

TABELA DE VIDA BIOLÓGICA, EXIGÊNCIAS TÉRMICAS E
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE *Muscidifurax uniraptor*
KOGAN & LEGNER, 1970 (HYMENOPTERA: PTEROMALIDAE) EM
PUPAS DE *Musca domestica* L., 1758 (DIPTERA: MUSCIDAE)

MARCÍLIO JOSÉ THOMAZINI

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. EVONEO BERTI FILHO

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

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Janeiro -1998

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

Thomazini, Marcílio José

Tabela de vida biológica, exigências térmicas e caracterização morfológica de
Muscidifurax uniraptor Kogan & Legner, 1970 (Hymenoptera: Pteromalidae) em
pupas de *Musca domestica* L., 1758 (Diptera: Muscidae) / Marcílio José Thomazini.
- - Piracicaba, 1998.
70 p.

Tese (doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1998.
Bibliografia.

1. Biologia animal 2. Controle biológico 3. Inseto nocivo 4. Inseto parasitóide 5.
Mosca-doméstica 6. Pteromalideo I. Título

CDD 595.79

TABELA DE VIDA BIOLÓGICA, EXIGÊNCIAS TÉRMICAS E
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE *Muscidifurax uniraptor*
KOGAN & LEGNER, 1970 (HYMENOPTERA: PTEROMALIDAE) EM
PUPAS DE *Musca domestica* L., 1758 (DIPTERA: MUSCIDAE)

MARCÍLIO JOSÉ THOMAZINI

Aprovada em: 26.03.1998

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Evoneo Berti Filho

Dr. Santin Gravena

Prof. Dr. Sérgio de Freitas

Profa. Dra. Vanda Helena Paes Bueno

Dr. Valmir Antonio Costa

ESALQ/USP

GRAVENA/ManEcol

FCAVJ/UNESP

UFLA

SCBP/IB



Prof. Dr. EVONEO BERTI FILHO

Orientador

Aos meus pais Armando e Geni, ao meu irmão *Márcio* e família, pelo incentivo e dedicação,

OFEREÇO

À minha esposa *Ariane* e à minha filha *Juliana*, com amor e carinho,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- Ao Dr. Evoneo Berti Filho, Prof. do Depto. de Entomologia da ESALQ/USP, pelas orientações, incentivo, amizade, além do suporte material e físico, necessários ao bom andamento dos trabalhos;
- Ao Dr. Valmir Antonio Costa, Pesquisador da Seção de Controle Biológico de Pragas do Instituto Biológico de São Paulo, Estação Experimental de Campinas, pelo incentivo nos estudos com parasitóides, sugestões, análises críticas e principalmente pelo companheirismo e amizade;
- Às funcionárias do laboratório de Controle Biológico da Mosca Doméstica “Eduardo H. Mizumoto”, Roselene Pereira e Maria Edilene de Oliveira, responsáveis pela manutenção da criação do hospedeiro e do parasitóide;
- Ao Prof. José Lino Neto, do Depto. de Biologia Geral, da Universidade Federal de Viçosa, pela colaboração e sugestões imprescindíveis para a realização dos estudos em microscopia eletrônica;
- À Dra. Aline de H. N. Maia, pesquisadora da Embrapa/CNPMA - Jaguariúna/SP, pelo auxílio na elaboração e análise da tabela de vida;
- Ao Dr. E. W. Kitajima, do NAP/MEPA da ESALQ/USP, pelas facilidades concedidas para o processamento e análise de amostras visando observação em microscópio eletrônico de varredura;

- Ao Instituto Biológico de São Paulo, na pessoa da sua diretora Dra. Zuleide Alves Ramiro, e do Dr. Adalton Raga, chefe da Seção de Pragas das Plantas Industriais em Campinas, pelas facilidades concedidas para o término dos trabalhos;
- À Embrapa-Acre, pela boa acolhida, incentivo e procedimentos necessários para o término da tese;
- Ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudos para a realização do curso;
- Aos professores e funcionários do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pelos ensinamentos e pela boa convivência durante o doutorado;
- Aos colegas de curso, pela amizade, companheirismo e incentivo.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Aspectos gerais e importância do hospedeiro <i>Musca domestica</i> L. - Muscidae	3
2.2. Importância dos parasitóides no controle biológico de dípteros sinantrópicos associados a aviários	5
2.3. Aspectos taxonômicos e comportamentais de <i>Muscidifurax</i>	8
2.4. Aspectos biológicos de parasitóides pupais de dípteros sinantrópicos, com ênfase no gênero <i>Muscidifurax</i>	10
2.4.1. Características gerais	10
2.4.2. Influência da densidade e idade do hospedeiro no parasitismo ..	11
2.4.3. Influência da temperatura no desenvolvimento e na capacidade reprodutiva dos parasitóides	13
2.4.4. Sobrevivência e fertilidade – Tabela de vida	15
2.4.5. Fases imaturas e desenvolvimento pós-embrionário	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1. Criação do hospedeiro	19
3.2. Coleta e criação do parasitóide	20
3.3. Aspectos biológicos de <i>M. uniraptor</i> em pupas de <i>M. domestica</i> ...	21
3.3.1. Influência da privação de hospedeiros, no início da fase adulta de <i>M. uniraptor</i> , no parasitismo	21
3.3.2. Influência da densidade e idade de pupas no parasitismo	22
3.3.3. Influência do armazenamento de pupas em baixas temperaturas sobre o parasitismo	23

	Página
3.3.4. Ciclo biológico, exigências térmicas e parasitismo sob diferentes temperaturas	24
3.3.5. Tabela de vida e fertilidade	25
3.3.6. Caracterização das fases imaturas e desenvolvimento pós-embrionário	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1. Aspectos biológicos de <i>Muscidifurax uniraptor</i> em pupas de <i>Musca domestica</i>	28
4.1.1. Influência da privação de hospedeiros, no início da fase adulta do parasitóide, na sua capacidade reprodutiva	28
4.1.2. Influência da densidade e idade de pupas no parasitismo	30
4.1.3. Influência da refrigeração de pupas no parasitismo	34
4.1.4. Ciclo biológico, exigências térmicas e parasitismo	37
4.1.5. Tabela de vida e fertilidade	44
4.1.6. Caracterização das fases imaturas e desenvolvimento pós-embrionário	50
4.2. Considerações finais	55
5. CONCLUSÕES	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

TABELA DE VIDA BIOLÓGICA, EXIGÊNCIAS TÉRMICAS E
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE *Muscidifurax uniraptor* KOGAN &
LEGNER, 1970 (HYMENOPTERA: PTEROMALIDAE) EM PUPAS DE *Musca*
domestica L., 1758 (DIPTERA: MUSCIDAE)

Autor: MARCÍLIO JOSÉ THOMAZINI

Orientador: Prof. Dr. EVONEO BERTI FILHO

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram: 1) verificar a capacidade reprodutiva do parasitóide pupal *Muscidifurax uniraptor* Kogan & Legner, quando influenciado pela privação de hospedeiros no início da fase adulta, pela temperatura, pela idade e densidade do hospedeiro *Musca domestica* L. e pelo armazenamento deste hospedeiro em baixas temperaturas; 2) determinar o ciclo biológico e as exigências térmicas do parasitóide; 3) construir uma tabela de vida e fertilidade para *M. uniraptor*; 4) caracterizar as fases imaturas deste parasitóide. Os testes foram realizados à $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ U.R. e 14 h de fotofase, com exceção da influência da temperatura, cujos valores testados foram 18, 20, 22, 25, 28, 30 e $32 \pm 1^\circ\text{C}$. Assim, a privação de hospedeiros e a variação na densidade e na idade do hospedeiro afetaram a reprodução de *M. uniraptor*. Parasitóides com mais de 36 h de idade tiveram a sua capacidade reprodutiva significativamente reduzida. Um decréscimo no parasitismo e na emergência da progênie ocorreu nas maiores densidades do hospedeiro. Já a idade das pupas de mosca-doméstica afetou somente a emergência dos descendentes. O armazenamento do hospedeiro em geladeira (7 a 10°C), por

até cinco dias, não afetou a reprodução do parasitóide em pupas de mosca-doméstica com três dias de idade. A temperatura influenciou o desenvolvimento e a reprodução de *M. uniraptor*. O menor valor do período de ovo a adulto foi a 30°C (17,02 dias) e a capacidade de parasitismo foi maior a 28°C, com 87% de parasitismo e 63,50% de emergência de descendentes. A temperatura base encontrada para fêmeas do parasitóide foi de 9,43°C, com uma constante térmica de 366,62 GD. As fêmeas de *M. uniraptor* não apresentaram período de pré-oviposição e a produção máxima de descendentes, 13,63 parasitóides/fêmea, ocorreu no segundo dia de vida dos adultos. A longevidade média estimada foi de 13,17 dias, com r_m de 0,22 e tempo médio de geração de 21,93 dias. Foram encontrados, através de medidas de cápsula cefálica, quatro instares larvais em *M. uniraptor*. Esses instares foram semelhantes um ao outro em forma e movimento, diferindo no tamanho e volume, além de apresentarem uma gradual perda de transparência, tornando-se mais opacos com o tempo.

**BIOLOGICAL LIFE TABLE, THERMAL REQUIREMENTS AND
MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF *Muscidifurax uniraptor*
KOGAN & LEGNER, 1970 (HYMENOPTERA: PTEROMALIDAE) ON PUPAE
OF *Musca domestica* L., 1758 (DIPTERA: MUSCIDAE)**

Author: MARCÍLIO JOSÉ THOMAZINI

Adviser: Prof. Dr. EVONEO BERTI FILHO

SUMMARY

This research deals with the biological aspects of *Muscidifurax uniraptor* Kogan & Legner (Hymenoptera: Pteromalidae) reared on pupae of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). The following parameters were evaluated: reproductive capacity of *M. uniraptor* as influenced by age, temperature, age and density of the host *M. domestica*, and the storage of the host pupae at low temperatures; the life cycle and the thermal requirements of the parasitoid; the elaboration of a life and fertility table for *M. uniraptor*; the characterization of the immature stages of the parasitoid. The experiments were set in laboratory conditions ($25 \pm 1^\circ\text{C}$; $70 \pm 10\%$ R.H.; 14 hour photoperiod). As to the influence of temperature, the following values were tested: 18, 20, 22, 25, 28, 30 and $32 \pm 1^\circ\text{C}$. Therefore the privation of host and the variation on host density and age did affect *M. uniraptor* reproduction. Parasitoids older than 36 hours showed a significantly reduced reproduction. A decrease in parasitism and progenie emergence occurred at high host densities. However the progenie emergence was affected by the age of the housefly pupae. Three day old housefly pupae refrigerated (7 to 10°C) for up to five days did not affect the

reproduction of the parasitoid. Temperature did influence the development and reproduction of *M. uniraptor*. The lowest value of the egg-adult period, 17.02 days, occurred at 30°C and the capacity of parasitism was highest at 28°C (87% of parasitism and 63.50% of progeny emergence). The lower temperature threshold for the parasitoid female was 9.43°C, with a thermal constant of 366.62 degree-days. *M. uniraptor* did not present preoviposition period and the maximum production of offsprings, 13.63 parasitoids/female, occurred on the second day of adult life. The mean longevity was 13.17 days, r_m of 0.22 and mean generation period of 21.93 days. *M. uniraptor* presents four instars which are very similar in shape and motion, but different in size and volume, besides presenting a gradual loss of transparency and becoming more opaque as time goes by.

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção animal em confinamento com alta densidade de aves vêm se tornando cada vez mais comuns, gerando grande eficiência na produção de ovos ou carne. No entanto, este processo causa nas granjas grande acúmulo de excremento, que é um excelente substrato para a proliferação de dípteros sinantrópicos. Estas moscas, por sua vez, podem ingerir ou carregar agentes patogênicos e depositá-los nos alimentos consumidos por pessoas ou animais (Greenberg & Povolny, 1971), podem também acarretar problemas econômicos para o avicultor, comprometendo a produção e a qualidade dos ovos, além de causar incômodo à população vizinha dos aviários (Guimarães, 1983; Axtell & Arends, 1990; Bruno, 1991).

A fauna de artrópodes que ocorre nos dejetos animais consiste de centenas de espécies, das quais os dípteros nocivos correspondem a cerca de 5% (Legner & Olton, 1970). Entre as espécies mais frequentemente associadas aos excrementos em granjas de aves poedeiras destaca-se a mosca-doméstica, *Musca domestica* L. (Costa, 1989; Bruno et al., 1993).

A utilização de produtos químicos para o controle dessas moscas nem sempre leva a resultados satisfatórios, devido a problemas de resistência a inseticidas (Bloocamp et al., 1987), poluição ambiental, resíduos de inseticidas na carne e destruição de inimigos naturais (Rutz, 1981; Axtell, 1986a e b; Axtell & Arends, 1990).

Dentro deste contexto, o controle de moscas em aviários deve basear-se em programas de manejo que integrem, na medida do possível, métodos culturais (manejo dos excrementos), químicos (inseticidas seletivos) e biológicos (parasitóides e predadores) (Axtell & Rutz, 1986).

Com relação ao controle biológico, os parasitóides e predadores que ocorrem em esterco são responsáveis por mais de 95% de redução na população de dípteros nocivos (Legner & Olton, 1968), sendo que os parasitóides pteromalídeos são os principais organismos benéficos atuando no controle de dípteros, na fase pupal, em aviários (Axtell & Arends, 1990).

No Brasil, trabalhos de levantamento de espécies de parasitóides, sua distribuição sazonal e abundância, além de alguns estudos biológicos já foram realizados (Berti Filho et al., 1996); no entanto, ainda são escassas informações biológicas básicas das principais espécies desses organismos benéficos, como é o caso do parasitóide *Muscidifurax uniraptor* Kogan & Legner.

Nesse sentido, os objetivos deste trabalho foram: 1) verificar a capacidade reprodutiva do parasitóide *M. uniraptor* quando influenciado pela ausência de hospedeiro no início da fase adulta, pela temperatura, pela idade e densidade de pupas do hospedeiro *M. domestica* e pelo armazenamento deste hospedeiro a baixas temperaturas; 2) determinar o ciclo biológico e as exigências térmicas do parasitóide; 3) construir uma tabela de vida e fertilidade para *M. uniraptor*; 4) caracterizar as fases imaturas deste parasitóide.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos gerais e importância do hospedeiro *Musca domestica* L. - Muscidae

A mosca-doméstica não é nativa das Américas sendo, provavelmente, originária da África e, possivelmente, transportada para o ocidente durante épocas pré-colombianas (Legner & McCoy, 1966). A literatura a respeito desse inseto é vasta, sendo uma espécie eussinantrópica clássica (estreita relação com as condições ambientais criadas pelo homem), endófila, altamente comunicativa (alternância constante entre fezes e alimentos), possuindo grande atividade de vôo (Greenberg & Povolny, 1971).

Este inseto prolifera em quase todos os tipos de matéria orgânica em fermentação, com suas larvas alimentando-se, provavelmente, de microorganismos que causam fermentação e deterioração desse substrato. O hábito de caminhar e se alimentar em lixos e excrementos e também em alimentos humanos, faz da mosca-doméstica um agente ideal para transporte e disseminação de organismos patogênicos. Assim, é naturalmente vetor de mais de 20 patógenos de doenças humanas como febre tifóide, diarréia epidêmica, disenteria amebiana e bacilar, cólera, poliomelite, além de vários vermes parasíticos. Contudo, evidência epidemiológica foi verificada apenas em disenteria bacilar (Metcalf & Metcalf, 1993).

Os excrementos de equinos, bovinos, suínos e de

aves são os maiores produtores de moscas nas áreas rurais; contudo, estas podem ocorrer também em pilhas de grama, frutos e vegetais apodrecidos, lixo, restos de alimentos e excrementos humanos (Guimarães, 1983; Metcalf & Metcalf, 1993).

Os adultos de *M. domestica* têm de 6-7 mm de comprimento, coloração geral cinza, com o tórax apresentando quatro listras longitudinais largas e escuras no dorso. O abdome possui partes amareladas na metade basal, sendo a porção posterior escura, existindo uma linha longitudinal escura estendendo-se ao longo da linha média do dorso. As pernas são marrom-escuras e as asas são transparentes (Axtell, 1986b).

Detalhes da biologia dessa espécie são descritos em várias publicações mas, em linhas gerais, uma fêmea copula apenas uma vez e cerca de 24 horas após a emergência. Possui um período de pré-oviposição de 4 a 8 dias, podendo depositar de 75 a 150 ovos por massas, colocadas a intervalos de 3 a 4 dias. A longevidade desse inseto é de aproximadamente 30 dias, com um ciclo completo (ovo-adulto) de 7 a 10 dias no verão ($\pm 30^\circ \text{C}$) (Herms & James, 1966; Axtell, 1986b).

A larva da mosca-doméstica é branca, cilíndrica, podendo ser separada de outras moscas pela forma, tamanho e posição do par de espiráculos posteriores, que nesse caso são elípticos, próximos um do outro, em posição central, com três fendas distintamente sinuosas e cercadas por um anel fortemente esclerotizado. Estas características dos espiráculos posteriores continuam na fase pupal (Herms & James, 1966; Axtell, 1986b).

2.2. Importância dos parasitóides no controle biológico de dípteros sinantrópicos associados a aviários

Os himenópteros parasitóides, principalmente os da família Pteromalidae, são os principais fatores na destruição de pupas de moscas em aviários (Axtell & Arends, 1990). Esses inimigos naturais, geralmente, depositam um ovo por pupa de mosca, perfurando o pupário com o ovipositor. Passam por três estádios larvais no interior da pupa, empupam e emergem através de uma abertura por eles construída. Apenas um parasitóide emerge de um pupário, contudo muitas pupas de moscas são destruídas pela ação do parasitóide adulto ao se alimentar das mesmas (Axtell, 1986b).

Várias espécies desses pteromalídeos são encontradas em pupas de dípteros sinantrópicos em aviários, sendo as mais comuns *Muscidifurax raptor* Girault & Sanders, *Spalangia cameroni* Perkins, *S. endius* Walker, *S. nigroaenea* Curtis, *S. nigra* Latreille, *Pachycrepoideus vindemiae* Rondani (parasitóides solitários) e *Nasonia vitripennis* Walker (parasitóide gregário) (Axtell & Rutz, 1986).

No Brasil ocorrem *P. vindemiae*, *N. vitripennis* e várias espécies de *Muscidifurax* e de *Spalangia*, além de representantes de outras famílias como *Tachinaephagus zealandicus* Ashmead (Encyrtidae), que é um parasitóide larval-pupal e gregário (Berti Filho et al., 1996).

Diferenças na fauna de parasitóides e nas espécies predominantes podem ocorrer conforme a região, época do ano, tipo de aviário e teor de umidade dos excrementos. No Estado de São Paulo, por exemplo, *T. zealandicus* foi a principal espécie encontrada por Costa (1989) e Monteiro (1995), mas teve importância bem menor nos levantamentos de Bruno (1991), nos quais predominaram as espécies *M. raptoroides* Kogan & Legner, *P. vindemiae*, *S. cameroni* e *S. endius*. Em Minas Gerais, *T. zealandicus* também

foi o principal parasitóide encontrado por Pinheiro et al. (1989), enquanto que Sereno & Neves (1993) observaram *S. endius* em maior quantidade.

Berti Filho et al. (1989), em trabalho de ocorrência de inimigos naturais em esterco de granjas de aves poedeiras na região de Bastos, SP, listaram alguns parasitóides já citados, como *P. vindemiae*, *S. cameroni*, *S. endius*, e acrescentaram à lista *S. gemina* Boucek e *M. uniraptor* Kogan & Legner.

A população de parasitóides que ocorre naturalmente em aviários pode ser grande, apesar do seu impacto na redução da população de moscas ser de difícil avaliação (Axtell & Arends, 1990). Estes inimigos naturais podem ser preservados e sua população aumentada pelo manejo dos excrementos, removendo-os parceladamente e deixando uma camada seca para absorver o excesso de umidade das fezes excretadas e servir de fonte de inimigos naturais (Axtell, 1986b; Barbosa, 1992; Costa, 1992). Além disso, com esse manejo, as pupas de moscas ficam mais expostas à ação dos parasitóides (Axtell & Arends, 1990). Completam o manejo integrado o uso adequado de inseticidas seletivos ou aplicados de maneira seletiva, e um bom monitoramento da população de moscas (Axtell, 1986b).

Embora o manejo dos excrementos e o uso adequado de inseticidas sejam a chave para preservar e aumentar a população de inimigos naturais em aviários, o aumento através de liberações também pode ser uma alternativa que, freqüentemente, tem um grau de sucesso elevado (Axtell, 1986b).

Contudo, para se assegurar que liberações massais sejam eficientes, fatores como umidade, temperatura, profundidade do esterco e preferência hospedeira dos parasitóides devem ser considerados. Outros itens como competição intrínseca em laboratório, clima, tipo de excremento animal, densidade populacional do hospedeiro, manejo dos excrementos, controle de

qualidade dos parasitóides produzidos e vendidos, são fatores essenciais para o sucesso das liberações (Legner, 1981).

Segundo Morgan (1986), o pré-requisito principal para o sucesso nas liberações inundativas e/ou inoculativas de parasitóides é a seleção de um hospedeiro que possa ser produzido de forma eficiente e econômica. Desse modo, técnicas de criação massal de *M. domestica* e de parasitóides como *S. endius* foram desenvolvidas, com potencial de produzir milhões destes inimigos naturais por semana.

Algumas pesquisas foram e estão sendo conduzidas nos Estados Unidos, França, Alemanha, Hungria, Holanda, Chile e Austrália (Fincher & Morgan, 1990), além da Argentina (Zapater et al., 1995), visando a utilização desses parasitóides para o controle de dípteros sinantrópicos.

Os trabalhos com liberação de parasitóides em aviários são muitos e com níveis variáveis de controle (Morgan et al., 1975; Olton & Legner, 1975; Morgan, 1981; Pickens, 1981; Rutz & Axtell, 1981; Patterson & Morgan, 1986; Zapater et al., 1995).

Segundo Fincher & Morgan (1990), o sucesso dessas liberações, principalmente com *S. endius*, se deve ao conhecimento de certos aspectos da vida do parasitóide, como longevidade, idade ótima para liberação dos adultos, taxa de oviposição, dispersão, habilidade de procura do hospedeiro, vigor e capacidade de parasitismo.

O potencial do emprego de liberações de parasitóides no Brasil é grande, pois são muitos os produtores de ovos no país. Ainda não há trabalhos práticos em campo, mas alguns estudos básicos já existem, como por exemplo, a biologia (Morgan et al., 1991) e o efeito da temperatura na reprodução de *S. gemina* (Costa, 1995).

2.3. Aspectos taxonômicos e comportamentais de *Muscidifurax*

A família Pteromalidae é uma das maiores famílias de Chalcidoidea. Cosmopolita, ela contém mais de 3.000 espécies descritas em cerca de 600 gêneros. A maioria dos pteromalídeos é ectoparasitóide idiobionte (a fêmea paralisa o desenvolvimento do hospedeiro após o parasitismo) de larvas ou pupas de insetos holometábolos, especialmente Coleoptera e Diptera. Muitos gêneros são, como já citado anteriormente, parasitóides de pupas de dípteros e desenvolvem-se no interior do pupário (Hanson, 1995). O gênero *Muscidifurax* é um deles.

Segundo Kogan & Legner (1970), o gênero *Muscidifurax* Girault & Sanders, 1910, foi relatado como monotípico desde que foi primeiramente descrito. Contudo, os autores, revisando o gênero, verificaram a existência de populações reprodutivamente isoladas e intimamente relacionadas. Com base em experimentos com cruzamentos recíprocos e em diferenças morfológicas e biológicas redescreveram a espécie *M. raptor* Girault & Sanders, 1910 (biparental e solitária) e descreveram quatro novas espécies, relacionadas a seguir: *M. zaraptor* e *M. raptoroides* (biparentais e solitárias), *M. raptorellus* (biparental e freqüentemente gregária) e *M. uniraptor* (uniparental e solitária). No entanto, segundo os autores, este gênero está sofrendo um processo de especiação e outras espécies podem existir.

O gênero *Muscidifurax* se estabeleceu no Novo Mundo concomitantemente ao ou logo após os dípteros muscóideos, tendo, provavelmente, origem etiópica. Todas as cinco espécies ocorrem nas regiões Neártica e Neotropical, isoladas geograficamente, exceto duas espécies que são simpátricas e que ocorrem no oeste da região Neártica (Legner, 1983).

É muito difícil distinguir morfologicamente *M. uniraptor* de *M. raptor* e quase impossível a distinção entre *M. uniraptor* e *M. raptoroides*, embora algumas diferenças crípticas possam ser notadas com um exame

cuidadoso do propódeo. No entanto, a presença de franjas marginais nas asas anteriores facilmente distingue *M. uniraptor* de *M. zaraptor* e *M. raptorellus* (Kogan & Legner, 1970). A ausência ou ocorrência rara de machos em populações naturais de *M. uniraptor* ajuda na definição final da espécie, sendo que estes machos são os menores das espécies desse gênero (Legner et al., 1976).

Legner (1983) comentou que *M. zaraptor* seria o candidato mais adequado para um programa de controle biológico dentre as espécies do gênero. Com relação às outras espécies, o autor relatou que a alta fecundidade aparente de *M. raptorellus* seria compensada por uma reduzida capacidade de procura. Por outro lado, *M. uniraptor*, uma espécie telítoca, estaria menos adaptada a extremos de temperatura e umidade que outras espécies e sua produção contínua de fêmeas nem sempre seria certa. Algumas colônias ou produziram predominantemente machos estéreis, após vários dias de oviposição ou, segundo Legner & Gerling (1967), mostrariam reduzido potencial reprodutivo quando contínuos hospedeiros estivessem presentes.

As espécies de *Muscidifurax* atuam mais na superfície dos excrementos acumulados, enquanto espécies de outros pteromalídeos como as do gênero *Spalangia* penetram a maiores profundidades à procura de pupas hospedeiras (Legner, 1977). Além disso, as espécies de *Muscidifurax* são competitivamente superiores e mais adaptadas a períodos mais frios do que outras. Essas diferenças nas características comportamentais desses gêneros reduzem a competição pelo mesmo hospedeiro (Ables & Shepard, 1976; Legner, 1977).

O parasitóide *M. uniraptor* foi descrito por Kogan & Legner (1970), de exemplares coletados em Porto Rico em 1969. Foi encontrado posteriormente no Brasil, mais especificamente no Estado de São Paulo, por Bertti Filho et al. (1989). Detalhes do mecanismo de sua reprodução telítoca foram descritos por Legner (1985a e b; 1987a e b; 1988a e b), Stouthamer et

al. (1993) e Gauld & Hanson (1995a). O envolvimento, neste tipo de reprodução, de fatores extranucleares (não genéticos) como microrganismos e substâncias químicas também já foi provado (Legner, 1987a; Stouthamer et al., 1993).

É sabido que a produção de machos é aumentada com a ausência de hospedeiros no início da vida da fêmea e em fêmeas mais velhas (Legner & Gerling, 1967). Outros fatores responsáveis pela produção de machos em excesso seriam a exposição, durante a oviposição, a altas temperaturas (32,2°C) (Legner, 1985a) e a possível existência de um ciclo arrenótoco na natureza e em colônias com muitos anos em laboratório (Legner, 1985b).

2.4. Aspectos biológicos de parasitóides pupais de dípteros sinantrópicos, com ênfase no gênero *Muscidifurax*

2.4.1. Características gerais

Os parasitóides, geralmente, destroem mais hospedeiros que efetivamente utilizam para sua reprodução, através da prova do hospedeiro, da alimentação no hospedeiro e do parasitismo abortado (DeBach, 1943).

Muitos pteromalídeos são idiobiontes, podendo se alimentar de fluidos exsudados do corpo do hospedeiro, por ocasião da inserção do ovipositor, para maximizar a produção de ovos. Estes parasitóides são também sinovigênicos, produzindo ovos durante toda a sua vida (Legner & Gerling, 1967; Jervis & Kidd, 1986; Phillips, 1993; Gauld & Hanson, 1995b). Além disso, esses insetos são capazes de reabsorver ovos maduros ou oócitos quando não se alimentam e/ou ovipositam nos seus hospedeiros (Antolin & Williams, 1989; Phillips, 1993).

Várias espécies de pteromalídeos constroem um tubo de alimentação no hospedeiro e as fêmeas ovipositam no mesmo indivíduo que se alimentam (Hanson, 1995). Em alguns casos, como os dos gêneros *Muscidifurax* e *Spalangia*, a alimentação no hospedeiro pode ser destrutiva, excluindo assim a possibilidade do uso do mesmo hospedeiro para oviposição (Legner & Gerling, 1967). Esses últimos autores também observaram que a nutrição e a oviposição de fêmeas recém-emergidas influenciou seu comportamento e reprodução. Desse modo, fêmeas de *S. cameroni* e *N. vitripennis* necessitaram de hospedeiros após a emergência, para alcançar o máximo de longevidade e oviposição. Contudo, *M. uniraptor* obteve um melhor desempenho quando não lhe foi oferecido hospedeiro por 72 h.

Legner (1979b) verificou que a mortalidade de pupas de mosca-doméstica causada pela ação conjunta da prova e alimentação no hospedeiro, além do parasitismo abortado foi, em média, de 37; 28 e 31% para *S. endius*, *M. raptor* e *M. zaraptor*, respectivamente. No caso deste hospedeiro especificamente, o autor destacou que a relativa proteção a extremos de temperatura e umidade, no seu local de procriação, faz com que haja alguma similaridade com os dados obtidos em laboratório.

2.4.2. Influência da densidade e idade do hospedeiro no parasitismo

Uma característica importante de muitos himenópteros parasíticos é a sua habilidade, dentro de uma geração, de aumentar, até um certo ponto, a taxa de ataque e a produção de descendentes em resposta ao incremento na densidade do hospedeiro (respostas funcional e numérica). Desse modo, Legner (1967), trabalhando com várias espécies de parasitóides de pupas de mosca-doméstica, entre elas, uma espécie telítica de *Muscidifurax*, a qual

Kogan & Legner (1970) descreveriam como *M. uniraptor*, verificou que um aumento na densidade hospedeira resultou em maior taxa de ataque dos parasitóides, embora nem sempre em maior porcentagem de parasitismo. Neste trabalho ainda, a espécie telítoca de *Muscidifurax* parasitou mais pupas que uma espécie gregária do mesmo gênero; contudo, essa última espécie produziu mais progênie por hospedeiro, resultando em uma descendência total similar entre as duas espécies. Posteriormente Kogan & Legner (1970), descreveram esta espécie gregária como *M. raptorellus*.

Com relação à influência da idade do hospedeiro no parasitismo, Coats (1976) concluiu que este parâmetro afetou o desenvolvimento do parasitóide *M. zaraptor*, com efeito no número e no tamanho da progênie produzida. Assim, um decréscimo geral no número de fêmeas produzidas ocorreu com o aumento na idade do hospedeiro, exceto para pupas de mosca-doméstica com um dia de idade, que produziram parasitóides de maior tamanho, mas em menor número.

Para o pteromalídeo *M. raptor*, a densidade e a idade do hospedeiro influenciaram o número de descendentes por fêmea e o número de pupas de mosca-doméstica parasitadas. Assim, a porcentagem de parasitismo decresceu conforme aumentou o número de hospedeiros oferecidos. Foi verificado ainda que as pupas de um dia de idade foram mais parasitadas do que as de dois e três dias, sendo que valores acima de 1:5 na relação parasitóide:hospedeiro não aumentaram a eficiência do parasitóide (Morgan et al., 1979).

Segundo Morgan et al. (1989), a espécie *S. cameroni* parasitou 100% de pupas de mosca-doméstica quando a relação parasitóide-hospedeiro variou de 1:0,5 até 1:5. Contudo, o parasitismo foi decaindo com o aumento na proporção de hospedeiros, passando de 74% na relação 1:15 para 54% em 1:25. Embora ocorresse apenas 71% de parasitismo na relação 1:15, segundo os autores, esta foi a melhor relação para produção massal do parasitóide,

usando pupas de um dia de idade. Cada fêmea produziu 9,38 descendentes, com sobrevivência de 83%.

Mann et al. (1990), trabalhando com os parasitóides *M. raptor*, *M. zaraptor*, *S. cameroni* e *S. endius*, chegaram a conclusão que a porcentagem de mortalidade induzida pelos parasitóides e a porcentagem de emergência de descendentes decaíram com o aumento na relação parasitóide-hospedeiro. Já o número de pupas de mosca-doméstica (24-48 h de idade) mortas por parasitóide e o número de descendentes por parasitóide aumentaram até atingir um limite superior numa curva assintótica.

Com o parasitóide *S. gemina*, Morgan et al. (1991) obtiveram de 98-100% de parasitismo, nas relações parasitóide-hospedeiro de 1:0,5 a 1:2,5, com pupas de mosca-doméstica de um a três dias de idade. A relação 1:10, embora com parasitismo variando de 81-87%, foi a mais adequada, no que se refere a produção massal do parasitóide. Para os autores, *S. gemina* leva vantagem sobre *S. endius* por parasitar as três idades das pupas, enquanto esta última espécie, segundo Morgan et al. (1976), não parasita pupas com três dias de idade.

2.4.3. Influência da temperatura no desenvolvimento e na capacidade reprodutiva dos parasitóides

A temperatura é um fator ambiental muito importante na determinação da distribuição dos organismos, afetando diretamente a sua biologia. Desse modo, alguns trabalhos foram feitos demonstrando a influência deste parâmetro no desenvolvimento de parasitóides pupais de mosca-doméstica.

A duração do período de ovo a adulto de *S. endius* variou de 17 dias a 35°C até 66 dias na temperatura de 18°C, sendo que o ciclo não foi

completado quando os imaturos foram submetidos às temperaturas de 12,8 e 15,6°C. Já *M. raptor* não completou seu desenvolvimento a 12,8 e 35°C, mas geralmente desenvolveu-se mais rápido que *S. endius*, nas temperaturas equivalentes (Ables et al., 1976).

No que se refere à influência da temperatura na oviposição, a espécie *S. endius* não ovipositou em pupas de mosca-doméstica nas temperaturas de 12,8 e 18°C, devido a redução na atividade locomotora das fêmeas. Já *M. raptor* ovipositou nestas temperaturas mais baixas, embora com redução no parasitismo. Deste modo, estas duas espécies exibiram diferenças no comportamento em relação à temperatura, sendo que os valores mais baixos favoreceram *M. raptor*, enquanto os mais altos foram vantajosos para *S. endius* (Ables & Shepard, 1976).

Costa (1995) estudou os efeitos da temperatura na biologia do parasitóide *S. gemina*, cuja duração do desenvolvimento de ovo a adulto foi inversamente proporcional ao aumento da temperatura, na faixa de 18 a 32°C. A longevidade também diminuiu com a elevação da temperatura, na faixa de 20 a 30°C e o parasitismo em pupas de *M. domestica* foi melhor a 25°C.

Costa et al. (1996) determinaram os valores da temperatura base e da constante térmica para alguns parasitóides de dípteros sinantrópicos. Esses valores, no caso da temperatura base, variaram de 5,4°C, para *M. uniraptor*, até 10,9°C, para machos de *S. gemina*. Quanto à constante térmica, essa variou de 309,8 GD, para machos de *P. vindemiae*, até 403,2 GD, para fêmeas de *S. cameroni*.

Geden (1996 e 1997) comparou os parasitóides *S. gemina*, *S. cameroni* e *M. raptor*, no que diz respeito à influência de temperaturas constantes e variáveis no parasitismo, produção de progênie, desenvolvimento e sobrevivência de imaturos. Assim, o autor verificou que *S. gemina* foi mais sensível aos extremos de temperatura que as outras espécies. Além disso, *M. raptor*, em linhas gerais, destruiu mais pupas de mosca-doméstica, produziu

mais descendentes e desenvolveu-se mais rapidamente que as outras espécies.

A refrigeração geralmente mantém os hospedeiros em um estado adequado para o desenvolvimento dos parasitóides. Legner (1969) citou que espécies ectófagas solitárias utilizam apenas uma fração do alimento disponível, sendo que só sob extrema deterioração do hospedeiro a biomassa do parasitóide poderia ser afetada.

A refrigeração em temperaturas maiores que 10°C resultou em um desenvolvimento progressivo do hospedeiro, além daquele adequado ao parasitismo, enquanto temperaturas mais baixas causaram dessecação e mortalidade de pupas. Além disso, com mais de 21 dias de refrigeração a quitinização pupal chegou a um ponto que também tornou o hospedeiro inadequado ao parasitismo (Legner, 1979a). Com esses dados preliminares como base, o autor realizou um trabalho onde verificou que pupas não-refrigeradas de mosca-doméstica, com 24-30 h, foram preferidas por *M. raptor*, *M. zaraptor* e *S. endius*, em relação às refrigeradas por 21 dias a 10°C. Contudo, em termos de produção massal, essas diferenças não foram importantes, pois a biomassa dos descendentes não foi significativamente afetada. Além disso, a capacidade de destruição hospedeira não foi influenciada pelo processo de refrigeração.

2.4.4. Sobrevivência e fertilidade - Tabela de vida

A construção de tabelas de vida é um componente importante para se entender a dinâmica populacional de uma espécie (Southwood, 1995), podendo servir, no controle biológico, como avaliação do impacto de inimigos naturais (Bellows Junior et al., 1992).

O sucesso de liberações de parasitóides em instalações rurais para o controle de dípteros sinantrópicos é resultado de estudos de laboratório, visando a determinação da taxa de sobrevivência diária de adultos e imaturos, da mortalidade de adultos, da taxa de oviposição por fêmea por dia e do número de progênie por fêmea por dia (Morgan et al., 1989).

Desse modo, uma tabela de vida completa foi obtida por Coats (1976) para o parasitóide *M. zaraptor*, onde os valores obtidos para $r_{m\acute{a}x}$ (taxa intrínseca de aumento), T (tempo de geração) e R_o (taxa líquida de reprodução) foram 0,195; 26 dias e 163, respectivamente. A porcentagem de mortalidade de imaturos foi de 16,3%, com a mortalidade das fêmeas aumentando significativamente cinco dias após a emergência, embora a sobrevivência tenha sido de 50% até os 19 dias após a emergência. O autor verificou também que houve uma produção bimodal de fêmeas, o que pode ser vantajoso para a espécie, aumentando a possibilidade destas fêmeas encontrarem hospedeiros de idade adequada, principalmente em uma forte competição pelos mesmos.

A mortalidade diária de fêmeas do parasitóide *M. raptor* foi de 11%, sendo o número de pupas de mosca-doméstica parasitadas/fêmea/dia igual a 13. O número de descendentes/fêmea/dia foi, em média, de 7,54 e a relação sexual de 1:2,2, com uma taxa de crescimento por geração de 55 vezes (Morgan et al., 1979).

Os dados obtidos para *S. cameroni* em pupas de mosca-doméstica com dois dias de idade foram: sobrevivência diária das fêmeas: 76,9%, número médio de pupas parasitadas/fêmea/dia: 8,11, número médio de descendentes/fêmea/dia: 3,65, sobrevivência diária de imaturos: 97,6%, taxa de crescimento/geração: 13 vezes e relação sexual de 1:1,1. Houve um pico de produção de descendentes no terceiro dia, caindo gradualmente até o fim da vida dos adultos (Morgan et al., 1989).

Para *S. gemina*, a sobrevivência diária das fêmeas foi de 90,7%, com 50% de mortalidade em 17,3 dias. O tempo de desenvolvimento de

imaturos foi de 22 dias, com uma sobrevivência média diária de 96,5%. Foi calculada também a taxa de crescimento populacional, ficando em torno de 40 vezes/geração (Morgan et al., 1991). Para os autores, *S. gemina* é superior a *S. endius* por ter maior longevidade e menor período de desenvolvimento dos imaturos.

Costa (1995) também trabalhou com *S. gemina*, em diferentes combinações de temperaturas constantes durante as fases imatura e adulta. O autor verificou que as taxas de sobrevivência de imaturos apresentaram pouca variação, com o valor mais baixo, 85,19%, encontrado quando os imaturos e os adultos se desenvolveram a 20°C. Nesse trabalho, o autor encontrou ainda que a 25°C o parasitóide atingiu sua maior capacidade reprodutiva. Já a 30°C, a produção de descendentes fêmeas (R_0) foi menor que nas outras temperaturas, sendo isso compensado pelo menor tempo de geração e por um maior valor de r_m e de λ , resultando em maior produção de descendentes fêmeas após 100 dias. Assim, foi comentado que essa temperatura (30°C) poderia ser usada, quando necessário, para aumentar rapidamente a população do parasitóide.

2.4.5. Fases imaturas e desenvolvimento pós-embrionário

As fases imaturas dos parasitóides pteromalídeos são constituídas por ovo, larva e pupa, com o número de ínstar larvais variando de três a cinco (Hanson, 1995). Já o desenvolvimento pós-embrionário é medido a partir da eclosão da larva até a emergência do adulto.

A maioria dos pteromalídeos possui ovos de formato alongado ou elipsoidal, com um córion fino e praticamente liso. O primeiro ínstar larval geralmente é himenopteriforme, com 13 segmentos, sendo que os sucessivos ínstar, na maior parte da família, são do mesmo formato (Gauld & Hanson, 1995c; Hanson, 1995).

As fases do desenvolvimento de parasitóides pupais de dípteros sinantrópicos foram estudadas por vários autores. Gerling & Legner (1968) fizeram um relato detalhado das fases imaturas de *S. cameroni*. Kogan & Legner (1970), revisando o gênero *Muscidifurax*, descreveram alguns detalhes dos imaturos das espécies deste gênero. Coats (1976) observou o desenvolvimento pós-embrionário de *M. zaraptor* e Thomazini et al. (1997), por sua vez, caracterizaram as fases imaturas de *S. gemina*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Controle Biológico da Mosca-doméstica “Eduardo H. Mizumoto”, do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), com o parasitóide estando na 11ª geração no início dos testes.

3.1. Criação do hospedeiro

O hospedeiro, *Musca domestica* L., foi criado conforme metodologia descrita por Costa (1995), com modificação na climatização da sala de criação dos adultos, ficando esta a $28 \pm 1^\circ\text{C}$, com fotofase de 14 horas e umidade relativa de $60 \pm 10\%$. As gaiolas de criação também sofreram alterações, apresentando as dimensões de 70 x 50 x 40 cm, teladas, com armação de madeira, com vidro na metade superior da parte frontal, sendo a metade inferior de madeira, com abertura envolta em manga de tecido para acesso ao interior da gaiola.

O peso das pupas produzidas para utilização nos experimentos variou de 16 a 21 mg, sendo padronizado através de peneira com malha de 2 mm.

3.2. Coleta e criação do parasitóide

Os parasitóides foram coletados na granja Mizumoto, região de Sorocaba-SP. Nesta granja de aves poedeiras havia 10 aviários de madeira com 100 m de comprimento x 15 m de largura cada, podendo, cada aviário, alojar 24000 aves. Entre o piso (terra) e as gaiolas existiam ripados para aumentar a área de secagem do esterco.

O método de coleta dos parasitóides baseou-se no uso de pupas sentinelas (Rutz, 1986), consistindo na exposição a campo de pupas de mosca-doméstica produzidas em laboratório, acondicionadas em saquinhos de tela e/ou placas de plástico com tampa telada para evitar predação. Foram colocadas 30 pupas de *M. domestica*, com idade entre 24-48 horas, por saquinho ou placa.

Esse material foi levado para o campo (granja), e colocado na superfície dos excrementos pois, segundo Legner, 1977, as espécies do gênero *Muscidifurax* preferem parasitar pupas presentes nesse local.

Após período de exposição de quatro dias, as pupas foram trazidas ao laboratório e separadas do esterco por flotação. Depois do período de emergência de moscas das pupas que não foram parasitadas, o material foi separado em grupos de 30 pupas e colocado em frascos de vidro de 10 ml tampados com algodão, mantidos à $28 \pm 1^\circ\text{C}$, 14 horas de fotofase e umidade relativa de $60 \pm 10\%$ para emergência dos parasitóides.

Os indivíduos de *Muscidifurax uniraptor* Kogan & Legner que emergiram foram diariamente colocados em gaiola telada de 50 x 50 x 40 cm, com a mesma configuração da gaiola de moscas, à $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 14 horas de fotofase e umidade relativa de $70 \pm 10\%$.

Para manutenção dos parasitóides foram fornecidas em torno de 1500 pupas de mosca-doméstica com 24-48 horas de idade, ficando as mesmas expostas ao parasitismo por 2-3 dias. Os parasitóides foram

separados dos hospedeiros com o uso de peneira de malha 14. As pupas expostas foram acondicionadas em potes plásticos com tampa telada e novo lote de pupas foi colocado no interior das gaiolas. Aos parasitóides também se forneceu algodão embebido em água.

Do material exposto ao parasitismo descartavam-se as moscas que emergiam das pupas não parasitadas e, à medida que os parasitóides emergiam, estes eram transferidos para as gaiolas de criação.

Alguns exemplares do parasitóide *M. uniraptor* foram depositados no museu do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP.

3.3. Aspectos biológicos de *M. uniraptor* em pupas de *M. domestica*

3.3.1. Influência da privação de hospedeiros, no início da fase adulta de *M. uniraptor*, no parasitismo

Os tratamentos consistiram de parasitóides com quatro faixas de idades diferentes: 1) 0-12 h, 2) 12-24 h, 3) 24-36 h e 4) 36-48 h. O número de repetições por tratamento foi 30. Cada repetição consistiu de um parasitóide confinado em um frasco de vidro de 2,0 cm de diâmetro por 4,5 cm de altura (10 ml), tampado com algodão e contendo 15 pupas de mosca-doméstica com 24-48 h de idade.

Após 24 h em contato com as pupas, os parasitóides foram retirados. Após a emergência da progênie, foram registrados o número de pupas íntegras e o número de descendentes, levando-se em consideração que apenas um parasitóide emerge por pupa (Axtell, 1986b).

Foi calculada a mortalidade corrigida (pupas destruídas pela ação do parasitóide, resultando ou não em descendentes) baseada na fórmula de Abbott (1925), descontando-se a mortalidade natural do hospedeiro. Essa

mortalidade natural variou de 3-10% nos diferentes tratamentos e foi calculada submetendo-se pupas de *M. domestica* às mesmas condições ambientais dos tratamentos (temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotofase de 14 horas e umidade relativa de $70 \pm 10\%$).

Realizou-se, então, análise de variância (ANOVA) com os parâmetros; porcentagem de parasitismo total (mortalidade corrigida), porcentagem de emergência da progênie do parasitóide (porcentagem de pupas expostas ao parasitismo que originaram descendentes), número de pupas parasitadas e número de descendentes, sendo as médias de cada tratamento comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.3.2. Influência da densidade e idade de pupas no parasitismo

Pupas de mosca-doméstica com um dia (0-24 h), dois dias (24-48 h) e três dias (48-72 h) de idade foram expostas por 24 h ao parasitismo por fêmeas de *M. uniraptor* com 0-24 h de idade, nas seguintes relações parasitóide-hospedeiro: 1:1, 1:2, 1:3, 1:5, 1:10 e 1:15. Cada relação foi repetida cinco vezes, sendo que cada repetição constou de um grupo de dez parasitóides acondicionados em tubos de vidro com 8,5 cm de comprimento x 2,5 cm de diâmetro, tampados com algodão. A mortalidade natural do hospedeiro também foi calculada nas mesmas condições ambientais do experimento ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e 14 h de fotofase).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) num esquema fatorial para verificação da existência de interação entre densidade e idade das pupas. As médias das porcentagens de parasitismo e emergência de descendentes foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.3.3. Influência do armazenamento de pupas em baixas temperaturas sobre o parasitismo

Para este trabalho foram utilizadas pupas com dois (24-48 h) e três dias (48-72 h) e parasitóides com um dia (0-24 h) de idade. Lotes de pupas foram armazenados em geladeira, com temperatura variando de 7-10°C, valores suficientes para paralisar o desenvolvimento do hospedeiro pois, segundo Costa et al. (1997), a temperatura base para pupas de *M. domestica* é de 12,2°C.

Os tempos de armazenamento variaram de um a cinco dias, sendo que as pupas com dois e três dias sem armazenamento foram usadas como tratamento comparativo. Foram realizadas dez repetições, onde cada uma consistiu de uma fêmea do parasitóide confinada em um frasco de vidro de 10 ml, tampado com algodão e contendo 15 pupas de um determinado tratamento. Estas pupas, quando armazenadas, foram retiradas da geladeira aproximadamente meia hora antes do início do experimento para estabilizar a temperatura com o ambiente, sendo então expostas ao parasitismo.

Após 24 h em contato com as pupas, nas condições ambientais de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e 14 h de fotofase, os parasitóides foram retirados. Após a emergência da progênie (25-30 dias), foram avaliados os seguintes parâmetros: porcentagem de mortalidade corrigida (parasitismo total), número de pupas mortas parasitadas, porcentagem de emergência de descendentes e número de descendentes. A mortalidade natural variou de 0-4% nos diferentes tratamentos, servindo para o cálculo da mortalidade corrigida.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA), sendo as médias de cada tratamento comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.3.4. Ciclo biológico, exigências térmicas e parasitismo sob diferentes temperaturas

Foram utilizadas câmaras climatizadas do tipo B.O.D. MA 403, com $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e 14 h de fotoperíodo. Estas câmaras foram reguladas a 18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32°C, com variação de $\pm 1^\circ\text{C}$. Assim, 200 pupas de mosca-doméstica com 24-48 h de idade foram acondicionadas em tubos de vidro de 8,5 cm de comprimento x 2,5 cm de diâmetro, tampados com algodão e levados para as respectivas câmaras climatizadas. Parasitóides com 0-24 h de idade também foram agrupados em tubos de vidro e levados para essas câmaras, em grupos de 40 indivíduos por temperatura.

Após um período de aproximadamente uma hora, necessário para que a temperatura dos tubos se estabilizasse com a do interior da câmara, foi iniciado o processo de parasitismo, juntando-se os parasitóides com as pupas (relação parasitóide: hospedeiro de 1:5).

Após 24 h em contato com as pupas, os parasitóides foram retirados e o material foi observado diariamente, descartando-se as moscas que emergiam e anotando-se a duração do período de ovo a adulto, o intervalo de emergência e o número de parasitóides emergidos nas diferentes temperaturas. A mortalidade natural foi observada para corrigir o parasitismo. Além disso, foi verificada também a capacidade de parasitismo de *M. uniraptor* nas diferentes temperaturas.

Com os dados obtidos, foram determinadas a temperatura base (limite térmico inferior de desenvolvimento) e a constante térmica para o período de ovo a adulto de fêmeas de *M. uniraptor*, através do método da hipérbole (Haddad & Parra, 1984), utilizando o programa computacional MOBAE (Modelos Bioestatísticos Aplicados à Entomologia), do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP. Além disso, realizou-se análise de variância (ANOVA) com os valores obtidos da duração do período de ovo a adulto, sendo

as médias obtidas para cada temperatura comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.3.5. Tabela de vida e fertilidade

Procurou-se determinar o potencial de crescimento, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e 14 h de fotoperíodo, do parasitóide *M. uniraptor*, com base em parâmetros como mortalidade de imaturos, produção de descendentes e longevidade das fêmeas. Assim, 30 fêmeas do parasitóide, com 0-24 h de idade, foram individualizadas em frascos de vidro de 10 ml tampados com algodão, juntamente com 15 pupas de mosca-doméstica com dois (24-48 h) ou três (48-72 h) dias de idade. Diariamente as pupas eram trocadas, até a morte de todas as fêmeas.

Após a eliminação das moscas que emergiram de pupas não parasitadas e da emergência da progênie dos parasitóides, foram avaliados os seguintes parâmetros, para cada fêmea: longevidade, período de pré-oviposição, número de descendentes e número de pupas mortas.

A porcentagem de sobrevivência de imaturos foi calculada expondo-se um lote de pupas de mosca-doméstica com três dias de idade ao parasitismo por *M. uniraptor*, cujos indivíduos tinham de 0-24 h de vida. Após 24 h em contato com as pupas, os parasitóides foram retirados e, diariamente, cerca de 40 pupários foram dissecados sob microscópio estereoscópico, com aumento de 30-40 vezes, para verificação da mortalidade das fases imaturas.

A longevidade das fêmeas foi estimada com base na distribuição de Weibull (Sgrillo, 1982), através do programa computacional MOBAE.

Com base nos resultados obtidos foi construída uma tabela de vida e fertilidade, segundo Birch (1948) e Southwood (1995), sendo x = ponto médio de cada idade das fêmeas parentais, idade esta contada a partir da fase

de ovo; l_x = expectativa de vida até a idade x , expressa como uma fração de uma população inicial de uma fêmea; m_x = fertilidade específica, ou o número de descendentes por fêmea produzidos na idade x e que originarão fêmeas; $l_x m_x$ = número total de fêmeas nascidas na idade x .

Os parâmetros de crescimento resultantes da tabela de vida foram calculados conforme Birch (1948) e Southwood (1995), sendo: R_0 = taxa líquida de reprodução, ou seja a taxa de aumento populacional, considerando fêmeas, de uma geração para outra, ou ainda, o número de fêmeas geradas por fêmea parental por geração; MGT ou T = tempo médio de geração, duração média de uma geração; r_m = capacidade inata de aumentar em número, ou ainda taxa intrínseca de aumento; λ = razão finita de aumento, que é o número de vezes em que a população multiplica em uma unidade de tempo. Além destes parâmetros, foi acrescentado também o DT= tempo que leva a população para duplicar em número.

Contudo, estes parâmetros populacionais, estimados a partir de uma amostra aleatória da população, têm embutido um grau de incerteza, que é expresso através da variância da estimativa. O conhecimento desta variância é essencial para comparação de resultados com outros trabalhos (Maia, 1997). Como não existem valores dos parâmetros observados para cada inseto, a análise de variância simples, através do quadrado médio do resíduo, não pode ser feita. Desse modo, as variâncias dos valores dos parâmetros de crescimento populacional foram obtidas através da estimativa "jackknife" (Meyer et al., 1986), que é uma técnica computacional intensiva (Maia, 1997), que fornece os valores dos parâmetros e seus respectivos intervalos de confiança, com erro de 5%.

3.3.6. Caracterização das fases imaturas e desenvolvimento pós-embrionário

Pupários de mosca-doméstica com 48-72 h de idade foram expostos ao parasitismo, nas condições de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 h. Após um período de aproximadamente 18 h os pupários foram retirados do contato com os parasitóides. Diariamente, amostras de pupários foram dissecadas sob microscópio estereoscópico, com aumento de 30-40 vezes, para observação dos imaturos do parasitóide. Com auxílio de uma ocular graduada, foram medidos o comprimento e a maior largura dos imaturos em todas as fases do desenvolvimento, num total de 20 observações por dia, até emergência dos adultos.

Os ovos, larvas, pré-pupas e pupas respectivos a cada dia de amostragem foram acondicionados em frascos de vidro etiquetados, contendo solução fixadora Carnoy (60% de etanol absoluto, 30% de clorofórmio e 10% de ácido acético) para posterior observação em microscópio eletrônico de varredura.

Após a fixação do material biológico, efetuou-se, conforme alguns procedimentos laboratoriais de rotina, a desidratação com lavagem em álcool etílico absoluto (30-40') e depois em acetona pura (3 lavagens de 15'). Posteriormente, o material foi secado ao ponto crítico com CO_2 , e então colado, com fita dupla face de carbono, em porta-espécimens para ser revestido com ouro e examinado em um microscópio eletrônico de varredura do tipo ZEISS DSM 940A, no Núcleo de Apoio à Pesquisa/Microscopia Eletrônica Aplicada à Pesquisa Agropecuária-NAP/MEPA da ESALQ/USP. Então, foram efetuadas medidas da largura de cápsula cefálica das larvas para obtenção do número de ínstaes, além de preparadas eletromicrografias das diferentes fases imaturas à 5 kV de voltagem de aceleração e $80 \mu\text{A}$ de corrente, em filme Fuji.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Aspectos biológicos de *Muscidifurax uniraptor* em pupas de *Musca domestica*

4.1.1. Influência da privação de hospedeiros, no início da fase adulta do parasitóide, na sua capacidade reprodutiva

A privação de hospedeiros nas primeiras horas de vida influenciou o desempenho reprodutivo deste parasitóide. A partir de 36 h de idade, a capacidade reprodutiva de *M. uniraptor*, medida pelo parasitismo e pela emergência de descendentes, foi reduzida significativamente (Tabela 1). Cabe salientar que não foram oferecidos pupas do hospedeiro ou alimento aos parasitóides antes do início do experimento, mas somente água.

Legner & Gerling (1967) verificaram que a nutrição e a oviposição de fêmeas recém-emergidas de *S. cameroni* e *N. vitripennis* influenciaram seu comportamento e reprodução. Desse modo, esses parasitóides necessitaram de hospedeiros logo após a emergência para alcançar o máximo de longevidade e oviposição. No entanto, *M. raptor* (*M. uniraptor* Kogan & Legner, 1970) obteve melhor desempenho quando privado de hospedeiros por, no mínimo, quatro dias após emergência. Todos os três parasitóides se alimentaram com mel apenas no primeiro dia de vida, o que não ocorreu neste

Tabela 1. Capacidade reprodutiva⁽¹⁾ de fêmeas, com diferentes idades, do parasitóide *M. uniraptor*, em pupas de *M. domestica*. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Idade do parasitóide (horas)	Parasitismo corrigido (%) ⁽²⁾	Total de pupas mortas ⁽²⁾	Emergência da progênie (%) ⁽²⁾	Nº de parasitóides emergidos ⁽²⁾
0-12	90,19 \pm 2,02a	13,53 \pm 0,30a	62,30 \pm 2,48a	9,34 \pm 0,37a
12-24	86,26 \pm 2,26a	12,94 \pm 0,34a	63,78 \pm 2,84a	9,57 \pm 0,43a
24-36	90,04 \pm 2,00a	13,51 \pm 0,30a	65,52 \pm 2,75a	9,83 \pm 0,41a
36-48	60,32 \pm 4,43b	9,05 \pm 0,68b	45,48 \pm 2,79b	6,82 \pm 0,42b

⁽¹⁾Média \pm erro padrão

⁽²⁾Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

trabalho.

Autores como Jervis & Kidd (1986) destacaram a importância da alimentação em fluidos do hospedeiro (“host-feeding”) para a maximização da produção de ovos; a função do mel, fornecido na forma de solução, estaria relacionada apenas a um aumento na longevidade dos adultos (Gauld & Hanson, 1995b).

No presente trabalho, não houve a produção de machos em nenhum tratamento; no entanto, Legner & Gerling (1967) verificaram que *M. raptor* (*M. uniraptor*) produziu uma pequena quantidade de machos não funcionais, sendo que esta frequência aumentou com a privação de hospedeiros no início da vida das fêmeas. Para os autores, este fenômeno sugere que a produção de machos é aumentada em fêmeas mais velhas.

4.1.2. Influência da densidade e idade de pupas no parasitismo

Através da análise de variância, verificou-se que não houve interação entre a densidade e a idade do hospedeiro, no que se refere a porcentagem de parasitismo e de emergência dos descendentes. O parasitismo foi afetado apenas pela densidade, enquanto a emergência dos descendentes foi influenciada pela densidade e pela idade do hospedeiro.

A variação na densidade afetou a capacidade reprodutiva do parasitóide. Assim, um decréscimo no parasitismo e na porcentagem de emergência da progênie ocorreu nas maiores densidades do hospedeiro (Tabelas 2 e 3). Isso também ocorreu com outras espécies de parasitóides de dípteros sinantrópicos (Coats, 1976; Morgan et al., 1976; Morgan et al., 1979; Morgan et al., 1989; Mann et al., 1990; Morgan et al., 1991). Provavelmente, esse comportamento do parasitóide se deva às suas características de capacidade de procura e pouca distinção de pupas parasitadas das não parasitadas.

Como já citado, o parasitismo não sofreu alteração significativa com as diferentes idades do hospedeiro utilizado. Contudo, a porcentagem de emergência de descendentes foi aumentando com a idade das pupas (Tabelas 2 e 4), demonstrando que pupas mais novas, apesar de serem parasitadas tão bem quanto as mais velhas, foram menos favoráveis ao desenvolvimento dos imaturos de *M. uniraptor*, talvez por serem menos adequadas em termos nutricionais.

Isto pôde ser verificado, por exemplo, na relação 1:1 pois, mesmo com o parasitismo chegando a 100% em todas as idades, ocorreu apenas 62% de emergência de descendentes em pupas com um dia e 68% em pupas com dois dias, contra 90% em pupas com três dias (Tabela 2).

Tabela 2. Médias⁽¹⁾ de parâmetros da capacidade reprodutiva de fêmeas de *M. uniraptor* em pupas de *M. domestica* com diferentes idades e em diferentes densidades. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h.

Parasitóide: hospedeiro	Idade das pupas (dias)	Parasitismo (%)	Nº de pupas parasitadas		Emergência da progênie (%)	Nº de parasitóides emergidos	
			Total	Por fêmea		Total	Por fêmea
1:1	1	100,00	50,00	1,00	62,00	31	0,62
	2	100,00	50,00	1,00	68,00	34	0,68
	3	100,00	50,00	1,00	90,00	45	0,90
1:2	1	97,00	97,00	1,94	56,00	56	1,12
	2	98,00	98,00	1,96	67,00	67	1,34
	3	100,00	100,00	2,00	81,00	81	1,62
1:3	1	96,00	144,00	2,88	67,33	101	2,02
	2	98,00	147,00	2,94	78,00	117	2,34
	3	100,00	150,00	3,00	86,00	129	2,58
1:5	1	88,00	220,00	4,40	59,20	148	2,96
	2	93,60	234,00	4,68	70,80	177	3,54
	3	93,20	233,00	4,66	77,20	193	3,86
1:10	1	69,80	349,00	6,98	46,60	233	4,66
	2	73,40	367,00	7,34	59,00	295	5,90
	3	70,20	351,00	7,02	56,80	284	5,68
1:15	1	46,10	345,75	6,92	21,70	163	3,26
	2	57,60	432,00	5,64	40,40	303	6,06
	3	59,70	447,75	8,96	47,30	355	7,10

⁽¹⁾Médias de cinco repetições, com dez parasitóides em cada relação

Tabela 3. Capacidade reprodutiva do parasitóide *M. uniraptor* em pupas de *M. domestica* em diferentes densidades do hospedeiro. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h.

Relação parasitóide:hospedeiro	Parasitismo (%) ⁽¹⁾⁽²⁾ (média \pm erro padrão)	Emergência de parasitóides (%) ⁽¹⁾⁽²⁾ (média \pm erro padrão)
1:1	100,00 \pm 0,00a	73,33 \pm 3,61a
1:2	98,33 \pm 1,16a	68,00 \pm 5,43a
1:3	97,80 \pm 0,82a	77,11 \pm 2,93a
1:5	91,87 \pm 1,55a	69,07 \pm 2,85a
1:10	71,13 \pm 2,44 b	54,13 \pm 2,40 b
1:15	54,27 \pm 3,67 c	36,49 \pm 4,44 c

⁽¹⁾Média de quinze repetições, sendo cinco de cada idade das pupas (um, dois e três dias)

⁽²⁾Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Estes resultados diferem dos encontrados por Morgan et al. (1976, 1979, 1989), os quais verificaram, para *S. endius*, *M. raptor* e *S. cameroni*, respectivamente, que pupas com um dia de idade foram mais parasitadas que as com dois e três dias. Já Coats (1976) relatou que, para *M. zaraptor*, pupas com um dia produziram menor número de parasitóides e os mesmos apresentaram maior tamanho que os produzidos em pupas mais velhas. Morgan et al. (1991) obtiveram parasitismo semelhante em pupas de mosca-doméstica com um, dois e três dias de idade, com o parasitóide *S. gemina*.

Tabela 4. Capacidade reprodutiva do parasitóide *M. uniraptor* em pupas de *M. domestica* com um, dois e três dias de idade. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h.

Idade das pupas (dias)	Parasitismo (%) ⁽¹⁾⁽²⁾ (média \pm erro padrão)	Emergência de parasitóides (%) ⁽¹⁾⁽²⁾ (média \pm erro padrão)
3	87,13 \pm 3,42a	73,06 \pm 3,23a
2	86,73 \pm 3,03a	63,87 \pm 3,09 b
1	82,83 \pm 3,83a	52,14 \pm 3,48 c

⁽¹⁾Média de trinta repetições, sendo cinco de cada relação parasitóide:hospedeiro (1:1, 1:2, 1:3, 1:5, 1:10 e 1:15)

⁽²⁾Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Em geral, o número médio de pupas parasitadas/fêmea e de fêmeas emergidas/fêmea de *M. uniraptor* foi aumentando com o incremento no número de hospedeiros oferecidos (Tabela 2, Fig. 1). Contudo, em termos de produção do parasitóide, a relação 1:5 pareceu ser a mais viável, pois atingiu um parasitismo superior a 90%, sendo estatisticamente igual as relações 1:1, 1:2 e 1:3 (Tabela 3), além de produzir poucas moscas adultas no processo. Além disso, ocorreu uma porcentagem de emergência de descendentes de 69,07%, quando considerou-se a média das três idades, o que não diferiu dos maiores valores obtidos (Tabela 3). Deve-se dar preferência para pupas com três dias de idade, pois isso se reflete em uma maior porcentagem de emergência de descendentes (Tabela 4).

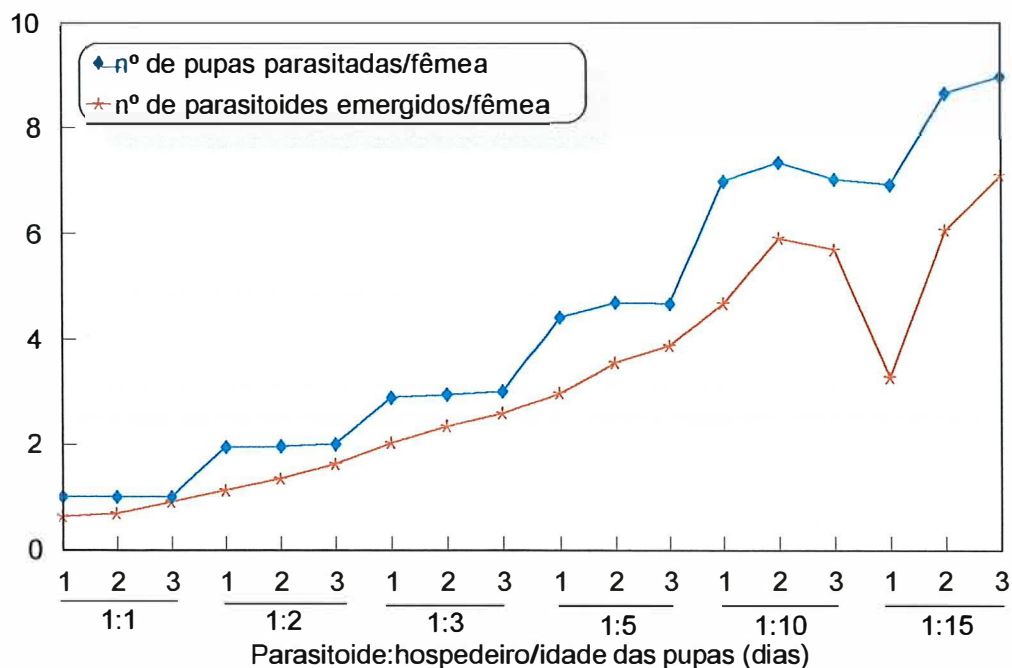


Figura 1. Número de pupas parasitadas e parasitoides emergidos por fêmea de *M. uniraptor* em função da densidade e da idade das pupas de *M. domestica*. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

4.1.3. Influência da refrigeração de pupas no parasitismo

O armazenamento de pupas de mosca-doméstica com três dias de idade, em temperaturas variando de 7 a 10°C por até cinco dias, não afetou a capacidade reprodutiva do parasitóide. As pupas com dois dias de idade não armazenadas, foram parasitadas na mesma intensidade que as com três dias de idade. Contudo, quando o armazenamento foi por um e dois dias, principalmente dois, os resultados foram inferiores, em relação, principalmente, às pupas com três dias armazenadas por cinco dias. Pupas com dois dias de

idade, armazenadas em geladeira por três, quatro ou cinco dias foram tão adequadas para a reprodução de *M. uniraptor* quanto as pupas com três dias de idade (Tabela 5).

Tabela 5. Capacidade reprodutiva (média \pm erro padrão) de fêmeas de *M. uniraptor* em pupas de diferentes idades de *M. domestica*, armazenadas em baixas temperaturas (7 a 10°C) por um a cinco dias. Temperatura de 25 \pm 1°C, umidade relativa de 70 \pm 10% e fotofase de 14 h.

Idade das pupas/ tempo de armazenamento (dias)	Mortalidade corrigida (%) ⁽¹⁾	Nº de pupas mortas ⁽¹⁾	Emergência de parasitóides (%) ⁽¹⁾	Nº de parasitóides emergidos ⁽¹⁾
2/0 ⁽²⁾	79,33 \pm 5,57ab	11,90 \pm 0,84ab	66,67 \pm 7,17ab	10,00 \pm 1,07ab
2/1	64,67 \pm 7,10 b	9,70 \pm 1,07 b	56,67 \pm 7,32ab	8,50 \pm 1,10ab
2/2	64,00 \pm 5,64 b	9,60 \pm 0,85 b	52,67 \pm 6,16 b	7,90 \pm 0,92 b
2/3	73,33 \pm 5,88ab	11,00 \pm 0,88ab	64,67 \pm 4,45ab	9,70 \pm 0,67ab
2/4	74,00 \pm 4,60ab	11,10 \pm 0,69ab	62,27 \pm 4,24ab	9,40 \pm 0,64ab
2/5	80,00 \pm 6,74ab	12,00 \pm 1,01ab	74,00 \pm 6,63ab	11,10 \pm 0,99ab
3/0 ⁽²⁾	86,67 \pm 4,66ab	13,00 \pm 0,70ab	80,00 \pm 4,10a	12,00 \pm 0,61a
3/1	71,53 \pm 3,94ab	10,52 \pm 0,56ab	63,33 \pm 4,47ab	9,50 \pm 0,67ab
3/2	78,91 \pm 4,24ab	11,84 \pm 0,64ab	68,00 \pm 5,78ab	10,20 \pm 0,87ab
3/3	86,67 \pm 5,96ab	13,00 \pm 0,89ab	79,33 \pm 6,08a	11,90 \pm 0,91a
3/4	87,50 \pm 2,27ab	13,13 \pm 0,34ab	78,00 \pm 2,45ab	11,80 \pm 0,36a
3/5	92,67 \pm 3,91a	13,90 \pm 0,59a	78,67 \pm 4,07a	11,80 \pm 0,61a

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

⁽²⁾Pupas que não foram armazenadas em geladeira

Esses resultados concordam com as observações de Legner (1969), de que a refrigeração mantém os hospedeiros em um estado adequado para o desenvolvimento dos parasitóides e que, em espécies ectófagas solitárias, como é o caso de *M. uniraptor*, somente uma fração do alimento disponível é utilizada.

É interessante notar que houve uma tendência da capacidade reprodutiva decrescer em pupas armazenadas por um a dois dias, em relação às não armazenadas em geladeira. No entanto, a partir do terceiro dia na geladeira, as pupas de mosca-doméstica foram parasitadas na mesma intensidade que nas testemunhas (Tabela 5).

Legner (1979a) verificou que temperaturas superiores a 10°C e mais de 21 dias de refrigeração concorreram para uma quitinização pupal e um desenvolvimento do hospedeiro de modo a torná-lo inadequado ao parasitismo. Assim sendo, para esse autor, a refrigeração de pupas de mosca-doméstica por 21 dias a 10°C não afetou a biomassa dos descendentes e nem a capacidade de destruição hospedeira de *M. raptor*, *M. zaraptor* e *S. endius*, apesar dos parasitóides preferirem pupas não refrigeradas com idade de 24-30 horas.

Visando otimizar a produção de parasitóides em laboratório, onde o fornecimento de hospedeiros deve ser contínuo, estes resultados demonstraram que as pupas de mosca-doméstica, principalmente as com três dias de idade, podem ser armazenadas em geladeira (7 a 10°C) por até cinco dias, para posterior uso na criação do parasitóide, principalmente nos dias em que a produção do hospedeiro for insuficiente.

4.1.4. Ciclo biológico, exigências térmicas e parasitismo

A temperatura influenciou o desenvolvimento de *M. uniraptor*. A duração média do período de ovo a adulto decresceu com o aumento da temperatura, no intervalo de 18 a 30°C, mas, a 32°C, o efeito foi contrário, pois o valor da duração do ciclo aumentou, sendo estatisticamente igual ao ocorrido na temperatura de 28°C (Tabela 6). Geden (1997) também verificou que o tempo de desenvolvimento aumentou quando a temperatura passou de 30 para 32,5°C, para *S. gemina* e *S. cameroni* e de 32,5 para 35°C, para *M. raptor*. Talvez essa mudança na tendência de diminuição do ciclo esteja relacionada ao afastamento da zona ótima de desenvolvimento para a espécie, interferindo na sua biologia.

O parasitóide *M. zaraptor*, completou seu ciclo, a 18°C, em 43 dias (Ables et al., 1976), cinco dias a menos que o observado para *M. uniraptor*. Já, para *S. endius* e fêmeas de *S. gemina*, nessa mesma temperatura, o período de ovo a adulto foi de 66 (Ables et al., 1976) e 70,44 dias (Costa, 1995), respectivamente. Na temperatura de 15°C, não houve emergência de *S. gemina* ou *S. cameroni*; enquanto *M. raptor* foi pouco afetado pela exposição contínua à essa temperatura (Geden, 1997). Esses resultados vêm demonstrar as diferenças existentes na duração do ciclo biológico entre as espécies de parasitóides de dípteros sinantrópicos.

A tendência para *M. zaraptor*, *S. endius* e *S. gemina* foi de diminuir o ciclo nas temperaturas mais elevadas. Desse modo, a 32°C, *M. zaraptor* levou apenas 15 dias para completar o ciclo (Ables et al., 1976), contra 18,29 dias para *M. uniraptor* (Tabela 6). Para *S. endius* esse valor ficou em 18 dias (Ables et al., 1976) e em 20,4 dias para fêmeas de *S. gemina* (Costa, 1995). Geden (1997) verificou que fêmeas de *S. gemina*, *S. cameroni* e *M. raptor* completaram o ciclo, a 32,5°C, em 21,1, 19,4 e 13,8 dias, respectivamente. Contudo, segundo o autor, a exposição contínua a 35°C foi

letal para os imaturos de *S. gemina* e matou a maioria dos mesmos em *S. cameroni* e *M. raptor*.

O período de ovo a adulto (25°C) para *M. uniraptor* foi, em média, de 21,68 dias (Tabela 6). Este valor, nesta mesma temperatura, para fêmeas de outros parasitóides que se desenvolvem em pupas de mosca-doméstica foi, em média, de 20 (Morgan et al., 1979) e 19,5 dias (Geden, 1997) para *M. raptor*, 22 dias para *S. gemina* (Morgan et al., 1991), 25,4 (Costa, 1995) e 27,8 dias (Geden, 1997) para *S. gemina* e 30 (Morgan et al., 1989) e 27,1 dias para *S. cameroni* (Geden, 1997).

Tabela 6. Duração (média \pm erro padrão), em sete temperaturas, do período de ovo a adulto de fêmeas de *M. uniraptor* em pupas de *M. domestica*. Umidade relativa de 70 \pm 10% e fotofase de 14 horas.

Temperatura (°C)	Duração (dias) ⁽¹⁾	Intervalo de emergência (dias)	número de observações
18	48,00 \pm 0,37a	46 - 53	22
20	36,54 \pm 0,12 b	35 - 39	69
22	28,65 \pm 0,17 c	27 - 35	72
25	21,68 \pm 0,10 d	19 - 27	116
28	18,33 \pm 0,10 e	17 - 24	127
30	17,02 \pm 0,09 f	15 - 21	120
32	18,29 \pm 0,13 e	16 - 22	89

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Em todas as temperaturas a emergência dos descendentes ocorreu dentro de um período de tempo chamado de intervalo de emergência de adultos (Tabela 6). Este intervalo, em geral, assume a forma aproximada de uma hipérbole com uma abcissa várias vezes mais longa que o período de oviposição, quando este é limitado a 24 h (Legner, 1969). Não houve uma tendência marcante do intervalo de emergência diminuir conforme se aumentava a temperatura (Tabela 6, Fig. 2). Costa (1995), entretanto, verificou que à medida em que a temperatura aumentava o intervalo de emergência de *S. gemina* diminuía.

Hipóteses para explicar a existência de um intervalo de emergência de adultos, geralmente com os machos precedendo as fêmeas em pelo menos um dia, variam desde o desenvolvimento embrionário, larval ou pupal diferenciado, emergência retardada, superparasitismo, diapausa e até a combinação destas variáveis (Legner, 1969). O autor verificou que, para *M. raptor*, a causa foi o desenvolvimento diferenciado das fases imaturas, enquanto que em *S. cameroni*, o intervalo ocorreu pela tendência diferenciada dos adultos formados em sair do hospedeiro.

O intervalo de emergência para *M. uniraptor*, a 25°C, foi de 19 a 27 dias (Tabela 6, Fig. 2), enquanto que Kogan & Legner (1970) relataram um intervalo menor, de 17 a 22 dias, só que a temperatura na qual os estudos foram realizados por estes autores, foi de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, a umidade em 50% e fotofase de 13 h.

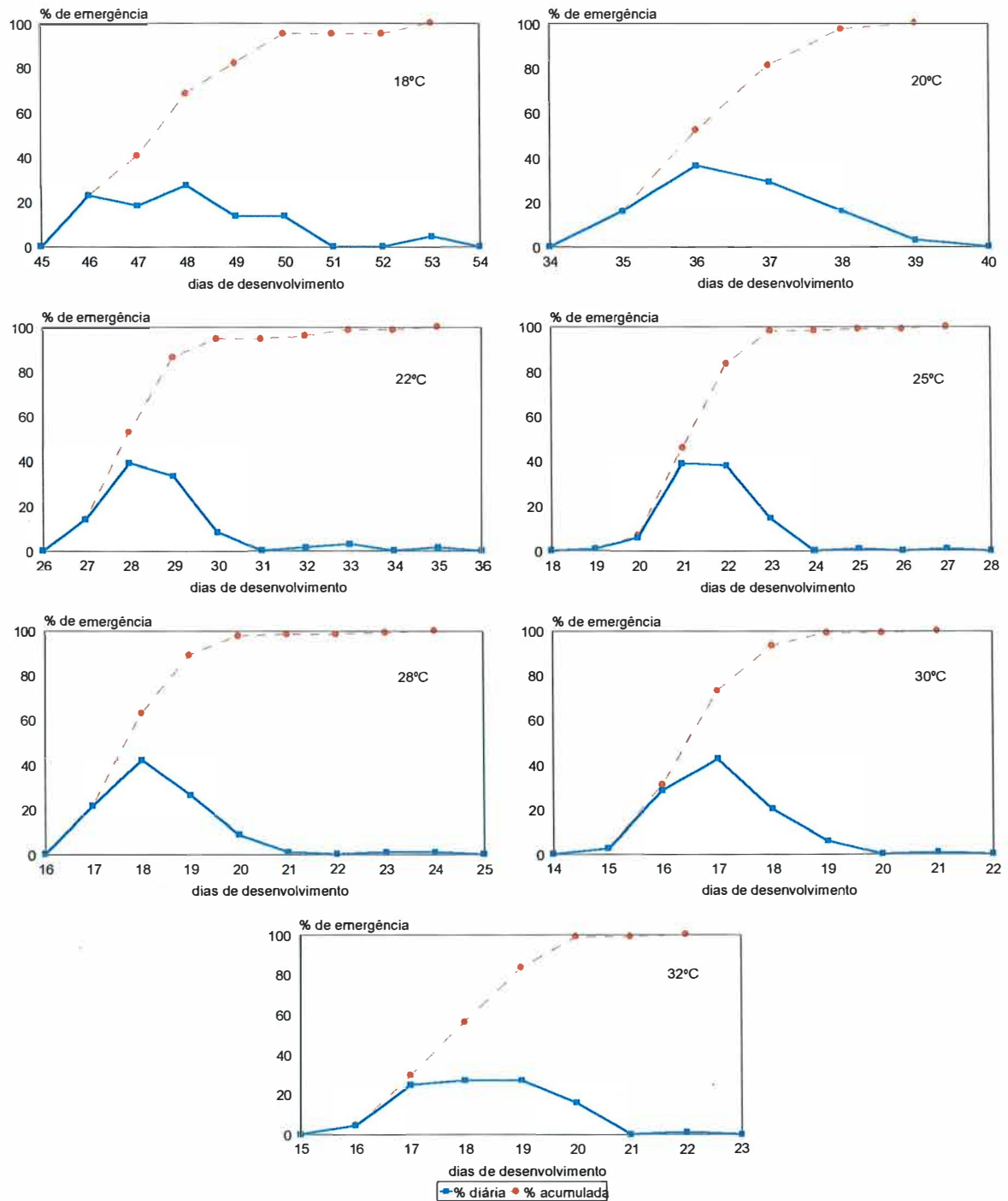


Figura 2. Intervalo de emergência de fêmeas de *M. uniraptor* em pupas de *M. domestica*, em função da temperatura. Umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h.

De acordo com o teste χ^2 , não significativo em nível de 5% de probabilidade, verificou-se que os valores observados da duração do ciclo não diferiram daqueles estimados pela equação, com coeficiente de determinação de 93,06%, sendo então encontrado para temperatura base o valor de 9,43°C, com constante térmica de 366,62 GD (Tabela 7). Com os valores estimados construiu-se também um gráfico da duração do ciclo e da velocidade de desenvolvimento em função da temperatura (Fig. 3).

Costa et al. (1996) determinaram um valor de temperatura base para *M. uniraptor* de 5,4°C, com 383,6 GD para a constante térmica. Esses valores são um pouco diferentes dos encontrados neste trabalho. O fato destes autores utilizarem pupas de mosca-doméstica previamente parasitadas a 25°C por um período de 24 h, para então realizar os experimentos nas diferentes temperaturas, provavelmente influenciou nos resultados. Assim, por exemplo, quando a pupa é parasitada diretamente a 18°C, provavelmente o ciclo de ovo a adulto será maior do que se o parasitismo ocorrer a 25°C e depois as pupas serem acondicionadas a 18°C. A 32°C, provavelmente o efeito seja contrário.

Tabela 7. Temperatura base e constante térmica para o período de ovo a adulto de fêmeas de *M. uniraptor*.

Parâmetros	Fêmeas
Temperatura base	9,43°C
Constante térmica	366,62 GD ⁽¹⁾
Equação	$1/D^{(2)} = -0,025730 + 0,002728 X^{(3)}$
R ²	93,06%
χ^2	1,2839 ns

⁽¹⁾GD= graus-dia; ⁽²⁾1/D= velocidade de desenvolvimento; ⁽³⁾X=temperatura (°C)

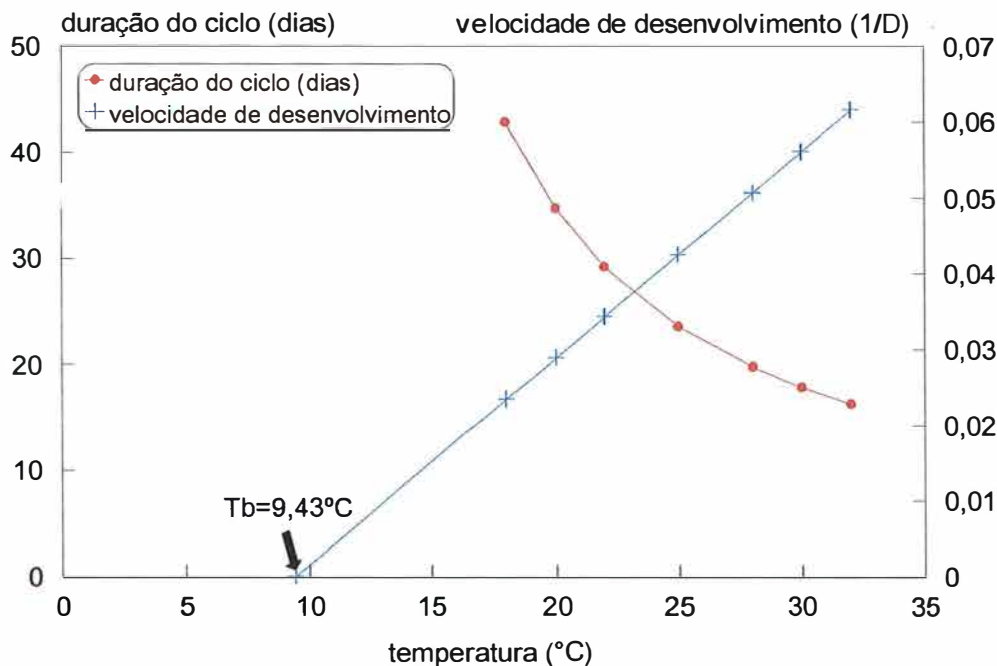


Figura 3. Duração do ciclo (ovo a adulto) e velocidade de desenvolvimento de *M. uniraptor*, em pupas de *M. domestica*, em função da temperatura. Umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. $T_b=$ temperatura base

A capacidade reprodutiva de *M. uniraptor* em pupas de mosca-doméstica foi influenciada pela temperatura. Os valores de porcentagem de parasitismo e de emergência de descendentes foram aumentando juntamente com a temperatura, até atingirem o máximo a 28°C , quando começaram a cair, (Fig. 4).

Geden (1996) verificou que o desempenho reprodutivo de *S. gemina*, *S. cameroni* e *M. raptor* aumentou com a elevação da temperatura, dentro da faixa de 15 a 30°C , decrescendo à 35°C . Além disso, essas espécies de parasitóides destruíram mais pupas e produziram mais descendentes a 30°C

do que a 15, 20, 25 ou 35°C. *M. raptor* produziu mais descendentes que os outros parasitóides.

Considerando-se os dois extremos de temperatura testados, a 18°C a capacidade reprodutiva de *M. uniraptor* foi mais afetada do que a 32°C (Fig. 4). No entanto, outros gêneros de parasitóides não conseguem se reproduzir nessas temperaturas mais baixas. Segundo Ables & Shepard (1976), *S. endius* não ovipositou a 12,8 e 18°C, por causa da redução na atividade locomotora das fêmeas. Contudo, *M. raptor* ovipositou nessas temperaturas, embora com redução no parasitismo. Esses resultados comprovam o que já tinha sido encontrado por Legner (1977), que as espécies de *Muscidifurax*, em temperaturas mais baixas, têm desempenho reprodutivo superior a espécies de outros gêneros, como *Spalangia* por exemplo.

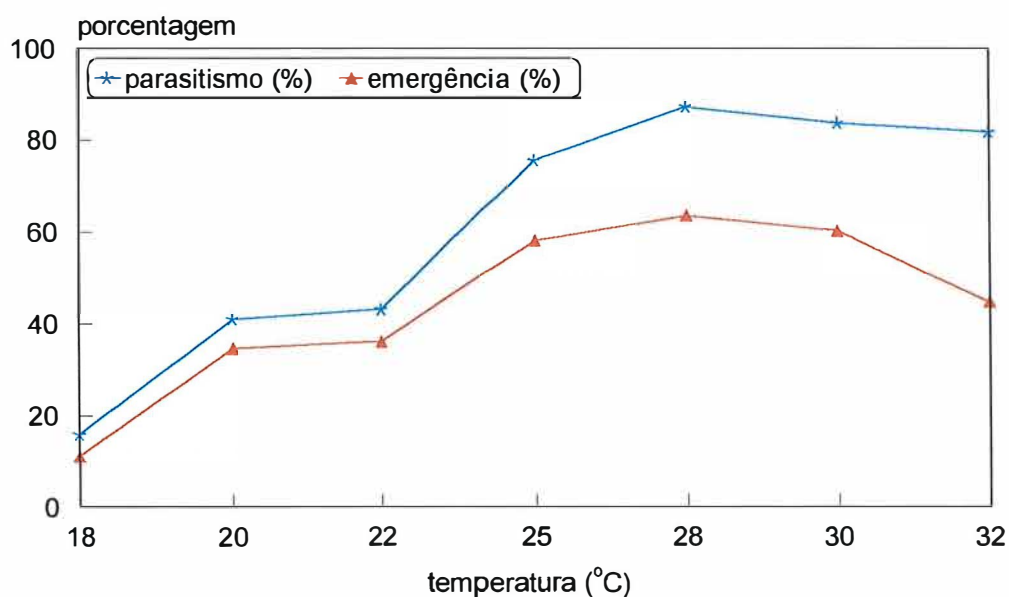


Figura 4. Porcentagem de parasitismo e de emergência de descendentes de *M. uniraptor* em pupas de *M. domestica* em sete temperaturas constantes. Umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

4.1.5. Tabela de vida e fertilidade

A porcentagem de mortalidade e, por extensão, de sobrevivência de imaturos, é de difícil determinação na prática, visto que por dissecação dos pupários fica difícil observar indícios de mortalidade, principalmente nas fases de ovo e de larva jovem. Contudo, o resultado obtido, 97,2% de sobrevivência de imaturos, foi semelhante aos obtidos por Morgan et al. (1989) para *S. cameroni* (97,6%), Morgan et al. (1991) para *S. gemina* (96,5%) e Costa (1995) também para *S. gemina* (97,10%).

No entanto, Coats (1976) determinou um valor inferior, 83,7%, para *M. zaraptor*. Esse autor citou também que, como as fases imaturas do parasitóide estavam protegidas dentro do pupário, na natureza a mortalidade deveria ser maior, devido a dessecação, predação e superparasitismo.

Os ovos de *M. uniraptor* foram colocados já no primeiro dia da emergência dos adultos, não havendo período de pré-oviposição, sendo que no segundo dia ocorreu o máximo de produção de descendentes, 13,63 parasitóides/fêmea (Tabela 8, Fig. 5).

Até o quinto dia de vida do parasitóide, mais de 50% dos descendentes já haviam sido produzidos. As fêmeas parentais foram fecundas durante quase todo o seu período de vida, porém, o número de descendentes foi diminuindo gradativamente com o tempo (Tabela 8, Fig. 5).

O número médio de parasitóides produzidos por fêmea após 24 h foi de 11,7 (Tabela 8). Entretanto, na Tabela 2, na mesma densidade deste experimento (1:15), quando utilizou-se fêmeas agrupadas, esse valor ficou entre 6,06 e 7,10, com pupas de dois e três dias de idade, respectivamente. Provavelmente, esse fenômeno seja reflexo de uma reduzida capacidade das fêmeas em distinguir pupas parasitadas das não parasitadas.

Tabela 8. Tabela de vida e fertilidade de fêmeas de *M. uniraptor* em pupas de *M. domestica*. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

$x^{(1)}$	$l_x^{(2)}$	$m_x^{(3)}$	$l_x m_x^{(4)}$
0,5	1,000	-	fases
:	:	:	imaturas
21,5	0,972	12,037	11,700
22,5	0,972	14,026	13,633
23,5	0,972	11,831	11,500
24,5	0,972	13,889	13,500
25,5	0,972	13,683	13,300
26,5	0,907	14,146	12,833
27,5	0,907	11,905	10,800
28,5	0,875	9,297	8,133
29,5	0,875	6,554	5,733
30,5	0,745	5,189	3,867
31,5	0,745	5,010	3,733
32,5	0,616	4,061	2,500
33,5	0,616	2,816	1,733
34,5	0,486	3,086	1,500
35,5	0,421	3,482	1,467
36,5	0,356	3,741	1,333
37,5	0,227	2,058	0,467
38,5	0,194	2,229	0,433
39,5	0,194	2,229	0,433
40,5	0,130	0,000	0,000
41,5	0,097	0,000	0,000
42,5	0,097	0,343	0,033
43,5	0,065	1,543	0,100
44,5	0,032	4,115	0,133
45,5	0,032	0,000	0,000
46,5	0,032	0,000	0,000
		147,270	118,864

⁽¹⁾ x = ponto médio de cada idade, em dias

⁽²⁾ l_x = expectativa de vida até a idade x

⁽³⁾ m_x = fertilidade específica

⁽⁴⁾ $l_x m_x$ = número de fêmeas nascidas na idade x

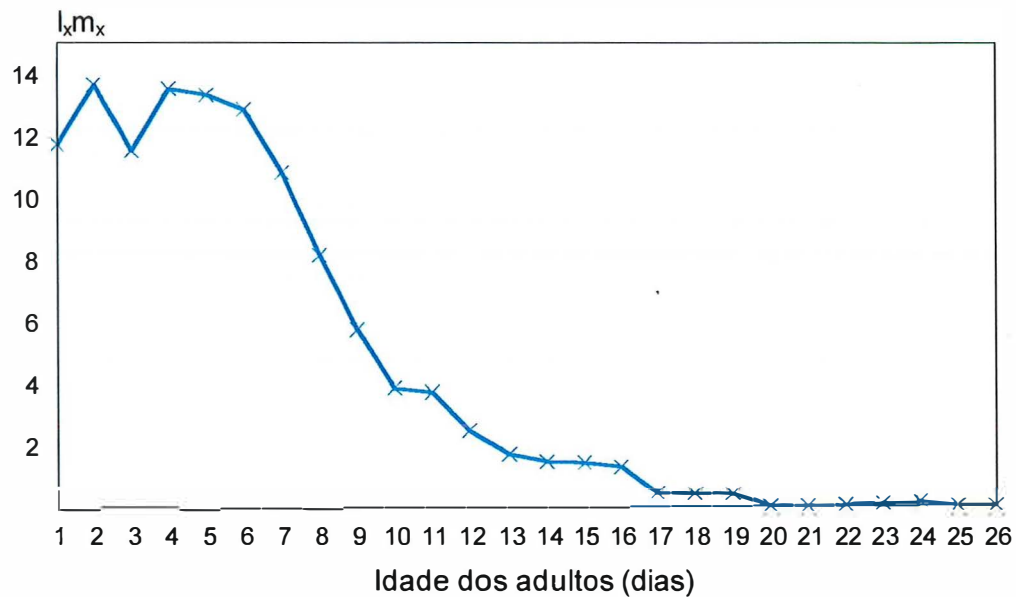


Figura 5. Número de descendentes fêmeas ($l_x m_x$) produzidos por dia a partir de uma tabela de vida com 30 fêmeas de *M. uniraptor* em pupas de *M. domestica*. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

A curva de sobrevivência seguiu a distribuição de Weibull (Sgrillo, 1982), com χ^2 de 1,02 (n.s.), sendo a longevidade média estimada em 13,17 dias. Todas as fêmeas estavam mortas após 25 dias (Fig. 6). Com relação a outros pteromalídeos por exemplo, *M. zaraptor* teve 50% de mortalidade aos 19 dias (Coats, 1976) e para *S. endius* essa porcentagem foi atingida aos 4,5 dias com todas as fêmeas mortas após o nono dia (Morgan et al., 1976). No caso de *S. gemina* a mortalidade de 50% foi atingida aos 17,3 dias e todas as fêmeas estavam mortas após 20 dias (Morgan et al., 1991).

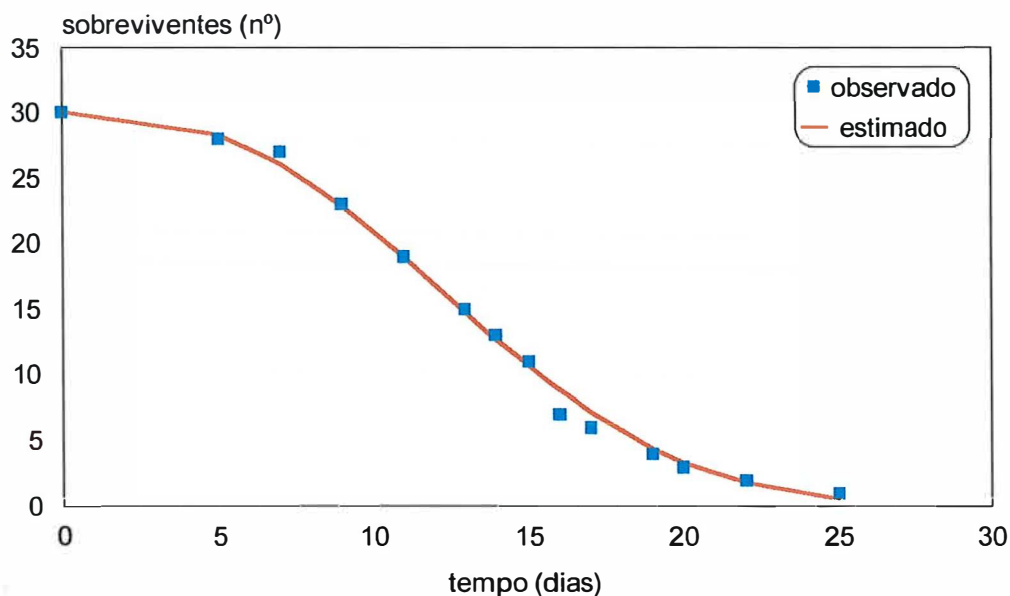


Figura 6. Curvas de sobrevivência, observada e estimada (Weibull), de fêmeas de *M. uniraptor*, em pupas de *M. domestica*. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Longevidade média= 13,17 dias, parâmetro de forma (a)= 2,62 e parâmetro de escala (b)= 14,82.

Dentro das condições experimentais do trabalho, o número de vezes que a população de *M. uniraptor* multiplica-se por geração, R_0 , é 118,86. Assim, de cada fêmea são geradas 118,86 novas fêmeas (Tabela 9). Para *M. zaraptor*, esse valor foi 163 (Coats, 1976), para *M. raptor* foi 55 (Morgan et al., 1979), para *S. cameroni* foi 13 (Morgan et al., 1989) e para *S. gemina* o R_0 foi 40 (Morgan et al., 1991) e 64,14 (Costa, 1995).

Tabela 9. Parâmetros de crescimento populacional de *M. uniraptor* em pupas de *M. domestica*, calculados a partir de 30 fêmeas e estimados pelo método "jackknife". Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h.

$R_o^{(1)}$	$r_m^{(2)}$	$\lambda^{(3)}$	MGT (T) ⁽⁴⁾	DT ⁽⁵⁾
$118,86 \pm 12,72$	$0,22 \pm 0,003$	$1,24 \pm 0,004$	$21,93 \pm 0,54$	$3,18 \pm 0,05$

⁽¹⁾ R_o = taxa líquida de reprodução

⁽²⁾ r_m = capacidade inata de aumentar em número

⁽³⁾ λ = razão finita de aumento

⁽⁴⁾MGT (T) = tempo médio de geração

⁽⁵⁾DT = tempo de duplicação da população

Segundo Birch (1948), o parâmetro r é a taxa de aumento por indivíduo sob condições físicas específicas, em um ambiente onde os efeitos do aumento da densidade populacional não necessitam ser considerados. Já o $r_{\text{máx}}$ é o valor de r na faixa de condições físicas onde a fecundidade e a sobrevivência são máximas (zona ótima de desenvolvimento). Assim, quanto maior o valor de $r_{\text{máx}}$ mais bem sucedida será a espécie, em um determinado ambiente.

Para Coats (1976) r_m ou r_{max} é a estatística mais importante obtida de uma tabela de vida, pois permite a comparação do potencial de crescimento das espécies, além de facilitar a avaliação do papel de um parasitóide em uma comunidade ou verificar se ele será bem sucedido como um agente de controle biológico.

Desse modo, o valor encontrado para o r_m de *M. uniraptor* foi 0,22 (Tabela 9). Já Coats (1976) encontrou para *M. zaraptor* um r_m de 0,195, em condições ambientais um pouco diferentes, com umidade relativa em torno de 50%, temperatura de 28°C quando em 14 h de fotofase e 24°C quando em 10 h de escotofase. Costa (1995), trabalhando a 25°C, 70% de umidade relativa e 14 h de fotofase, determinou para *S. gemina*, um r_m de 0,0955, valor bem mais baixo que os anteriores.

Legner (1988b) encontrou valores de r_m variando de 0,1235 a 0,1677, para quatro raças de *M. uniraptor* de Porto Rico, que diferiam entre si, principalmente pelo fato das fêmeas estarem ou não saindo de diapausa. As fêmeas saídas da diapausa apresentaram menores valores de r_m .

A razão finita de aumento (λ), que é o número de vezes em que a população multiplica em uma unidade de tempo (Birch, 1948), é um dos parâmetros mais importantes extraídos de uma tabela de vida, servindo também como valor de comparação com outros trabalhos. Assim, para *M. uniraptor*, o valor de λ foi 1,24, em média (Tabela 9). Costa (1995) encontrou, para *S. gemina*, nas mesmas condições, um valor mais baixo, 1,1002, mostrando que este último parasitóide possui um potencial de crescimento menor.

O tempo médio entre gerações (MGT) de *M. uniraptor* foi de 21,93 dias, e o tempo de duplicação da população (DT) foi de 3,18 dias (Tabela 9). O intervalo entre gerações de *M. zaraptor* foi de 26 dias (Coats, 1976) e para *S. gemina* foi de 43,57 dias (Costa, 1995).

4.1.6. Caracterização das fases imaturas e desenvolvimento pós-embrionário

Através da distribuição de freqüências das medidas de cápsula cefálica das fases larvais de *M. uniraptor*, foi possível determinar como sendo quatro o número de ínstaes (Fig. 7, Tabela 10), com coeficiente de determinação de 100% e constante de Dyar (K) valendo 1,47.

Gerling & Legner (1968) registraram a existência de três ínstaes larvais para *S. cameroni*, com base em características morfológicas como formato de mandíbulas, presença de tubérculos e aspectos gerais.

Kogan & Legner (1970) encontraram apenas três ínstaes para *M. uniraptor*, assim como para todas as espécies de *Muscidifurax*, baseados no formato e no tamanho das mandíbulas. Coats (1976) entretanto, verificou a existência de quatro ínstaes para *M. zaraptor*, através de medidas da largura de cápsula cefálica.

Thomazini et al. (1997) observaram, em *S. gemina*, a existência de três ínstaes larvais, através de medidas do comprimento e largura do corpo das larvas, além da verificação da existência de heteromorfose, ou seja, cada ínstar diferindo morfológicamente do outro, com a presença de tubérculos no terceiro ínstar, como citado por Gerling & Legner (1968) para *S. cameroni*.

Os ovos de *M. uniraptor* são de coloração clara e opaca, tipicamente himenopteriformes, alongados, mais ou menos elípticos, afilados nas extremidades, com esculpturações em forma de tubérculos distribuídas por toda a superfície, exceto em uma das extremidades (Figs. 8a e 8b). Esta descrição está de acordo com as de outros trabalhos com parasitóides pupais de mosca-doméstica (Gerling & Legner, 1968; Kogan & Legner, 1970; Coats, 1976) e com a descrição para ovos de pteromalídeos em geral (Hanson, 1995). As dimensões dos ovos de *M. uniraptor* foram, em média, de 0,36 x 0,13 mm

(Tabela 10), próximas daquelas encontradas por Kogan & Legner (1970), que foram um pouco menores (0,31 x 0,10 mm).

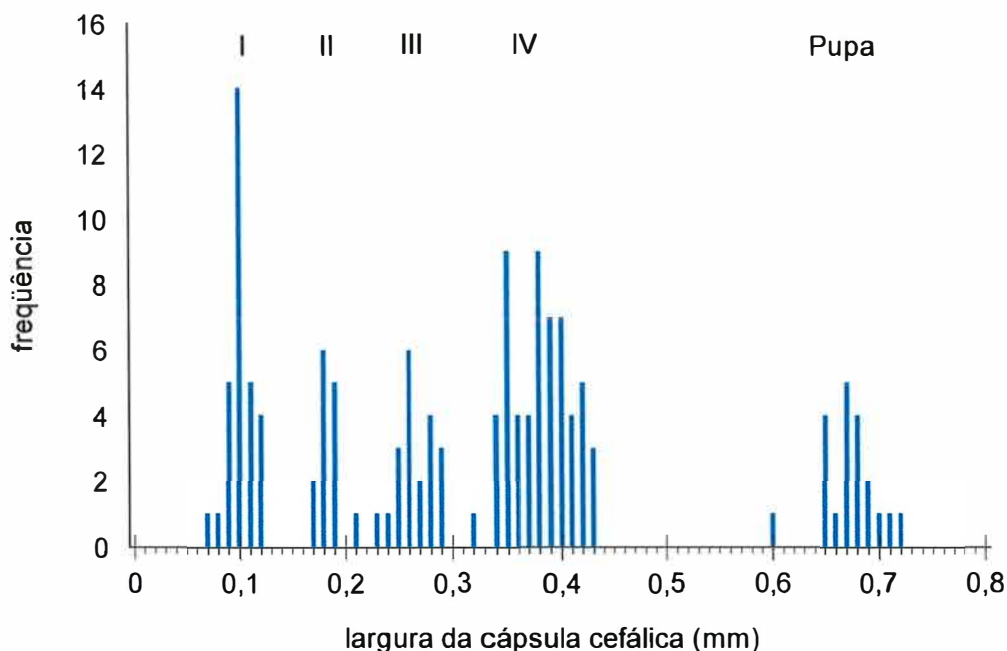


Figura 7. Distribuição de frequências de medidas da largura da cápsula cefálica dos ínstares larvais e da fase de pupa do parasitóide *M. uniraptor*.

A larva do primeiro instar é móvel, medindo 0,49 x 0,18 mm (Tabela 10). Sua cutícula é transparente e o conteúdo intestinal marrom-claro, conforme descrito também por Gerling & Legner (1968) para *S. cameroni*. Seu formato é himenopteriforme (Fig. 8c), característico da morfologia larval da maioria dos Apocrita, sem caracteres marcantes, com cápsula cefálica definida e sem pernas (Gauld & Hanson, 1995c; Hanson, 1995).

Tabela 10. Dimensões médias das diferentes fases de desenvolvimento de *M. uniraptor* em pupas de *M. domestica*. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h.

Fases	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Largura da cápsula cefálica (mm)
Ovo	0,36	0,13	-
Larva I	0,49	0,18	0,10
Larva II	0,81	0,37	0,18
Larva III	1,29	0,61	0,27
Larva IV	2,45	1,14	0,38
Pré-pupa	2,08	0,96	0,35
Pupa	2,45	0,92	0,67

As larvas do segundo, terceiro e quarto ínstares são semelhantes à do primeiro na forma geral (Figs. 8d a 8f) e nos movimentos diferindo, entretanto, no tamanho e no volume (Tabela 10 e Figs. 8d e 8f), além de apresentarem uma gradual perda de transparência, tornando-se mais opacas de um ínstar para outro. Essa semelhança morfológica entre as larvas dos diferentes ínstares também foi encontrada por Coats (1976) em *M. zaraptor*, já para *S. cameroni* (Gerling & Legner, 1968) e *S. gemina* (Thomazini et al., 1997), cada larva de um determinado ínstar diferiu morfológicamente da outra, ocorrendo, nas larvas do terceiro ínstar, a presença de tubérculos.

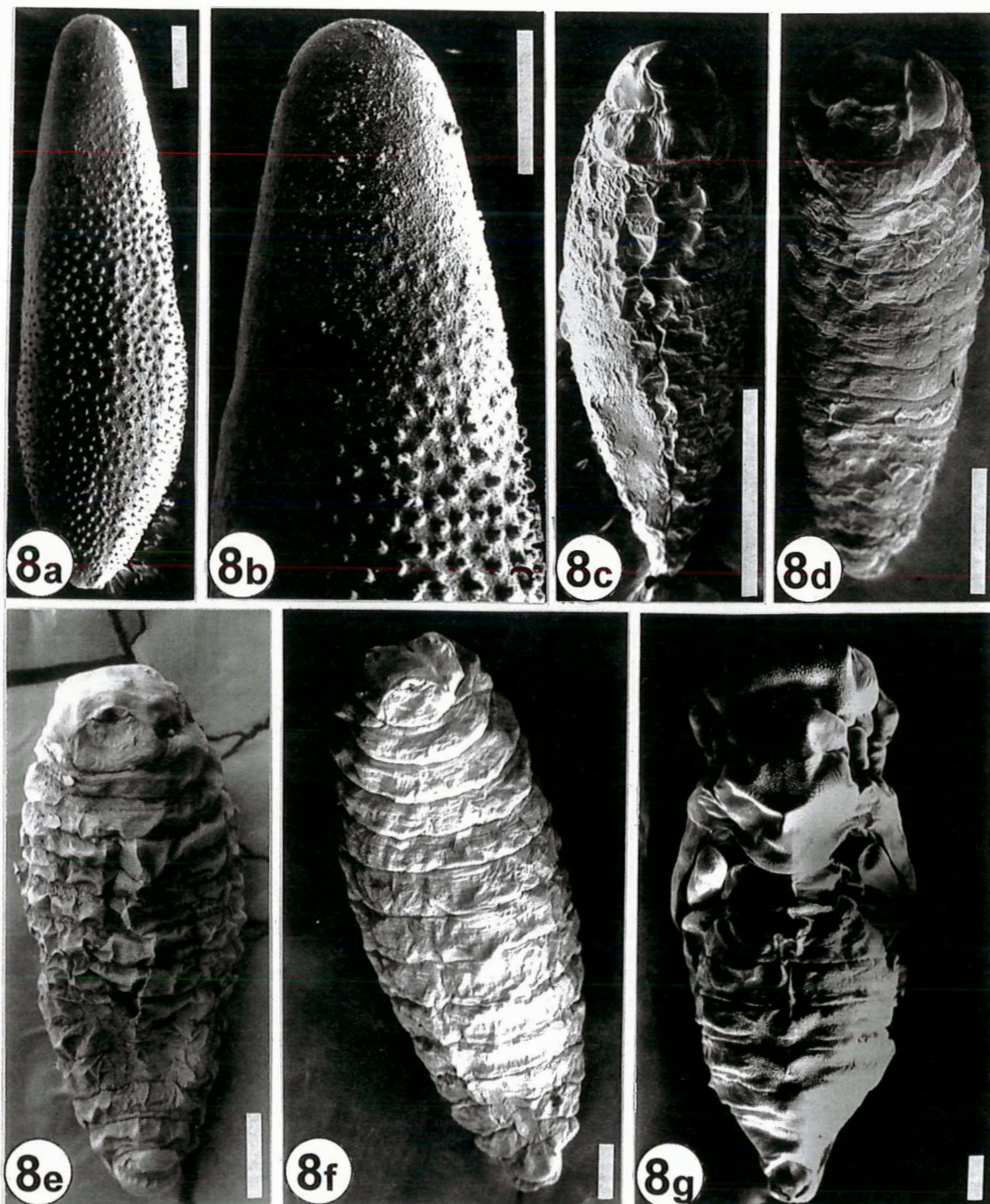


Figura 8. Eletromicrografias de varredura das fases imaturas de *M. uniraptor*. 8a e 8b da fase de ovo; 8c a 8f da fase larval - 1º ao 4º instar, respectivamente; e 8g da fase de pupa. As barras medem 20 μm para 8a e 8b e 0,1 mm para as demais.

A fase de pré-pupa, ao final do quarto ínstar, caracterizou-se pela coloração clara, não transparente, ausência de movimentos e pela eliminação do mecônio, ficando com o intestino limpo. A pré-pupa possui dimensões mais reduzidas que as das larvas do quarto ínstar (Tabela 10).

A pupa de *M. uniraptor* tem, praticamente, as mesmas dimensões da larva de quarto ínstar (Tabela 10 e Fig. 8g), sendo do tipo livre, com o coloração variando de branca e laranja nas pupas mais novas a escura nas pupas mais velhas, com a parte ventral do abdome com manchas claras.

Houve uma sobreposição de fases durante o desenvolvimento de ovo a adulto de *M. uniraptor*. Além disso, a amplitude de cada fase imatura foi pequena, principalmente no que se refere aos primeiros ínstares larvais. Assim, ao completar sete dias após a deposição do ovo, a larva já estava no quarto e último ínstar. Já a fase pupal foi a mais longa, com duração total de 15 dias (Fig. 9).

Com relação às pupas parasitadas do hospedeiro, com o passar do tempo, as mesmas começaram a escurecer, com redução de tamanho, perdendo a forma e tornando-se, como citado por Legner & Gerling (1968), um saco cheio de órgãos internos e hemolinfa. No final, a pupa do parasitóide já ocupava um pouco mais de um terço do volume do pupário da mosca.

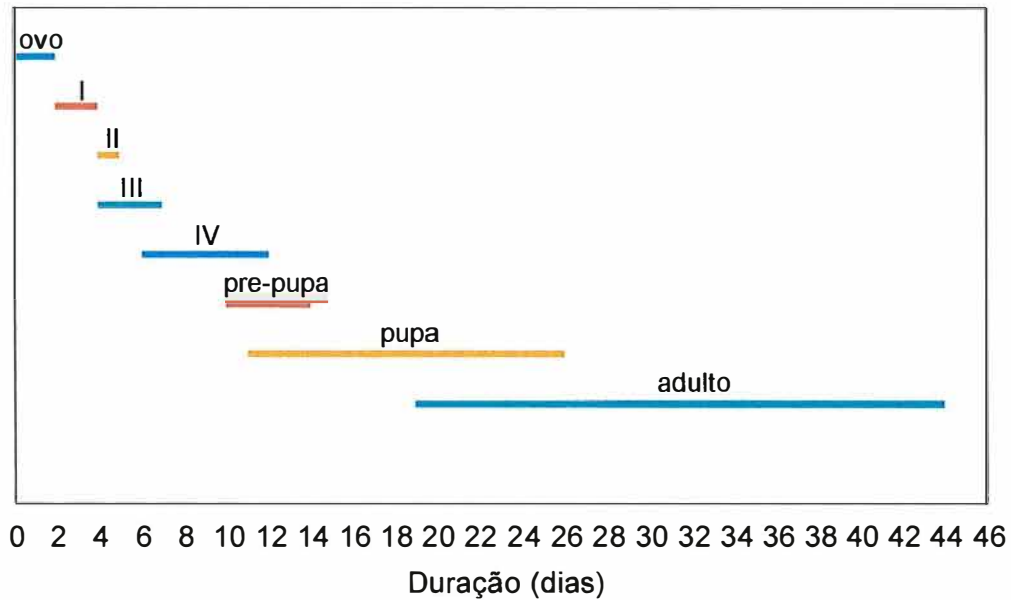


Figura 9. Tempo de desenvolvimento total das fases imaturas e longevidade do parasitóide *M. uniraptor* em pupas de *M. domestica*.

4.2. Considerações finais

De um modo geral, o estudo de alguns aspectos biológicos de *M. uniraptor* demonstrou que este parasitóide apresenta-se como um bom candidato para o controle biológico de mosca-doméstica em aviários. Logicamente outros estudos devem ser realizados ainda, em laboratório e a campo, como competição intraespecífica, habilidade de procura do hospedeiro, dispersão, número ideal de indivíduos a serem liberados, efeito da umidade,

preferência hospedeira e outros, antes de se considerar a possibilidade de criação massal e liberações.

M. uniraptor parasita pupas novas e velhas de mosca-doméstica, apesar das pupas com um dia de idade serem, menos favoráveis ao desenvolvimento dos imaturos do parasitóide. Entretanto, a resposta deste parasitóide ao aumento na densidade hospedeira é relativamente baixa, pois valores acima de 1:5 na relação parasitóide: hospedeiro diminuem significativamente o parasitismo e a produção de progênie.

O fato do parasitóide se desenvolver bem em pupas com três dias de idade e armazenadas por até cinco dias na geladeira, é de grande importância quando se pensa na otimização da produção desses agentes de controle biológico, principalmente em épocas de baixa disponibilidade de hospedeiro.

Com relação ao efeito da temperatura, *M. uniraptor* é um inimigo natural que completa seu ciclo de desenvolvimento mais rápido que a maioria dos outros parasitóides pupais de dípteros sinantrópicos. Além disso, consegue se reproduzir em temperaturas relativamente baixas (18°C), onde outros parasitóides são mais sensíveis, sendo útil em regiões de clima mais frio.

A ausência de período de pré-oviposição, aliada a uma boa sobrevivência e fertilidade, fazem de *M. uniraptor* um parasitóide com alto potencial de crescimento populacional, fato este constatado pelos valores obtidos nos parâmetros de crescimento populacional através de tabela de vida e fertilidade.

5. CONCLUSÕES

- A idade das fêmeas de *Muscidifurax uniraptor* afeta o seu desempenho reprodutivo;
- A variação na densidade e na idade de pupas de *Musca domestica* se reflete na capacidade reprodutiva de *M. uniraptor*;
- O armazenamento, em geladeira (7-10°C), de pupas de mosca-doméstica com mais de um dia de idade é uma alternativa para otimizar a produção de *M. uniraptor*;
- A temperatura, na faixa de 18 - 32°C, influencia a duração do período de ovo a adulto, o ritmo de emergência e a capacidade de parasitismo de *M. uniraptor*;
- *M. uniraptor* possui um alto potencial de crescimento populacional, verificado pelos parâmetros obtidos através da tabela de vida e fertilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ABLES, J.R.; SHEPARD, M. Influence of temperature on oviposition by the parasites *Spalangia endius* and *Muscidifurax raptor*. **Environmental Entomology**, v.5, n.3, p.511-513, 1976.

ABLES, J.R.; SHEPARD, M.; HOLMAN, J.R. Development of the parasitoids *Spalangia endius* and *Muscidifurax raptor* in relation to constant and variable temperature: simulation and validation. **Environmental Entomology**, v.5, n.2, p.329-332, 1976.

ANTOLIN, M.F.; WILLIAMS, R.L. Host-feeding and egg production in *Muscidifurax zaraptor* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Florida Entomologist**, v.72, p.129-134, 1989.

AXTELL, R.C. Status and potencial of biological control agents in livestock and poultry pest management systems. In: PATTERSON, R.S.; RUTZ, D.A. (Ed.) **Biological control of muscoid flies**. College Park: Entomological Society of America, 1986a. p.1-9. (Miscellaneous Publications, 61).

AXTELL, R.C. **Fly control in confined livestock and poultry production.** Greensboro: Ciba-Geigy, 1986b. 59p.

AXTELL, R.C.; ARENDS, J.J. Ecology and management of arthropod pests of poultry. **Annual Review of Entomology**, v.35, p.101-126, 1990.

AXTELL, R.C.; RUTZ, D.A. Role of parasites and predators as biological fly control agents in poultry production facilities. In: PATTERSON, R.S.; RUTZ, D.A. (Ed.) **Biological control of muscoid flies.** College Park: Entomological Society of America, 1986. p.88-100. (Miscellaneous Publications, 61).

BARBOSA, R. A necessidade do conhecimento sobre o controle biológico de dípteros muscóides em áreas avícolas. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 3., Águas de Lindóia, 1992. **Anais.** Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1992. p.8-11.

BELLOWS JUNIOR, T.S.; VAN DRIESCHE, R.G.; ELKINTON, J.S. Life-table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. **Annual Review of Entomology**, v.37, p.587-614, 1992.

BERTI FILHO, E.; COSTA, V.A.; AAGESEN, T.L. Occurrence of natural enemies of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) in poultry areas of Bastos, State of São Paulo, Brazil. **Revista de Agricultura**, v.64, n.1, p.98, 1989.

BERTI FILHO, E.; THOMAZINI, M.J. ; COSTA, V.A. Artrópodes benéficos associados ao esterco de galinhas poedeiras no Brasil. **Revista de Agricultura**, v.71, n.3, p.273-286, 1996.

BIRCH, L.C. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. **Journal of Animal Ecology**, v.17, p.15-26, 1948

BLOOMCAMP, C.L.; PATTERSON, R.S.; KOEHLER, P.G. Cyromazine resistance in the house fly (Diptera: Muscidae). **Journal of Economic Entomology**, v.80, n.2, p. 352-357, 1987.

BRUNO, T.V. Dípteros sinantrópicos e seus inimigos naturais que se criam em esterco de aves poedeiras, em granjas do Estado de São Paulo. São Paulo, 1991. 106p. Dissertação (M.S.). Instituto de Ciências Biomédicas - Universidade de São Paulo.

BRUNO, T.V. ; GUIMARÃES, J.H.; SANTOS, A.M.M dos; TUCCI, E.C. Moscas sinantrópicas (Diptera) e seus predadores que se criam em esterco de aves poedeiras confinadas, no estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 37, n.3, p. 577-590, 1993.

COATS, S.A. Life cycle and behavior of *Muscidifurax zaraptor* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.69, n.4, p.772-780, 1976.

COSTA, V.A. Parasitóides pupais (Hymenoptera, Chalcidoidea) de *Musca domestica* L.,1758, *Stomoxys calcitrans* (L., 1758) e *Muscina stabulans* (Fallen,1816) (Diptera, Muscidae) em aviários de Echaporã, SP. Piracicaba, 1989. 55p. Dissertação (M.S.) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

- COSTA, V.A. Pesquisas relacionadas com o controle biológico de dípteros muscóides. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 3., Águas de Lindóia, 1992. **Anais**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1992. p. 12-13.
- COSTA, V.A. Efeito da temperatura na biologia de *Spalangia gemina* Boucek, 1963 (Hymenoptera, Pteromalidae), parasitóide pupal de *Musca domestica* L., 1758 (Diptera, Muscidae). Piracicaba, 1995. 67p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- COSTA, V.A.; BECHELLI, P.F.; BERTI FILHO, E. Exigências térmicas para a fase pupal de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos**. Salvador: Sociedade Entomológica do Brasil/EMBRAPA-CNPMPF, 1997. p.89.
- COSTA, V.A.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P. Exigências térmicas de alguns parasitóides pupais (Hymenoptera, Pteromalidae) de *Musca domestica* (Diptera, Muscidae) In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 5., Foz do Iguaçu, 1996. **Anais**. Londrina:EMBRAPA/CNPSo, 1996. p.431.
- DeBACH, P. The importance of host-feeding by adult parasites in the reduction of host populations. **Journal of Economic Entomology**, v.36, p.647-658, 1943.
- FINCHER, G.T.; MORGAN, P.B. Flies affecting livestock and poultry. In: HABECK, D.H.; BENNETT, F.D.; FRANK, J.H. (Ed.). **Classical biological control in the southern United States**. Gainesville: University of Florida, 1990. Cap.20, p. 149-155. (Southern Cooperative Series Bulletin n. 355).

GAULD, I.D.; HANSON, P.E. The biology of Hymenoptera. Important biological features in the evolution of the order. In: HANSON, P.E.; GAULD, I.D. (Eds.). **The Hymenoptera of Costa Rica**. Oxford: Oxford University Press, 1995a. cap.2-2.2, p.28-32.

GAULD, I.D.; HANSON, P.E. The biology of Hymenoptera. The parasitoid and its interactions with its hosts. In: HANSON, P.E.; GAULD, I.D. (Eds.). **The Hymenoptera of Costa Rica**. Oxford: Oxford University Press, 1995b. cap.2-2.5, p.45-67.

GAULD, I.D.; HANSON, P.E. The structure of Hymenoptera. Larval morphology. In: HANSON, P.E.; GAULD, I.D. (Eds.). **The Hymenoptera of Costa Rica**. Oxford: Oxford University Press, 1995c. cap.4-4.4, p.102-137.

GEDEN, C.J. Modeling host attacks and progeny production of *Spalangia gemina*, *Spalangia cameroni*, and *Muscidifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae) at constant and variable temperatures. **Biological Control**, v.7, n.2, p.172-178, 1996.

GEDEN, C.J. Development models for the filth fly parasitoids *Spalangia gemina*, *S. cameroni*, and *Muscidifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae) under constant and variable temperatures. **Biological Control**, v.9, n.2, p.185-192, 1997.

GERLING, D; LEGNER, E.F. Developmental history and reproduction of *Spalangia cameroni*, parasite of synanthropic flies. **Annals of the Entomological Society of America**, v.61, n.6, p.1436-1443, 1968.

- GREENBERG, B.; POVOLNY, D. Bionomics of flies. In: GREENBERG, B. (Ed.). **Flies and diseases. Ecology, classification and biotic association.** New Jersey: Princeton, 1971. v.1. cap. 3, p. 56-83.
- GUIMARÃES, J.H. Moscas. Biologia, ecologia e controle. **Agroquímica Ciba-Geigy**, n.21, p. 20-26, 1983.
- 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.
- HANSON, P.E. The chalcidoid families. Pteromalidae. In: HANSON, P.E.; GAULD, I.D. (Eds.). **The Hymenoptera of Costa Rica.** Oxford: Oxford University Press, 1995. cap.11-11.14, p.355-369.
- HERMS, W.B.; JAMES, M.T. **Medical entomology.** 5. ed. New York: MacMillan Company, 1966. 616p.
- JERVIS, M.A., KIDD, N.A.C., Host-feeding strategies in hymenopteran parasitoids. **Biological Review**, v.61, p.395-434, 1986.
- KOGAN, M.; LEGNER, E.F. A biosystematic revision of the genus *Muscidifurax* (Hymenoptera: Pteromalidae) with descriptions of four new species. **The Canadian Entomologist**, v.102, n.10, p.1268-1290, 1970.
- LEGNER, E.F. Behavior changes the reproduction of *Spalangia cameroni*, *S. endius*, *Muscidifurax raptor*, and *Nasonia vitripennis* (Hymenoptera: Pteromalidae) at increasing fly host densities. **Annals of the Entomological Society of America**, v.60, n.4, p.819-826, 1967.

- LEGNER, E.F. Adult emergence interval and reproduction in parasitic Hymenoptera influenced by host size and density. **Annals of the Entomological Society of America**, v.62, n.1, p.220-226, 1969.
- LEGNER, E.F. Temperature, humidity, and depth of habitat influencing host destruction and fecundity of muscoid fly parasites. **Entomophaga**, v.22, n.2, p. 199-206, 1977.
- LEGNER, E.F. Reproduction of *Spalangia endius*, *Muscidifurax raptor* and *M. zaraptor* on fresh vs. refrigerated fly hosts. **Annals of the Entomological Society of America**, v.72, n.1, p.155-157, 1979a.
- LEGNER, E.F. The relationship between host destruction and parasitic reproductive potential in *Muscidifurax raptor*, *M. zaraptor*, and *Spalangia endius* [Chalcidoidea: Pteromalidae]. **Entomophaga**, v.24, n.2, p.145-152, 1979b.
- LEGNER, E.F. Improving commercial biological control of filth flies with parasites. In: STATUS OF BIOLOGICAL CONTROL OF FILTH FLIES, Gainesville, 1981. **Proceedings**. New Orleans: USDA, 1981. p. 5-10.
- LEGNER, E.F. Broadened view of *Muscidifurax* parasites associated with endophilous synantropic flies and sibling species in the *Spalangia endius* complex. In: CALIFORNIA MOSQUITO AND VECTOR ASSOCIATION, **Proceedings**. 1983, p.47-48.
- LEGNER, E.F. Effects of scheduled high temperature on male production in thelytokous *Muscidifurax uniraptor* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Canadian Entomologist**, v.117, n.3, p.383-389, 1985a.

- LEGNER, E.F. Natural and induced sex ratio changes in populations of thelytokous *Muscidifurax uniraptor* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.78, n.3, p.398-402, 1985b.
- LEGNER, E.F. Pattern of thelytoky acquisition in *Muscidifurax raptor* Girault and Sanders (Hymenoptera: Pteromalidae). **Bulletin of the Society of Vector Ecologists**, v.12, n.2, p.517-527, 1987a.
- LEGNER, E.F. Transfer of thelytoky to arrhenotokous *Muscidifurax raptor* Girault and Sanders (Hymenoptera: Pteromalidae). **Canadian Entomologist**, v.119, n.3, p.265-271, 1987b.
- LEGNER, E.F. Hybridization in principal parasitoids of synanthropic Diptera: the genus *Muscidifurax* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Hilgardia**, v.56, n.4, p.1-36, 1988a.
- LEGNER, E.F. Studies of four thelytokous Puerto Rican isolates of *Muscidifurax uniraptor* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Entomophaga**, v.33, n.3, p.269-280, 1988b.
- LEGNER, E.F.; GERLING, D. Host-feeding and oviposition on *Musca domestica* by *Spalangia cameroni*, *Nasonia vitripennis* and *Muscidifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae) influences their longevity and fecundity. **Annals of the Entomological Society of America**, v.60, n.3, p.678-691, 1967.
- LEGNER, E. F.; McCOY, C.N. The housefly, *Musca domestica*, Linnaeus, as an exotic species in the western hemisphere incites biological control studies. **Canadian Entomologist**, v. 98, n.3, p. 243-248, 1966.

- LEGNER, E.F.; OLTON, G.S. The biological method and integrated control of house and stable flies in California. **California Agriculture**, v.22, n.6, p.2-4, 1968.
- LEGNER, E.F.; OLTON, G.S. Worldwide survey and comparison of adult predator and scavenger insect populations associated with domestic animal manure where livestock is artificially congregated. **Hilgardia**, v.40, n.9, p.225-265, 1970.
- LEGNER, E.F.; MOORE, I.; OLTON, G.S. Tabular keys of biological notes to common parasitoids of sinanthropic diptera breeding in accumulated animal wastes. **Entomological News**, v.87, n.3-6, p.113-144, 1976.
- MAIA, A. de H. N., Métodos estatísticos para comparação de parâmetros associados às tabelas de vida de fertilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos**. Salvador: Sociedade Entomológica do Brasil/EMBRAPA-CNPMF, 1997. p.19.
- MANN, J.A.; STINNER, R.E.; AXTELL, R.C. Parasitism of house fly (*Musca domestica*) pupae by four species of Pteromalidae (Hymenoptera): effects of host-parasitoid densities and host distribution. **Medical and Veterinary Entomology**, v.4, n.3, p.235-243, 1990.
- METCALF, R.L.; METCALF, R.A. Insects that attack and annoy humans and affect their health. In: METCALF, R.L.; METCALF, R.A. (Ed.). **Destructive and useful insects. Their habits and control**. 5.ed. New York: Mc Graw-Hill, 1993. cap. 21, p. 21.1-21.49.

- MEYER, J.S.; INGERSOLL, C.G.; McDONALD, L.L.; BOYCE, M.S. Estimating uncertainty in population growth rates: Jackknife vs. Bootstrap techniques. *Ecology*, v.67, n.5, p.1156-1166, 1986.
- MONTEIRO, M.R. Microhimenópteros (Insecta: Hymenoptera) parasitóides e insetos predadores de moscas sinantrópicas (Insecta: Diptera) na Granja Capuavinha, Monte Mor, SP. Campinas, 1995. 98p. Dissertação (M.S.) - Universidade Estadual de Campinas.
- MORGAN, P.B. The potential use of parasites to control *Musca domestica* L. and other filth breeding flies at agricultural installations in the southern United States. In: STATUS OF BIOLOGICAL CONTROL OF FILTH FLIES, Gainesville, 1981. **Proceedings**. New Orleans: USDA, 1981. p. 11-25.
- MORGAN, P.B. Mass culturing microhymenopteran pupal parasites (Hymenoptera: Pteromalidae) of filth breeding flies. In: PATTERSON, R.S.; RUTZ, D.A. (Ed.). **Biological control of muscoid flies**. College Park: Entomological Society of America, 1986. p. 90-94. (Miscellaneous Publications, 61).
- MORGAN, P.B.; BERTI FILHO, E.; COSTA, V.A. Life history of *Spalangia gemina* Boucek (Hymenoptera: Pteromalidae), a fast-breeding microhymenopteran pupal parasitoid of muscoid flies. **Medical and Veterinary Entomology**, v.5, p. 277-281, 1991.
- MORGAN, P.B.; HOYER, H.; PATTERSON, R.S. Life history of *Spalangia cameroni* (Hymenoptera: Pteromalidae), a microhymenopteran pupal parasite of muscoid flies (Diptera: Muscidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, v.62, n.3, p.381-386, 1989.

- MORGAN, P.B.; PATTERSON, R.S.; LaBRECQUE, G.C. Host-parasitoid relationship of the house fly, *Musca domestica* L., and the protelean parasitoid, *Spalangia endius* Walker (Hymenoptera: Pteromalidae and Diptera: Muscidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, v.49, p.483-488, 1976.
- MORGAN, P.B.; PATTERSON, R.S.; LaBRECQUE, G.C.; WEIDHASS, D.E.; BENTON, A. Suppression of a field population of house flies with *Spalangia endius*. **Science**, v. 189, n. 4200, p. 388-389, 1975.
- MORGAN, P.B.; WEIDHASS, D.E.; LABRECQUE, G.C. Host-parasite relationship of the house fly, *Musca domestica* L., and the microhymenopteran pupal parasite, *Muscidifurax raptor* Girault and Sanders (Diptera: Muscidae and Hymenoptera: Pteromalidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, v.52, n.2, p.276-281, 1979.
- OLTON, G.S.; LEGNER, E.F. Winter inoculative releases of parasitoids to reduce house flies in poultry manure. **Journal of Economic Entomology**, v.68, n.1, p.35-38, 1975.
- PATTERSON, R.S.; MORGAN, P.B. Factors affecting the use of an IPM scheme at poultry installations in a semi-tropical climate. In: PATTERSON, R.S.; RUTZ, D.A. (Ed.) **Biological control of muscoid flies**. College Park: Entomological Society of America, 1986. p.101-107. (Miscellaneous Publications, 61).
- PHILLIPS, D.S. Host-feeding and egg maturation by *Pachycrepoideus vindemiae*. **Entomologia experimentalis et applicata**, v.69, p.75-82, 1993.

- PICKENS, L.G. Use of *Pachycrepoideus vindemiae* to control fly breeding in poultry coops and cattle stalls. In: STATUS OF BIOLOGICAL CONTROL OF FILTH FLIES, Gainesville, 1981. **Proceedings**. New Orleans: USDA, 1981. p. 59-60.
- PINHEIRO, J.B.; BUENO, V.H.P.; ALVES, D.G. Ocorrência de parasitóides de *Musca domestica* L., 1758 (Diptera: Muscidae) em Lavras, Minas Gerais. **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, v. 18, n.2, p. 419-421, 1989.
- RUTZ, D.A. Integrated multipest management, a pilot program for poultry and livestock in North Carolina. In: STATUS OF BIOLOGICAL CONTROL OF FILTH FLIES, Gainesville, 1981. **Proceedings**. New Orleans: USDA, 1981. p. 148-159.
- RUTZ, D.A. Parasitoid monitoring and impact evaluation in the development of filth fly biological control programs for poultry farms. In: PATTERSON, R.S.; RUTZ, D.A. (Ed.) **Biological control of muscoid flies**. College Park: Entomological Society of America, 1986. p.45-51. (Miscellaneous Publications, 61).
- RUTZ, D.A.; AXTELL, R.C. House fly (*Musca domestica*) control in broiler-breeder poultry houses by pupal parasites (Hymenoptera: Pteromalidae): Indigenous parasite species and releases of *Muscidifurax raptor*. **Environmental Entomology**, v.10, n.3, p.343-345, 1981.
- SERENO, F.T.P.S.; NEVES, D.P. Ocorrência natural de microhimenópteros parasitóides de pupas de moscas em aviários. **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, v. 22, n. 3, p.527-533, 1993.

SGRILLO, R.B. A distribuição de Weibull como modelo de sobrevivência de insetos. **Ecosistema**, v.7, n.1, p.9-13, 1982

SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods**. 2.ed. London: Chapman & Hall, 1995, 524p.

STOUTHAMER, R.; BREEUWER, J.A.J.; LUCK, R.F.; WERREN, J.H. Molecular identification of microorganisms associated with parthenogenesis. **Nature**, v.361, n.6407, p.66-68, 1993.

THOMAZINI, M.J.; COSTA, V.A.; BERTI FILHO, E. Desenvolvimento pós-embrionário de *Spalangia gemina* (Hymenoptera: Pteromalidae), parasitóide pupal de dípteros sinantrópicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos**. Salvador: Sociedade Entomológica do Brasil/EMBRAPA-CNPMF, 1997. p.89.

ZAPATER, M.C.; REY, C.E.M.; MAZZOLI, J.A. **Uso de insectos benéficos para combatir plagas: control biológico de moscas en establecimientos de cria intensiva**. s.l.p., 1995. 34p.