



Exigências térmicas de *Ctenocephalides felis* Bouché, 1835
(Siphonaptera: Pulicidae)

Thermal requirements of Ctenocephalides felis Bouché, 1835
(Siphonaptera: Pulicidae)

Guilherme Araujo Collares da Silva¹, Paulo Bretanha Ribeiro², Marcial Carcamo³,
Luciana Araujo Lins⁴

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estimar, através do Método da Hipérbole, as exigências térmicas e a viabilidade das fases de desenvolvimento de *Ctenocephalides felis*, em Bagé, RS, Brasil. Estabeleceu-se uma colônia de *C. felis*, em laboratório, para obtenção de ovos, larvas, pupas e adultos, que foram mantidos em temperaturas constantes de 18°C, 22°C, 26°C e 30°C, com umidade relativa de 90% ± 5. As temperaturas base dos estágios de ovo, larva, pupa e ciclo ovo-adulto foram, respectivamente, 10,91°C; 11,38°C; 11,18°C e 12,00°C. As constantes térmicas foram 37,81GD; 331,13GD; 113,24GD e 451,24GD (Graus Dia). A temperatura influenciou na velocidade do ciclo de desenvolvimento de *C. felis* em seus três estágios, ovo, larva e pupa, sendo observado que o desenvolvimento dos três estágios é mais tardio nas temperaturas mais baixas e, mais precoce, nas temperaturas altas. Com relação ao gênero, houve diferença no tempo de eclosão da fêmea com relação ao macho, apenas nas temperaturas de 26 e 32°C.

PALAVRAS-CHAVE: Cão, pulga, temperatura.

ABSTRACT

The objective of this work was to estimate by the Hiperbole Method, the thermal requirements and viability of each development stage of Ctenocephalides felis. A colony to obtain eggs, larvae, pupae and adults was established under laboratory conditions. Every stage was maintained at constant temperature, 18°C, 22°C, 26°C e 30°C, with RH of 90% ± 5. The basal temperature of egg, larvae, pupae and cycle egg-adult, were, respectively, 10.91°C; 11.38°C; 11.18°C and 12.00°C. The values for thermal constants were, in order 37.81GD; 331.13GD; 113.24GD and 451.24GD (Degree Day). The temperature influenced the speed of C. felis development cycle in

¹Doutor e Parasitologia – URCAMP

²Doutor em Parasitologia UFPel

³Doutor em Parasitologia – Instituto Rio Grandense – Pelotas

⁴Mestre em Clínica Veterinária – URCAMP

its three stages, egg, larva and pupa, and noted that the development of the three stages is later at lower temperatures and, earlier, in high temperatures. Regarding gender, there were differences in the female's hatching time with respect to the male only at temperatures of 26 and 32°C.

KEY WORDS: Dog, flea, temperature.

INTRODUÇÃO

Ctenocephalides felis Bouché, 1835 é o pulicídeo, hematófago, parasito de cães e gatos mais abundante no mundo, que além de causar desconforto e dermatites, transmite diversas doenças a esses hospedeiros (DAY, 2011; LINARDI, 2011).

Os gastos para controle desse ectoparasito nos animais de companhia, segundo Rust (2005), excedem U\$ 1 bilhão nos EUA e €\$ 1,1 bilhões na Europa Ocidental.

O controle das infestações por pulgas de cães e gatos é realizado por dois principais motivos: redução no risco de transmissão de doenças e para aliviar os efeitos danosos causados aos animais (BITAM et al., 2010).

Atualmente são utilizadas medidas de controle químico que abrangem as fases de vida livre e parasitária das pulgas (DAY, 2011), porém, já são documentados casos de resistência a múltiplos inseticidas, tais como os organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides para a espécie *C. felis* (RUST, 2016).

Para um controle mais racional das populações de pulgas é necessário conhecer melhor alguns aspectos da biologia desse inseto, como a influência da temperatura. Muito embora Metzger; Rust (1997) já tenham determinado os efeitos da temperatura no ciclo de desenvolvimento de *C. felis*, as exigências térmicas para essa espécie ainda não foram estudadas.

Segundo Hadad; Parra; Moraes (1999) a utilização de modelos matemáticos para previsão de aumento populacional de espécies-praga, se faz elemento indispensável para implementação de programas de controle integrado de manejo e,

dentre os componentes desses modelos, a temperatura ocupa posição destaque, sendo esse elemento climático um dos que afetam mais diretamente os insetos.

Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar as exigências térmicas e viabilidade dos estágios de desenvolvimento para *C. felis*.

MATERIAL E MÉTODOS

Para criação e manutenção de *C. felis*, foram utilizados três cães, sem raça definida, com idades variando entre 3 e 10 anos, previamente tratados com solução *spot on* à base de Fipronil, em duas aplicações com intervalo de 20 dias cada e verificada a eliminação de todos os ectoparasitos. Cerca de 45 dias após a última aplicação do inseticida, esses cães foram infestados com 30 casais de *C. felis* cada e mantidos em canil, cujas instalações foram previamente tratadas com piretróides para eliminação de ectoparasitas e mantidos sem contato com outros cães.

Para obtenção dos ovos, os cães eram postos a pernoitar em gaiolas de ferro com medidas de 70cm x 60cm x 50cm, com fundo gradeado e acoplada ao fundo da gaiola uma bandeja de plástico branco, com medidas de 60cm x 45cm x 10cm, forrada com fundo de cartolina preta para facilitar a coleta dos ovos das pulgas.

Os ovos eram coletados da bandeja de plástico com pincel de cerda única, umedecido em água e acondicionados em placas de Petry forradas com papel filtro em áreas previamente demarcadas a lápis para facilitar a visualização da eclosão. Nas placas de Petry com divisão interna, foram dispostos cinco ovos por cada metade da placa, 10 ovos por placa, em 20 placas, totalizando 200 ovos por cada temperatura testada, anotando-se suas eclosões duas vezes ao dia.

As larvas eclodidas nas placas de Petry foram alimentadas *ad libitum* com um substrato contendo farinha de sangue bovino, ração para gatos e areia fina, na proporção de 3:1:1, respectivamente, previamente esterilizado em estufa a 150°C, durante 15 minutos. Esta metodologia de nutrição se assemelha ao proposto por Metzger; Rust (1997) e Correia et al. (2003), apenas sem a adição de levedo de cerveja.

As pupas eram coletadas das placas de Petry e acondicionadas em tubos de ensaio vedados com tecido de *nylon* e elástico até a emergência dos adultos. Os adultos eram mortos com álcool a 70%, identificados por gênero e acondicionados em tubos plásticos do tipo *eppendorf*.

As placas de Petry contendo ovos e larvas e os tubos de ensaio com as pupas foram acondicionadas em estufa B.O.D., nas temperaturas de 18°C, 22°C, 26°C, 30°C e 34°C \pm 0,5° e umidade relativa do ar a 90% \pm 5%, sendo observadas diariamente às 8:00 e 18:00 hs. Quando no final do período pupal, nas observações diárias os tubos de ensaios eram agitados para estimular a eclosão dos adultos.

Para análise estatística, a comparação de médias das variáveis dependentes: períodos de eclosão dos ovos, período larval, período pupal e período de desenvolvimento ovo-adulto em função da variável independente temperatura, foram realizadas individualmente por análise de variância, conforme teste de Tukey com nível de significância de 5%. Também foi realizado um teste ANOVA a 2-fatores para comparar o ciclo total com a temperatura e sexo dos adultos eclodidos, sendo realizada análise de variância, conforme teste de Tukey com nível de significância de 5%.

Na determinação das exigências térmicas, o limite inferior de temperatura (T_b) e a constante térmica (K), em graus-dia (GD), foram calculados pelo Método da Hipérbole (HADDAD; PARRA; MORAES, 1999), baseando-se na duração médias dos períodos de eclosão dos ovos, período larval, período pupal e ciclo ovo-adulto, nas temperaturas de 18, 22, 26, 32°C.

Este trabalho foi aprovado sob parecer “Favorável” pela Comissão de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Pelotas – UFPEL, em processo de nº 23110.004046/2013-89.

RESULTADOS

O período médio de eclosão dos ovos a 18, 22, 26 e 30°C com umidade relativa do ar a 90% foi, respectivamente, de 5,50; 3,39; 2,42; 2,02 dias (Tabela 1), variando significativamente conforme a temperatura ($F= 2797,486$, $GL= 3$, $P< 0,001$), com maior viabilidade de eclosão aos 26°C (89,5%).

Também foram incubados ovos à temperatura de 34°C, processando-se a eclosão no período de dois dias, com viabilidade de apenas 77%. Nenhuma larva eclodida a essa temperatura completou seu desenvolvimento.

A viabilidade do desenvolvimento larval, nas temperaturas de 18, 22, 26 e 30°C foi, respectivamente, de 12,32; 19,3; 25,14; 27,27% (Tabela 1) e a duração média em dias do período variou significativamente conforme a temperatura ($F= 125,891$, $GL= 3$, $P< 0,001$).

Tabela 1. Duração média e viabilidade dos períodos de ovo, larva, pupa e ovo-adulto de *Ctenocephalides felis*, submetidas a diferentes temperaturas, com umidade relativa do ar de $90 \pm 5\%$.

Temp. (°C)	Ovo	Larva	Pupa	Ovo – Adulto
	Dias ($^4 \pm EP$)	Dias ($^4 \pm EP$)	Dias ($^4 \pm EP$)	Dias ($^4 \pm EP$)
	Viabilidade (%)	Viabilidade (%)	Viabilidade (%)	Viabilidade (%)
18	5,50 \pm 0,04a	43,12 \pm 1,74 ^a	16,22 \pm 0,32a	65,78 \pm 1,67a
	69,0	12,32	52,94	4,5
22	3,39 \pm 0,03b	31,72 \pm 0,81b	11,30 \pm 0,44b	46,30 \pm 0,93b
	85,5	19,3	69,7	11,5
26	2,42 \pm 0,03c	28,12 \pm 0,92c	7,12 \pm 0,30c	37,92 \pm 1,01c
	89,5	25,14	55,56	12,50
30	2,02 \pm 0,01d	16,10 \pm 0,43d	6,17 \pm 0,38c	23,17 \pm 0,56d
	82,5	27,27	51,11	11,50

* Letras diferentes entre médias indicam diferença significativa no teste Tukey a 5%.

O desenvolvimento pupal médio, variou significativamente conforme as temperaturas de 18 e 22°C, mas não houve diferença entre as temperaturas de 26 e 30° (F= 92,598, GL= 3, P< 0,001). O período médio foi de 16,22; 11,30; 7,12; 6,17 dias, respectivamente para as temperaturas de 18, 22, 26 e 30°C.

A temperatura influenciou significativamente o período de desenvolvimento total (ovo-adulto) (F= 243,144, GL= 3, P< 0,001). Os períodos variaram de 65,78; 46,30; 37,92; 23,17 dias (Tabela1).

As fêmeas eclodiram antes dos machos, em média, apenas nas temperaturas de 26 e 32°C, não havendo diferença significativa no período de eclosão entre machos e fêmeas em nenhuma das temperaturas testadas (Tabela 2).

Tabela 2. Duração média dos períodos pupa e ovo-adulto na eclosão de machos e fêmeas e razão sexual de *Ctenocephalides felis*, submetidas a diferentes temperaturas, com umidade relativa do ar de 90 ± 5%.

Temp. (°C)	Ovo – Adulto		
	Razão sexual	♂ Dias (⁴ ± EP)*	♀ Dias (⁴ ± EP)*
18	1	0	65,78 ± 1,44
22	0,56	46,55 ± 1,37	46,11 ± 1,20
26	0,76	39,33 ± 1,77	37,47 ± 0,99
30	0,78	24,80 ± 1,94	22,72 ± 1,02

* Não houve diferença significativa entre as médias dos períodos em dias em relação a sexo e temperatura.

Os modelos matemáticos (Tabela 3) expressam a velocidade de desenvolvimento dos períodos médios de eclosão dos ovos, desenvolvimento larval, pupas e ciclo ovo-adulto, com as respectivas temperaturas-bases de 10,91; 11,38; 11,18 e 12,00.

Tabela 3. Modelo matemático da velocidade de desenvolvimento (Y), temperatura base (Tb), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R²) dos diferentes períodos de desenvolvimento de *Ctenocephalides felis*, estimados pelo Método da Hipérbole a partir das temperaturas de 18, 22, 26 e 30°C.

Estágios	Modelo matemático	Tb (°C)	K (GD)	R ² (%)
Ovo	$Y = -0,288490096 + 0,026448296X$	10,91	37,81	99,41
Larva	$Y = -0,034381232 + 0,003019954X$	11,38	331,13	85,99
Pupa	$Y = -0,098764447 + 0,008830517X$	11,18	113,24	97,49
Ovo-Adulto	$Y = -0,026603788 + 0,002216106X$	12,00	451,24	91,54

A faixa de temperatura ótima para desenvolvimento de todas as fases do ciclo de *C. felis* foi de 22 a 26°C. Nas temperaturas de 30° e 34°, com umidade relativa de 90%, houve desenvolvimento de fungos no substrato.

A temperatura influenciou na velocidade do ciclo de desenvolvimento de *C. felis* em seus três estágios, ovo, larva e pupa. Foi observado que o desenvolvimento dos três estágios é mais tardio nas temperaturas mais baixas e, mais precoce, nas temperaturas altas. Com relação ao gênero, houve diferença no tempo de eclosão da fêmea com relação ao macho, apenas nas temperaturas de 26 e 32°C.

DISCUSSÃO

Silverman; Rust; Reiersen (1981) descrevem que a 21, 27 e 32°C, com umidade relativa de 75%, a eclosão média dos ovos se processa em 3, 2 e 1,5 dias, respectivamente. E a 35°C de temperatura constante, apenas 30% das larvas incubadas desenvolveram casulos pupais, porém, nenhum adulto eclodiu desses casulos, o que foi observado de forma semelhante em nosso trabalho, onde, na temperatura de 34°C, não houve desenvolvimento larval.

Nas temperaturas de 30° e 34°, com umidade relativa de 90%, houve desenvolvimento de fungos no substrato, concordando com o que relatam Silverman; Rust; Reiersen (1981), que ocorre queda acentuada no desenvolvimento larval com umidade relativa a 100%, pelo desenvolvimento de fungos no substrato

A menor viabilidade dos estágios larvais, quando comparada à viabilidade dos outros estágios (Tabela 1), segundo Rust; Dryden (1997) se deve ao fato de ser esta fase do ciclo mais exposta aos fatores bióticos e abióticos, sendo extremamente susceptíveis à temperatura e umidade.

Em todas as temperaturas testadas foi observada que uma grande quantidade de larvas não desenvolveu casulo pupal, o que concorda com o exposto por Rust; Dryden (1997) quando afirmam que as larvas somente desenvolvem casulos quando encontram um apoio no sentido vertical. Estas larvas desenvolveram as denominadas *naked pupa*, ou seja, pupas nuas.

Os períodos desenvolvimento total (ovo-adulto) variaram de 65,78; 46,30; 37,92; 23,17 dias (Tabela1). Estes dados são semelhantes aos apresentados por Silverman; Rust; Reiersen (1981), que descreveram a duração total do ciclo.

Segundo Metzger; Rust (1997) existe diferença significativa no período de eclosão em dias entre fêmeas e machos, nas temperaturas de 15,5; 21,1 e 26,7°C, sendo que as fêmeas eclodem, respectivamente de 9; 5 e 2 dias antes dos machos nessas temperaturas, o que não foi verificado plenamente em nosso trabalho, onde as fêmeas eclodiram antes dos machos, em média, apenas nas temperaturas de 26 e 32°C, não havendo diferença significativa no período de eclosão entre machos e fêmeas em nenhuma das temperaturas testadas (Tabela 2).

A temperatura-base determinada pelo cálculo de exigências térmicas para o ciclo ovo-adulto, 12°C, muito próxima à citada por Silverman; Rust; Reiersen (1981), trabalhando com o ciclo em laboratório, quando relatam que *C. felis* cessa seu desenvolvimento a 13°C.

A faixa de temperatura ótima para desenvolvimento de todas as fases do ciclo de *C. felis* foi de 22 a 26°C, ao contrário do que afirmaram Silverman; Rust; Reiersen (1981), que citam as temperaturas próximas dos 32°C como ideais ao desenvolvimento do ciclo, com umidade relativa a 75%.

As exigências térmicas, enquanto modelo matemático, quando associado às previsões climáticas, e ao conhecimento da epidemiologia e sazonalidade das espécies de pulgas, permite previsões precoces mais ou menos seguras quanto ao desenvolvimento das gerações de sifonápteros parasitos dos cães, propiciando a aplicação de medidas para evitar as grandes cargas parasitárias nos animais de companhia.

REFERÊNCIAS

BITAM, I.; DITTMAR, K.; PAROLA, P.; WHITING, M.F.; RAOULT, D. Fleas and flea-borne diseases. **International Journal of Infectious Diseases**, v.14, n. 8, e. 667-676, 2010.

CORREIA, T.R.; SOUZA, C.P.; FERNANDES, J.I.; MARTINS, I.V.F.; SANTOS, H.D.; SCOTT, F.B. Ciclo biológico de *Ctenocephalides felis felis* (Bouché, 1835) (Siphonaptera: Pulicidae) a partir de diferentes dietas artificiais. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 5, n. 2, p. 153-160, 2003.

DAY, M.J. One health: the importance of companion animal vector-borne diseases. **Parasites and Vectors**, v. 49, n. 4, 2011.

HADDAD, M.L.; PARRA, J.L.P.; MORAES, R.C.B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos**. Piracicaba, São Paulo: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1999, 30 p.

LINARDI, P.M. Checklist de Siphonaptera (Insecta) do Estado de São Paulo. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1a, p. 1-11, 2011.

METZGER, M.E.; RUST, M.K. Effect of temperature on cat flea (Siphonaptera: Pulicidae) development and overwintering. **Journal of Medical Entomology**, v. 34, n. 2, p. 173-178, 1997.

RUST, M.K. Advances in the control of *Ctenocephalides felis* (cat flea) on cats and dogs. **Trends in Parasitology**, v. 21, n. 5, p. 232-236, 2005.

RUST, M.K. Insecticide resistance in fleas. **Insects**, v. 10, n. 7, 2016.

RUST, M.K.; DRYDEN, M.W. The biology, ecology and management of the cat flea. **Annual Review of Entomology**, v. 42, p. 451-473, 1997.

SILVERMAN, J.; RUST, M.K.; REIERSON, D.A. Influence of temperature and humidity on survival and development of the cat flea, *Ctenocephalides felis* (Siphonaptera: Pulicidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 18, n. 1, p. 78-73. 1981.