

EFEITO DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR NA BIOLOGIA DE *Cotesia flavipes* (CAMERON)

Luiz E. de M. Pádua¹, José R. P. Parra², e Marinéia de L. Haddad²

ABSTRACT

Effect of Temperature and Relative Humidity on the Biology of *Cotesia flavipes* (Cameron)

This study was carried out to determine the most suitable conditions (temperature and relative humidity) for mass rearing of *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) to control the sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Fabr.). Temperature markedly influenced the parasitoid biological cycle, which increased with decreasing temperatures. There was no parasitoid development at the temperature of 35°C. The best temperature condition for the *C. flavipes* rearing was in the 25-30°C range. The threshold of temperature and the thermal requirements were determined as well. Relative humidity (under the range 40 to 100%) did not affect the pupal period length, however it did influence its viability and adult life span, which increased with the increase in RH. The most suitable RH condition for *C. flavipes* rearing was near the saturation limit.

KEY WORDS: Insecta, sugarcane borer parasitoid, *Diatraea saccharalis*, biological control, rearing techniques.

RESUMO

Foram estudadas as condições térmicas e hídricas mais adequadas para a criação massal de *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae), visando ao controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr.). A temperatura afetou significativamente a duração do ciclo biológico do parasitóide, que diminuiu com a sua elevação; a condição térmica mais adequada para criação variou de 20 a 30°C. Não houve desenvolvimento na temperatura de 35°C. O limiar térmico inferior de desenvolvimento de *C. flavipes* foi de 8,6°C, sendo variável para o período ovo-larva (7,2°C) e fase pupal (10°C). Para completar o desenvolvimento, o parasitóide exigiu 303 graus dias (GD). A UR, entre 40 e 100%, não afetou a duração da fase pupal de *C. flavipes*,

Recebido em 29/03/93.

¹Departamento de Fitotecnia, CCA/UFPI, Campus da Socopo, 64049-550, Teresina, PI.

²Departamento de Entomologia, ESALQ/USP, Caixa postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP.

afetando, no entanto, drasticamente, a viabilidade desta fase e a longevidade de adultos. Em laboratório, as maiores viabilidades pupais e longevidade de adultos de *C. flavipes* foram obtidas em UR próximas à saturação.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, parasitóide da broca-da-cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis*, controle biológico, técnicas de criação.

INTRODUÇÃO

O controle da broca-da-cana *Diatraea saccharalis* (Fabr.) deve ser feito de forma integrada, envolvendo diferentes métodos. Esse inseto permite a adoção desta integração, devido a vários fatores: as diferentes fases do seu ciclo biológico são atacadas por parasitóides, predadores e patógenos; os adultos respondem a feromônios sexuais e são atraídos por luz, e existem variações de seu comportamento em função de diferentes variedades (Parra 1992). Tradicionalmente o controle desta praga, que chega a causar prejuízos anuais da ordem de 100 milhões de dólares no Estado de São Paulo (Macedo & Botelho 1988), é feito de forma biológica. Por muito tempo, foram utilizadas as moscas nativas *Metagonistylum minense* Town. e *Paratheresia claripalpis* Wulp. A partir de 1974, com a introdução de *Cotesia flavipes* (Cameron) de Trinidad-Tobago, este braconídeo passou a ser liberado, especialmente nas épocas mais quentes do ano. Devido à grande eficiência (77% do parasitismo total) de controle de *C. flavipes* tem-se dado preferência à sua liberação. Este parasitóide tem sido responsável pela redução de infestação da broca-da-cana em várias regiões; entretanto, em outras áreas não ocorreu sua adaptação, provavelmente, devido a fatores bióticos e abióticos. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar o efeito da temperatura e umidade relativa sobre o desenvolvimento biológico de *C. flavipes* criado em *D. saccharalis*, visando determinar as condições mais adequadas para sua produção massal em laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida nos laboratórios de Biologia do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP). As colônias de *C. flavipes* eram da linhagem "Paquistão", provenientes de lagartas de *D. saccharalis* criadas na dieta artificial de Hensley & Hammond (1968).

Efeito da temperatura. O efeito das diferentes temperaturas no desenvolvimento de *C. flavipes* foi avaliado em câmaras climatizadas reguladas a 20, 22, 25, 30, 32 e 35°C, e mantidas com UR de 70± 10% e fotofase de 14h. As lagartas de 5º e 6º instares de *D. saccharalis*, com peso médio de 103 mg, foram expostas às fêmeas de *C. flavipes* ("inoculadas") baseando-se na metodologia de Mendes (1980). Embora Wiedenmann et al. (1992) tenham verificado não haver diferença no parasitismo de *C. flavipes* sobre lagartas de *D. saccharalis* do 3º ao 6º instar, optou-se por lagartas do 5º ou 6º instares, por apresentarem melhores resultados nas pesquisas realizadas em nosso país (Parra, informação pessoal). Em cada temperatura, foram

estudados os seguintes parâmetros biológicos: duração e viabilidade (% de lagartas cujas "inoculações" foram viáveis) do período ovo-larva; duração e viabilidade pupal, peso das "massas" (conjunto de pupas visualizadas pela presença dos casulos de uma lagarta) do parasitóide, peso de casulos (com 24h), número de casulos por "massa"; longevidade de adultos não alimentados; razão sexual, e número de adultos por "massa". Em todas as temperaturas utilizaram-se 100 repetições, sendo cada parcela constituída de uma lagarta parasitada uma única vez, num delineamento experimental inteiramente casualizado. As observações foram diárias; no caso de adultos, a separação de sexos baseou-se nas características das antenas (Wilkinson 1928). Os resultados foram submetidos à análise da variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As exigências térmicas de *C. flavipes* foram determinadas pelo método da hipérbole (Haddad & Parra 1984). Estudou-se também a fertilidade de *C. flavipes* criado em diferentes temperaturas e a sua capacidade de parasitismo sobre lagartas de *D. saccharalis* mantidas em diferentes temperaturas. Lagartas de 5º instar de *D. saccharalis* foram expostas aos parasitóides provenientes das temperaturas de 20, 22, 25, 30 e 32°C, utilizando-se a técnica de Macedo *et al.* (1983), num total de 5 repetições nos 5 tratamentos, com 10 lagartas por parcela. Foram observados: % de lagartas parasitadas, número de adultos por massa e razão sexual. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Efeito da umidade relativa do ar. Para avaliação do efeito de diferentes umidades relativas do ar sobre pupas e adultos de *C. flavipes*, realizou-se o experimento em condições de UR de 40, 50, 60, 72, 82 e 100%, mantidas através de soluções de H_2SO_4 , em diferentes concentrações e volume, no interior de dessecadores, colocados a 30°C, com fotofase de 14h (Parra 1979). As massas do parasitóide, obtidas segundo metodologia de Macedo *et al.* (1983), foram mantidas nas diferentes UR para avaliar duração e viabilidade pupal e longevidade de adultos. Em todas as umidades, utilizaram-se 18 repetições e cada parcela consistiu de uma "massa" (em média com 60 casulos) colocadas em uma das 9 divisões de caixas de material plástico de 13.5 cm de largura por 16 cm de comprimento e 4 cm de altura, vedadas com tela de aço inoxidável de 200 mesh (Pádua 1986), sendo que cada tratamento constou de duas caixas. Para adultos, foi fornecido mel puro sobre a tela. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. A relação entre os parâmetros umidade e viabilidade pupal foi estudada através de 25 modelos de regressões simples, sendo selecionado o modelo que apresentou maior coeficiente de determinação (R^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito da temperatura. Houve diminuição no período ovo-larva de *C. flavipes* com a elevação da temperatura, de 20 a 30°C, e nesta faixa os valores diferiram estatisticamente entre si (Fig. 1); esta tendência foi observada por Cueva *et al.* (1980) com *C. flavipes* criado sobre *D. saccharalis*. Acima de 30°C, houve um efeito deletério sobre o parasitóide, com baixa viabilidade e tendência de alongamento deste período. Como à 35°C não houve desenvolvimento do inseto, supõe-se que o limite superior se encontre entre 33 e 34°C. O período pupal de *C. flavipes* também foi afetado pela temperatura, diminuindo com a elevação térmica (Tabela 1), fato observado por Cueva *et al.* (1980) com insetos criados no inverno e verão. À 32°C, embora

algumas larvas do parasitóide tenham conseguido se desenvolver e abandonar seus hospedeiros, a maioria não conseguiu tecer os casulos envoltórios das pupas; não houve desenvolvimento do inseto à 35°C (Tabela 1). A viabilidade foi menor à 20°C, mantendo-se constante de 22 a 30°C; à 32°C houve uma diminuição acentuada da viabilidade. O peso de "massas" do parasitóide não foi afetado pela temperatura de 20 à 30°C (Tabela 2). A temperatura de 32°C,

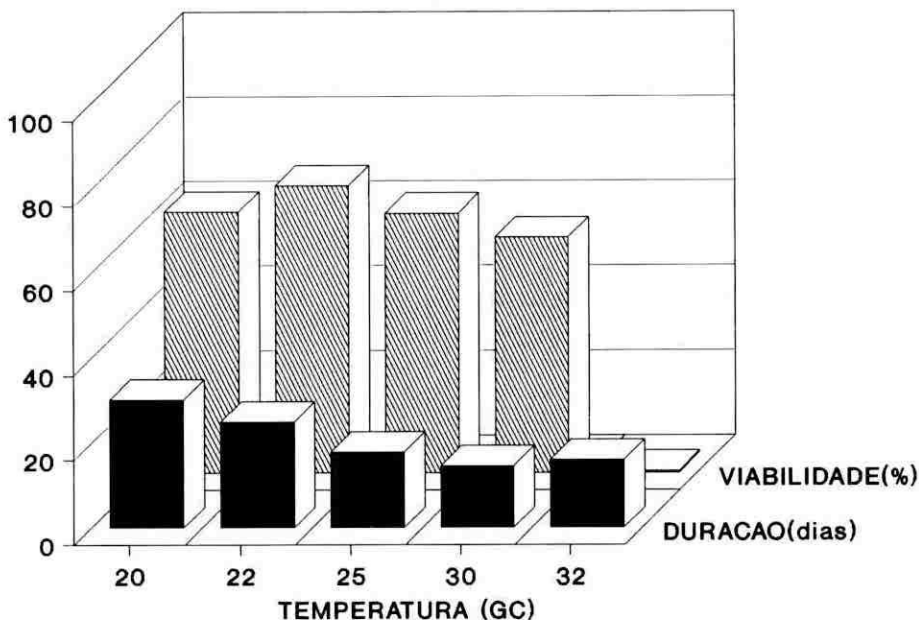


Figura 1. Duração e viabilidade do período ovo-adulto de *Cotesia flavipes* em diferentes temperaturas (UR = 70 ± 10% fotofase 14 horas)

embora não tenha afetado o peso individual, alterou o número médio de casulos por massa, que foi de: 4; 3,7; 4 e 3,5 vezes menor do que o obtido nas temperaturas de 20, 22, 25 e 30°C, respectivamente. A temperatura afetou a longevidade de adultos, conforme já observado por Cueva *et al.* (1980). A longevidade foi decrescente com a elevação térmica, na faixa de 20 à 30°C, embora não tenha havido diferença entre os resultados obtidos à 20 e 22°C. A alteração da tendência da curva à 32°C indicou, ser esta temperatura desfavorável ao inseto com redução da longevidade possivelmente devido a maior atividade metabólica. A longevidade na faixa de 22 a 25°C foi superior àquela registrada por Wiedenmann *et al.* (1992) que trabalharam com uma linhagem de *C. flavipes* da Indonésia em UR mais baixa.

A razão sexual foi de 0,67 a 20 e 25°C e de 0,75 a 30°C. À 22°C, houve alteração na razão sexual (0,44), pelo grande número de machos encontrados, devido ao fato, já constatado por Moutia & Courtois (1952), do inseto reproduzir-se, em certas condições, por partenogênese arrenótoca (facultativa). As taxas de partenogênese variaram de 13,70 a 40,51% e distribuíram-se ao acaso nas diferentes temperaturas, uma vez que os parasitóides utilizados na "inoculação" tiveram a mesma chance de cópula. A não fertilização das fêmeas, que acarretou valores

Tabela 1. Duração e viabilidade do período ovo-larva e da fase de pupa de *Cotesia flavipes* sobre *Diatraea saccharalis* em diferentes temperaturas (UR = 70 ± 10% e fotofase de 14h).

Temperatura (°C)	Duração (dias) ¹		Viabilidade ¹ (%)	
	Ovo-larva	Pupa	Ovo-larva	Pupa
20	18,67 ± 0,13 a	11,71 ± 0,10 a	76,00 a	70,86 b
22	13,35 ± 0,14 b	6,92 ± 0,07 b	82,00 a	82,61 a
25	11,84 ± 0,07 c	6,07 ± 0,06 c	74,00 b	82,77 a
30	9,64 ± 0,11 d	4,98 ± 0,05 d	69,00 b	80,51 a
32	11,00 ± 0,27 ²	5,00 ²	11,00 c	4,03 ²
35 ³	-	-	-	-

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

²Dados não analisados devido ao pequeno n° de repetições obtidas.

³Não houve desenvolvimento do inseto.

elevado de partenogênese, pode ter ocorrido, devido ao tamanho das caixas plásticas, onde os insetos permaneceram no período de "pré-inoculação". Um outro fator que pode ter acarretado a elevada partenogênese é a densidade de parasitóides utilizada por gaiola, pois é sabido que ocorrem mudanças no tamanho, peso, fecundidade, taxa de desenvolvimento e comportamento de insetos em função da densidade populacional e do tamanho do recipiente de criação (Peters

Tabela 2. Peso de "massas", de casulos individuais, número de casulos por "massa" de *Cotesia flavipes* e longevidade de adultos criados sobre *Diatraea saccharalis* em diferentes temperaturas (UR = 70 ± 10% e fotofase de 14 horas).

Temperatura (°C)	Peso médio (mg) ¹		Número médio de casulos/"massas"	Longevidade de adultos (dias) ¹
	"Massa"	Casulo		
20	47,29 a	1,05	45,17	3,17 a
22	47,27 a	1,14	41,35	2,87 ab
25	47,03 a	1,03	45,35	2,79 b
30	44,79 a	1,21	39,43	1,97 c
32	20,05 ²	1,15	11,27	2,00 ²
35 ³	-	-	-	-

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

²Dados não analisados devido ao pequeno número de repetições.

³Não houve desenvolvimento do inseto.

& Barbosa 1977). O número médio de adultos produzidos por "massa" foi afetado pela temperatura, sendo maior à 25°C, em relação a 30°C (Tabela 3). A produção de adultos observada, superior a 30 parasitóides por hospedeiro, diferiu dos resultados encontrados por Gifford & Mann (1967) e Galichet (1971) que encontraram valores menores. Esta variação se deve, provavelmente, à utilização de linhagens diferentes do inseto. Tomando-se por base a

Tabela 3. Número de adultos de *Cotesia flavipes* criado sobre *Diatraea saccharalis* produzidos nas diferentes temperaturas (UR = 70 ± 10% e fotofase de 14 horas).

Temperaturas (°C)	Nº médio de adultos/massa ¹
20	32,01 ab
22	34,16 ab
25	37,54 a
30	31,75 b

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

duração e viabilidade dos diferentes estágios do ciclo biológico (Tabelas 1 e 2) constatou-se que a faixa de 25-30°C foi a mais adequada para o desenvolvimento do inseto em laboratório. Embora a viabilidade tenha sido maior a 22°C, houve, nesta condição, a ocorrência de um grande número de machos, fato indesejável numa criação massal, além do acentuado alongamento do ciclo (Tabela 4).

O limiar térmico inferior de desenvolvimento foi de 7,2°C para o período ovo-larva e de 10,0°C para a fase de pupa; esta temperatura base (Tb) foi de 8,6°C para o ciclo total. Desta forma, a constante térmica para o ciclo total do parasitóide foi de 302,9 GD, sendo de 215,3 GD para o período ovo-larva e 96,2 GD para a fase de pupa (Fig. 2). Estas exigências permitem

Tabela 4. Fertilidade (parasitismo), número de adultos emergidos por "massa" e razão sexual de *Cotesia flavipes* criados em diferentes temperaturas (UR = 70 ± 10% e fotofase de 14 horas).

Temperatura (°C)	Fertilidade (parasitismo) ¹ (%)	Nº de adultos por "massa" ¹	Razão sexual
20	58 cd	35,24 a	0,61
22	72 bc	37,73 a	0,60
25	88 ab	38,07 a	0,69
30	72 bc	33,11 a	0,65
32	46 d	17,52 b	0,56

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

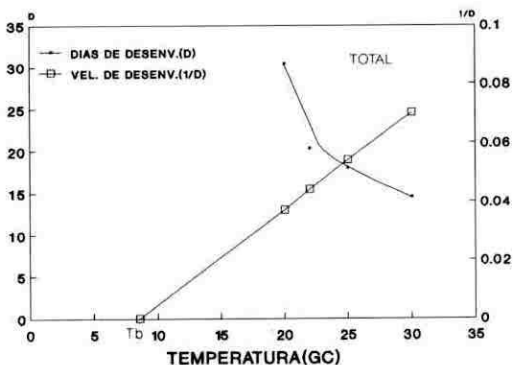
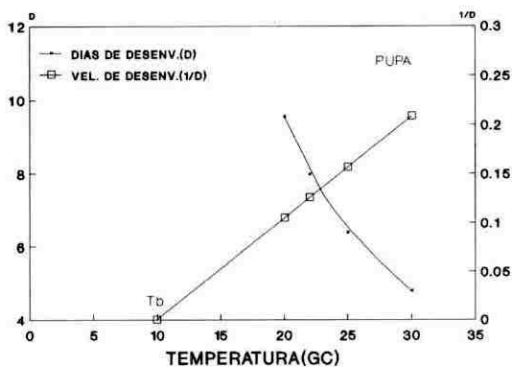
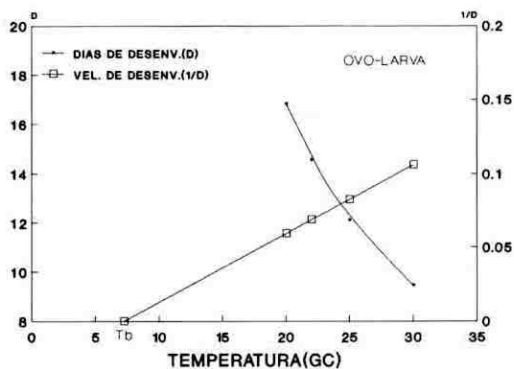


Figura 2. Tempo de desenvolvimento (—) e velocidade de desenvolvimento (1/D) (---) do período ovo-larva, fase pupal e ciclo total (ovo-adulto) da *Cotesia flavipes* em função da temperatura.

que o parasitóide presente de 13 a 15 gerações anuais no Estado de São Paulo (Pádua 1983). A fertilidade de *C. flavipes* não foi afetada pela temperatura de criação, no intervalo entre 22 e 30°C. A fertilidade foi maior a 25°C, se comparada a 20 e 32°C (Tabela 4). Não houve influência do número de adultos de *C. flavipes* produzidos por "massa" no intervalo de 20 a 30°C e, mais uma vez, a temperatura de 32°C foi prejudicial ao inseto. Os dados referentes à razão sexual de *C. flavipes* (Tabela 4), para cada temperatura, foram semelhantes àqueles obtidos por Cueva et al. (1980) e mostram que as diferentes temperaturas afetaram igualmente machos e fêmeas.

Tabela 5. Duração e viabilidade pupal de *Cotesia flavipes* criados sobre *Diatraea saccharalis* em diferentes umidades relativas do ar e respectivas longevidades dos adultos (temperatura = 30°C e fotofase de 14 horas).

Umidade relativa (%)	Duração (dias) ¹	Viabilidade (%) ¹	Longevidade (dias) ¹
40	5,64 ± 0,64 a	4,28 f	- ²
50	5,67 ± 0,60 a	30,29 e	- ²
60	5,39 ± 0,49 a	47,04 d	0,92 c
72	5,44 ± 0,59 a	58,05 c	1,14 bc
82	5,22 ± 0,62 a	68,34 b	1,44 b
100	5,33 ± 0,58 a	83,12 a	3,50 a

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

²Adultos morreram imediatamente após a emergência.

Efeito da umidade relativa do ar. A umidade relativa do ar não afetou a duração do período pupal de *C. flavipes* no intervalo estudado, entretanto exerceu um efeito prejudicial sobre a viabilidade pupal, a qual diminuiu com a redução desta umidade (Tabela 5, Fig. 3). Este efeito sobre a viabilidade também foi constatado por Mohyuddin (1971), embora com menor intensidade. Esta variação se deveu, provavelmente, ao uso de linhagens e metodologias diferentes. A umidade afetou a longevidade de adultos que apresentou uma tendência decrescente a partir de 60% (Tabela 5). Abaixo de 50% os adultos morreram logo após a emergência, tendência que havia sido observada por Mohyuddin (1971). Os resultados obtidos por Moutia & Courtois (1952) sugerem que as umidades mais elevadas de inverno interagem com as baixas temperaturas levando a uma maior longevidade de adultos. As observações feitas por Galichet (1971) indicando locais secos e ventilados como os melhores para o desenvolvimento do inseto, não contrastam com os resultados desta pesquisa, pois o autor baseou-se, provavelmente, numa análise macroclimática. Pôde-se concluir, que as umidades mais elevadas foram favoráveis ao desenvolvimento de *C. flavipes* e constatou-se através da equação estudada que o limiar inferior de umidade para pupas do parasitóide é de 38,76% (Fig. 3). Para adultos, este limiar deve estar pouco aquém de 50%; entretanto, devem ser conduzidas pesquisas para comprovação desta hipótese.

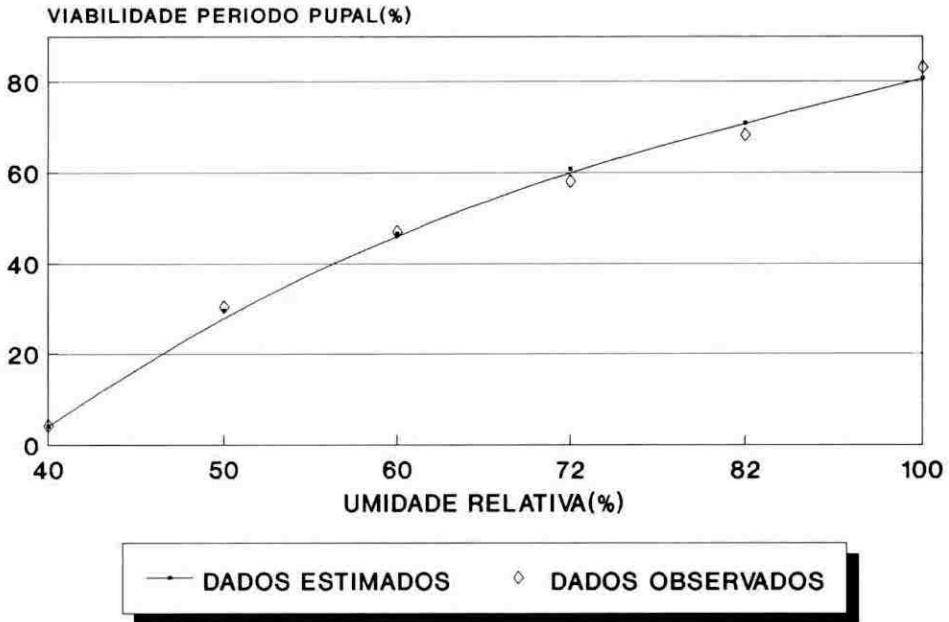


Figura 3. Viabilidade do período pupal de *Cotesia flavipes* em função da umidade relativa do ar (temperatura = 25°C e fotofase = 14 h).

AGRADECIMENTO

À FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) pelo suporte financeiro da pesquisa.

LITERATURA CITADA

- Cueva, M.C., G.A. Ayquipa & V.B. Mescua. 1980. Estudios sobre *Apanteles flavipes* (Cameron) introducido para controlar *Diatraea sccharalis* (F.) en el Peru. Rev. Per. Entomol. Agric. 23: 73-76.
- Galichet, F.F. 1971. Introducción y cria de *Apanteles flavipes* Cameron en las Antilhas Francesas. Rev. Per. Entomol. Agric. 14: 373-375.
- Gifford, J.R. & G.A. Mann. 1967. Biology, rearing and a trial release of *Apanteles flavipes* in the Florida Everglades to control the sugarcane borer. J. Econ. Entomol. 60: 44-47.

- Haddad, M.L. & J.R.P. Parra. 1984.** Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo evolutivo dos insetos. Piracicaba, Ser. Agric. Des., FEALQ, 12p.
- Hensley, S.D. & A.M. Hammond. 1968.** Laboratory techniques for rearing the sugarcane borer on an artificial diet. *J. Econ. Entomol.* 61: 1742-1743.
- Macedo, N., P.S.M. Botelho, N. Degáspari, L.C. Almeida, J.R. Araujo & E.A. Magrini. 1983.** Controle biológico da broca da cana-de-açúcar. Manual de Instrução. Planalsucar, Piracicaba, 22p.
- Macedo, N. & P.S.M. Botelho. 1988.** Controle integrado da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Pyralidae). *Bras. Açuc.* 106: 2-12.
- Mendes, A.C. 1980.** Métodos de criação de parasitos da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794), p. 103-132. In Z.A. Ramiro, J. Grazia & F.M. Lara (eds), *Anais do 6º Congresso Brasileiro de Entomologia*, Campinas, 322p.
- Mohyuddin, A.I. 1971.** Comparative biology and ecology of *Apanteles flavipes* (Cam.) and *A. sesamiae* Cam., as parasites of gaminaceous borers. *Bull. Entomol. Res.* 61: 33-39.
- Moutia, L.A. & C.M. Courtois. 1952.** Parasites of the moth-borer of sugarcane in Mauritius. *Bull. Entomol. Res.* 43: 325-359.
- Pádua, L.E.M. 1983.** Biologia comparada de *Apanteles flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) para determinação de suas exigências térmicas. Dissertação de mestrado, ESALQ, Piracicaba, 53p.
- Pádua, L.E.M. 1986.** Influência da nutrição, temperatura e umidade relativa do ar na relação *Apanteles flavipes* (Cameron, 1891) *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794). Tese de doutorado, ESALQ, Piracicaba, 85p.
- Parra, J.R.P. 1979.** Biologia de insetos. ESALQ, Piracicaba, Mimeogr. 383p.
- Parra, J.R.P. 1992.** Controle das principais pragas da cana-de-açúcar. ESALQ, Piracicaba, Mimeogr. 18p.
- Peters, T.M. & P. Barbosa. 1977.** Influence of density on size, fecundity and development rate of insects in culture. *Annu. Rev. Entomol.* 22: 431-450.
- Wiedenmann, R.N., J.W. Smith Jr & P.O. Darnell. 1992.** Laboratory rearing and biology of the parasite *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) using *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) as a host. *Environ. Entomol.* 21: 1160-1167.
- Wilkinson, D.S. 1928.** A revision of the Indo-Australian species of the genus *Apanteles* (Hym.: Braconidae). Part I. *Bull. Entomol. Res.* 19: 79-105.