ritmo de postura constante ao longo da vida do parasitóide;
- 9) A paralisação do hospedeiro por *H. hebetor* dá-se principalmente em temperaturas superiores a 8°C, sendo que a oviposição somente ocorre em temperaturas maiores que 14°C, indicando que a sala de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) seja mantida a 14°C para evitar a infestação pelo ectoparasito.
- 10) A condição ótima para parasitismo de *H. hebetor* é 30°C;
- 11) A faixa de temperatura favorável é mais ampla para paralisação do que para parasitismo de *H. hebetor*;
- 12) A paralisação por *H. hebetor* é semelhante nas lagartas de *A. kuehniella* de 4ª e 5ª instares, sendo o parasitismo significativamente maior naquelas de 5ª instar;

13) Não existe correlação entre a determinação teórica do número de indivíduos de *H. hebetor* que pode desenvolver-se em uma lagarta de *A. kuehniella* e a determinação real, resultante da ação do parasitóide.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBAS, M.S.T. & ABOU-ZEID, N.A. Biological studies on *Bracon instabilis* Marsh. (Hym., Braconidae), a larval parasite of *Phthorimaea operculella* Zell. (Lep., Gelechiidae) in Egypt. *Zeitschrift fur Angewandte Entomologie*, Hamburg, **96**(1):32-6, 1983.
- ADAMS, C.H.; CROSS, W.H.; MITCHELL, H.C. Biology of *Bracon mellitor*, a parasite of the boll weevil. *Journal of Economic Entomology*, College Park, **62**(4):889-96, 1969.
- AHMED, M.S.H.; AL-SAQUR, A.M.; AL-HAKKAK, Z.S. Effect of different temperatures on some biological activities of the parasitic wasp *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera). *Date Palm Journal*, Baghdad, **1**(2):239-47, 1982.
- AHMED, M.S.H.; AL-MALIKY, S.K.; AL-TAWEEL, A.A.; JABO, N.F.; AL-HAKKAK, Z.S. Effects of three temperature regimes on rearing and biological activities of *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Stored Products Research*, Elmsford, **21**(2):65-8, 1985.

- BAR, D.; GERLING, D.; ROSSLER, Y. Bionomics of the principal natural enemies attacking *Heliothis armigera* in cotton fields in Israel. *Environmental Entomology*, College Park, 8(3):468-74, 1979.
- BEARD, R.L. Effectiveness of paralyzing venom and its relation to host discrimination by braconid wasps. *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, 65(1):90-3, 1972.
- BENSON, J.F. Intraspecific competition in the population dynamics of *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Animal Ecology*, Oxford, 42(1):105-24, 1973.
- BENSON, J.F. Population dynamics of *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) and *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Phycitidae) in a laboratory ecosystem. *Journal of Animal Ecology*, Oxford, 43(1):71-86, 1974.
- 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*, College Park, 83(3):1096-101, 1990.
- CASTILHO, H.J.; BOTELHO, P.S.M.; ALMEIDA, L.C.; ARAÚJO, J.R. Testes com *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) para o controle biológico da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (F.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11., Campinas, 1987. Resumos. Campinas, SEB, 1987. v.1, p.204.

- CLARK, A.M. The influence of diet upon the adult life span of two species of *Bracon*. *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, 56(5):616-9, 1963.
- CLAUSEN, C.P. The effect of host size upon the sex ratio of hymenopterous parasites and its relation to methods of rearing and colonization. *Journal of the New York Entomological Society*, New York, 47(1):1-9, 1939.
- CLINE, L.D. Effect of host availability and light conditions on light trap catches of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Economic Entomology*, College Park, 82(2):430-2, 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*, College Park, 83(3):1110-3, 1990.
- 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*, College Park, 77(2):331-3, 1984.
- DE BACH, P. The effect of low storage temperature on reproduction in certain parasitic Hymenoptera. *Pan-Pacific Entomologist*, San Francisco, 19(3):112-9, 1943.

- DOUTT, R.L. Distribution of eggs by *Microbracon* (Hymenoptera, Braconidae). *Ecology*, Tempe, 40(2):302-3, 1959.
- FLANDERS, S.E. Oosorption and ovulation in relation to oviposition in the parasitic Hymenoptera. *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, 35:251-66, 1942.
- GROSCH, D.S. Starvation studies with the parasitic wasp *Haemaphysalis*. *Biological Bulletin*, Woods Hole, 99(1):65-73, 1950.
- HADDAD, M.L. & PARRA, J.R.P. Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo evolutivo dos insetos. Piracicaba, FEALQ, 1984. 12p. (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*, College Park, 12(6):1727-32, 1983.
- HAGSTRUM, D.W. & SMITTLE, B.J. Host-finding ability of *Bracon hebetor* and its influence upon adult parasite survival and fecundity. *Environmental Entomology*, College Park, 6(3):437-9, 1977.
- HAGSTRUM, D.W. & SMITTLE, B.J. Host utilization by *Bracon hebetor*. *Environmental Entomology*, College Park, 7(4):596-600, 1978.

- HARRIES, F.H. Some effects of temperature on the development and oviposition of *Microbracon hebetor* (Say). *Ohio Journal of Science*, Columbus, 37(3):165-71, 1937.
- HUSSAIN, A.A. & JAFAR, K.M. Biology of *Habrobracon hebetor* Say, with other mortality factors of its host, in Iraq. *Bulletin de la Société Entomologique D'Egypte*, Le Caire, 53:227-33, 1969.
- JACKSON, C.G. & BUTLER Jr., G.D. Development time of three species of *Bracon* (Hymenoptera: Braconidae) on the pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae) in relation to temperature. *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, 77(5):539-42, 1984.
- 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*, College Park, 14(6):722-5, 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*, College Park, 15(3):767-70, 1986.
- KING, B.H. Offspring sex ratios in parasitoid wasps. *Quarterly Review of Biology*, Baltimore, 62(4):367-96, 1987.

- KRASZPULSKI, P. & DAVIS, R. Interactions of a parasite, *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae), and a predator, *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthocoridae), with populations of *Tribolium castaneum* and *Plodia interpunctella*. *American Midland Naturalist*, Notre Dame, **119**(1):71-6, 1988.
- LUM, P.T.M. & FLAHERTY, B.R. Influence of continuous light on oocyte maturation in *Bracon hebetor*. *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, **66**(2):355-7, 1973.
- MATTHEWS, R.W. Biology of Braconidae. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, **19**(7):15-32, 1974.
- MORRILL Jr., A.W. Notes on the biology of *Microbracon hebetor*. *Journal of Economic Entomology*, College Park, **35**(4):593-4, 1942.
- MUESEBECK, C.F.W. A revision of the parasitic wasps of the genus *Microbracon* occurring in America North of Mexico. *Proceedings of the U.S. National Museum*, Washington, **67**(8):1-85, 1925.
- MUESEBECK, C.F.W. Family Braconidae. In: KROMBEIN, K.V. & BURKS, B.D. *Hymenoptera of America North of Mexico*, synoptic catalog. Washington, USDA, 1967. Suppl.2, p.27-60. (Agricultural Monograph, 2).

- MUESEBECK, C.F.W.; KROMBEIN, K.V.; TOWNES, H.K. *Hymenoptera of America North of Mexico*, synoptic catalog. Washington, USDA, 1951. 1420p. (Agricultural Monograph, 2).
- NICKLE, D.A. & HAGSTRUM, D.W. Provisioning with preparasitized hosts to improve parasite effectiveness: a pest management strategy for stored commodities. *Environmental Entomology*, College Park, 10(4):560-4, 1981.
- PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S. Biological control of pests through egg parasitoids of the genera *Trichogramma* and/or *Trichogrammatoidea*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INSECTS, 1., Rio de Janeiro, 1987. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, 82(Supl. 3):153-60, 1987.
- 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*, Porto Alegre, 18(2):403-15, 1989.
- PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S.; HADDAD, M.L. Biology and thermal requirements of *Trichogramma galloi* Zucchi and *Trichogramma distinctum* Zucchi on two alternative hosts. *Les Colloques de l'INRA*, Paris, 56:81-4, 1991.

- PARRA, J.R.P.; STEIN, C.P.; BLEICHER, E.; ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S. Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para pesquisas com *Trichogramma* spp. Piracicaba, FEALQ, 1985. 9p. (Agricultura e Desenvolvimento)
- PAYNE, N.M. The differential effect of environmental factors upon *Microbracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) and its host, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). II. Ecological Monographs, Lawrence, 4(1):1-45, 1934.
- PETTERS, R.M. & GROSCH, D.S. Reproductive performance of *Bracon hebetor* females with more or fewer than the normal number of ovarioles. *Annals of the Entomological Society of America*, Columbus, 70(4):577-82, 1977.
- PIEK, T. Insect venoms and toxins. In: KERKUT, G.A. & GILBERT, L.I., ed. *Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology*. Oxford, Pergamon Press, 1985. v.11, cap.14, p.595-633.
- PRECETTI, A.A.C.M.; TERÁN, F.O.; PINEGONE, I.M. Método de criação e aspectos biológicos de *Habrobracon hebetor* (Say) (Hym., Braconidae) sobre a broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Lep., Pyralidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11., Campinas, 1987. *Resumos*. Campinas, SEB, 1987. v.1, p.208.

PRESS, J.W. Avoidance of the red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), by *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, Manhattan, 61(2):228-30, 1988.

PRESS, J.W.; CLINE, L.D.; FLAHERTY, B.R. A comparison of two parasitoids, *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) and *Venturia canescens* (Hymenoptera: Ichneumonidae), 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*, Manhattan, 55(4):725-8, 1982.

PRESS, J.W.; CLINE, L.D.; FLAHERTY, B.R. Impact of the red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst), on suppression of the almond moth, *Cadra cautella* (Walker), by the parasitic wasps, *Bracon hebetor* Say and *Venturia canescens* (Gravenhorst). *Journal of Entomological Science*, Tifton, 21(3):271-5, 1986.

PRESS, J.W.; FLAHERTY, B.R.; ARBOGAST, R.T. Interactions among *Plodia interpunctella*, *Bracon hebetor*, and *Xylocoris flavipes*. *Environmental Entomology*, College Park, 3(1):183-4, 1974.

PUTTARUDRIAH, M. & CHANNA BASAVANNA, G.P. A study on the identity of *Bracon hebetor* Say and *Bracon brevicornis* Wesmael (Hymenoptera: Braconidae). *Bulletin of Entomological Research*, Oxford, 47:183-91, 1957.

- QUICKE, D.L.J. & SHARKEY, M.J. A key to and notes on the genera of Braconinae (Hymenoptera: Braconidae) from America North of Mexico with descriptions of two new genera and three new species. *Canadian Entomologist*, Ottawa, 121:337-61, 1989.
- RAVELO, H.G. & ROSSELL, G.C. Bionomia de *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae), parasito en las crias artificiales de *Galleria mellonella* (Lin.) (Lepidoptera: Pyralidae). *Centro Agrícola*, Santa Clara, 14(1):22-30, 1987.
- 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*, Columbus, 64(6):1335-40, 1971.
- RICHARDS, O.W. & THOMSON, W.S. A contribution to the study of the genera *Ephestia*, Gn. (including *Strymax*, Dyar), and *Plodia*, Gn. (Lepidoptera, Phycitidae), with notes on parasites of the larvae. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, London, 80(2):169-250, 1932.
- ROTARY, N. & GERLING, D. The influence of some external factors upon the sex ratio of *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). *Environmental Entomology*, College Park, 2(1):134-8, 1973.
- SGRILLO, R.B. A distribuição de Weibull como modelo de sobrevivência de insetos. *Ecossistema*, Espírito Santo do Pinhal, 7:9-13, 1982.

- SOLIMAN, H.S. Studies in the biology of *Microbracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). *Bulletin de la Société Fouad I^{er} d'Entomologie*, Le Caire, 24:215-47, 1940.
- STRAND, M.R.; WILLIAMS, H.J.; VINSON, S.B.; MUDD, A. Kairo-monol activities of 2-Acylcyclohexane-1,3 diones produced by *Ephestia kuehniella* Zeller in eliciting searching behaviour by the parasitoid *Bracon hebetor* (Say). *Journal of Chemical Ecology*, New York, 15(5):1491-500, 1989.
- TAYLOR, A.D. Host effects on functional and ovipositional responses of *Bracon hebetor*. *Journal of Animal Ecology*, Oxford, 57:173-84, 1988a.
- TAYLOR, A.D. Host effects on larval competition in the gregarious parasitoid *Bracon hebetor*. *Journal of Animal Ecology*, Oxford, 57:163-72, 1988b.
- ULLYETT, G.C. Distribution of progeny by *Microbracon hebetor* Say. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa*, Pretoria, 8:123-31, 1945.
- WHITING, P.W. Rearing meal moths and parasitic wasps for experimental purposes. *Journal of Heredity*, Washington, 12(6):255-61, 1921.

WOOL, D; BROWER, J.H.; KAMIN-BELSKY, N. The relative importance of factors affecting the size of laboratory populations of the almond moth, *Ephestia cautella* (Walker) (Lep., Pyralidae). *Journal of Applied Entomology*, Hamburg, 104(3):217-27, 1987.

ZOHDY, N.Z.M. Host selection and host suitability of *Bracon hebetor* (Say) (Braconidae: Hymenoptera). *Bulletin of the Faculty of Science of Cairo University*, Cairo, 48:301-14, 1975.