

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

Tabelas de Esperança de Vida e Fertilidade para *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) em Condições de Laboratório e Campo

KARLLA B. GODOY E FRANCISCO J. CIVIDANES

Depto. Fitossanidade, FCAV/UNESP, via de acesso Paulo Donato Castellane s/n°, 14870-000, Jaboticabal, SP

Neotropical Entomology 31(1): 041-048 (2002)

Age-Specific Life Tables of *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) Under Laboratory and Field Conditions

ABSTRACT – In this study, the aphid *Lipaphis erysimi* (Kalt) was reared at different temperatures, under laboratory and field conditions, aiming to obtain age-specific life tables. In the laboratory, *L. erysimi* was fed on kale, *Brassica oleracea* L. var. *acephala*, and kept in incubators adjusted to 10, 15, 20, 25 and 30°C, 14h photophase and 70±10% RH. The longest mean generation time (T) was observed at 15°C (23.86 days) and the shortest at 30°C (7.18 days), while the smallest net reproductive rate (R_0) occurred at 15°C (4.30) and largest one at 25°C (38.29). For the temperatures of 15, 20, 25 and 30°C, the intrinsic rate of natural increase (r_m) and the finite rate of increase (λ) were 0.06/1.06, 0.24/1.27, 0.28/1.33 and 0.23/1.25, respectively. The doubling time (DT) at 15, 20, 25 and 30°C were 11.55, 2.80, 2.47, and 3.01 days, respectively. Under field conditions, the net reproductive rate (R_0) of *L. erysimi* was larger in the winter (53.50) than in the summer (40.99), the same being observed for the mean generation time (T), which was 13.85 days in the winter and 7.57 days in the summer. The intrinsic rate of natural increase (r_m) and the finite rate of increase (λ) were 0.29/1.34 and 0.40/1.63 for winter and summer, respectively. The doubling time (DT) observed for winter (2.39 days) was larger than the one observed for summer (1.41 days). The temperature affects longevity of *L. erysimi* and the best parameters of life table of fertility under laboratory conditions are obtained at 25°C. The data obtained in field conditions reinforced this finding. The daily fecundity was higher and longevity was smaller in the summer than in the winter, thus increasing the innate capacity of increasing in number and duplicating the population in a shorter period of time.

KEY WORDS: Insecta, temperature, aphid, *Brassica oleracea*.

RESUMO – O pulgão *Lipaphis erysimi* (Kalt.) foi criado a diferentes temperaturas, visando-se obter tabelas de esperança e fertilidade de vida em condições de laboratório e campo. Os insetos foram mantidos sobre couve, *Brassica oleracea* L. var. *acephala*, em câmaras climatizadas a 15, 20, 25 e 30°C, fotofase de 14h e UR de 70±10%. O intervalo de tempo de cada geração (T) foi maior a 15°C (23,86 dias) e menor a 30°C (7,18 dias), enquanto a taxa líquida de reprodução (R_0) foi menor a 15°C (4,30) e maior a 25°C (38,29). Nas temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C a capacidade inata de aumentar em número (r_m) e a razão finita de aumento (λ) foram 0,06/1,06, 0,24/1,27, 0,28/1,33 e 0,23/1,25, respectivamente. O tempo necessário para a população duplicar o número de indivíduos (TD) a 15, 20, 25 e 30°C, foi 11,55, 2,89, 2,47 e 3,01 dias, respectivamente. Para condições de campo, a taxa líquida de reprodução (R_0) para *L. erysimi* foi maior no inverno (53,50) do que no verão (40,99), o mesmo ocorrendo para o intervalo de tempo entre cada geração (T) que no inverno foi de 13,85 dias e no verão de 7,57 dias. A capacidade inata de aumentar em número (r_m) e a razão finita de aumento (λ) foram 0,29/1,34 e 0,40/1,63 para inverno e verão, respectivamente. O tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (TD) foi maior no inverno (2,39 dias) que no verão (1,41 dias). A longevidade de *L. erysimi* é, portanto, influenciada pela temperatura e os melhores parâmetros de tabela de vida de fertilidade em condições de laboratório são obtidos a 25°C. Os resultados obtidos no campo reforçam essa afirmação. *L. erysimi* apresentou maior fecundidade diária e menor longevidade no verão que no inverno, resultando na maior capacidade inata de aumentar em número e duplicando a população em menor tempo.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, temperatura, afídeo, *Brassica oleracea*.

A couve, *Brassica oleracea* L. var. *acephala*, é uma hortaliça conhecida mundialmente, sendo cultivada em praticamente todo o território brasileiro (Filgueira 1982, Lara *et al.* 1982). Destaca-se entre as hortaliças como um dos mais importantes alimentos para a nutrição humana por ser rica em ferro, cálcio, vitamina A e ácido ascórbico (Franco 1960).

Como na maioria das plantas cultivadas pelo homem, a incidência de insetos pragas na couve também é alta. Entre as pragas conhecidas, os pulgões têm grande importância, destacando-se a espécie *Lipaphis erysimi* (Kalt, 1843). Este pulgão tem distribuição mundial, ataca as partes terminais de talos e inflorescências de várias espécies de crucíferas, causando encarquilhamento e amarelecimento das plantas, além de atuar como vetor de mais de 10 tipos de vírus fitopatogênicos, incluindo aqueles responsáveis pelo anel negro da couve e mosaicos da couve-flor, do rabanete e do nabo (Peña-Martinez 1992).

A construção de tabelas de esperança e fertilidade de vida é um método comumente usado para estudar o desenvolvimento, padrões de fecundidade e sobrevivência, fundamentais para a compreensão da dinâmica populacional de um organismo (Southwood 1978). Tais estudos podem servir de base para o desenvolvimento de estratégias de controle de pragas, com o conseqüente aperfeiçoamento dos programas de manejo das mesmas (Wilson & Barnett 1983, Rabb *et al.* 1984).

Como no Brasil são escassos os estudos sobre a ecologia de *L. erysimi*, principalmente os relacionados com sua dinâmica populacional, o objetivo do presente trabalho foi determinar as tabelas de esperança de vida e de fertilidade para *L. erysimi* sob condições de laboratório e campo.

Material e Métodos

Este trabalho foi desenvolvido no laboratório de Ecologia de Insetos do Departamento de Fitossanidade e na área experimental do Departamento de Horticultura, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Jaboticabal, SP, de outubro de 1998 a setembro de 1999.

Tabelas de Vida em Laboratório. As tabelas de vida foram obtidas criando-se *L. erysimi* em laboratório em câmaras climatizadas, a 15, 20, 25 e 30°C, 14h de fotofase e 70±10% de umidade relativa.

Como planta hospedeira dos pulgões utilizou-se couve, *B. oleracea* var. *acephala* (híbrido Agroceres HE-350) mantida em pequenos vasos plásticos, contendo solo misturado com 1/3 de composto orgânico esterilizado em autoclave a 120°C por 3h.

Os estudos foram iniciados colocando-se 4 a 5 adultos de *L. erysimi*, no interior de gaiolas fixadas em folhas de couve e deixados nas câmaras climatizadas por 5h, visando a obtenção de ninfas de primeiro ínstar. Após esse período, os adultos foram retirados e 40 ninfas foram individualizadas em gaiolas e observadas diariamente até a fase adulta. Foram determinados o período reprodutivo, o número de ninfas/fêmea e a longevidade.

As gaiolas utilizadas para contenção dos pulgões foram feitas de plástico transparente, em formato cilíndrico (3 cm de diâmetro x 1 cm de altura), tendo uma das bordas coberta

com *voil* branco e a outra coberta por uma espuma de 3 mm de espessura. As gaiolas eram fixadas nas folhas de couve com o auxílio de um prendedor de alumínio, que tinha uma das hastes presa no *voil* e a outra em um anel plástico de diâmetro igual ao da gaiola.

As tabelas de vida foram calculadas baseando-se em Silveira Neto *et al.* (1976) e Krebs (1994). Para a elaboração da tabela de esperança de vida determinaram-se os valores de número de sobreviventes (L_x), número de indivíduos mortos (d_x), estrutura etária (E_x), esperança de vida (e_x) e probabilidade de morte na idade x ($100q_x$), onde:

$$E_x = [L_x + (L_{x+1})]/2$$

$$e_x = T_x/L_x$$

$$100q_x = (d_x/L_x).100$$

Através dos valores de intervalos de idade (x), fertilidade específica (m_x), probabilidade de sobrevivência (l_x) das tabelas de fertilidade de vida, foi calculada a taxa líquida de reprodução (R_0), o intervalo de tempo entre cada geração (T), a capacidade inata de aumentar em número (r_m), a razão finita de aumento (λ) e o tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (TD), onde:

$$R_0 = \sum (m_x l_x)$$

$$T = (\sum m_x l_x x) / (\sum m_x l_x)$$

$$r_m = \log_e R_0 / T = \ln R_0 / T$$

$$\lambda = e^{r_m}$$

$$TD = \ln(2) / r_m$$

Tabelas de Vida em Condições de Campo. Visando avaliar a sensibilidade do crescimento populacional de *L. erysimi* às flutuações de temperatura em condições de campo, foram elaboradas tabelas de esperança de vida e de fertilidade com base nos dados de desenvolvimento do pulgão no inverno (13/08 a 22/09/1998) e no verão (15/02 a 15/03/1999).

Os experimentos de campo foram desenvolvidos na cultura da couve, usando-se o mesmo híbrido citado anteriormente. A cultura apresentava área de 1300 m² (20 x 65 m), contendo aproximadamente 2300 plantas no espaçamento 1,0 x 0,5 m.

Para a obtenção de ninfas de primeiro ínstar, 40 gaiolas com 4 a 5 adultos de *L. erysimi* foram fixadas em folhas de couve. Após 5h os adultos foram retirados e as ninfas individualizadas em gaiolas, totalizando 119 ninfas no inverno e 97 no verão. As ninfas foram observadas diariamente para acompanhar seu desenvolvimento até a fase adulta, bem como a produção de descendentes e mortalidade. Os pulgões foram expostos às temperaturas de campo no interior de gaiolas para impedir a entrada de parasitóides e predadores. O cálculo para elaboração das tabelas de vida foi feito usando-se a mesma metodologia citada anteriormente.

Resultados e Discussão

Tabela de Esperança de Vida em Laboratório. A maior longevidade de adultos do pulgão *L. erysimi* foi observada a 20 e 25°C (32 e 34 dias), seguida pela longevidade a 15°C (23 dias), e a menor longevidade foi observada a 30°C (14

dias), demonstrando a influência da temperatura sobre esse parâmetro (Fig. 1).

A maior taxa de mortalidade (d_x) de *L. erysimi* a 15°C ocorreu entre o 2° e 3° dia de observação, quando 13 indivíduos morreram, o que proporciona uma probabilidade alta de morte ($100q_x$), de 41,9%. Nesse período os pulgões ainda encontravam-se na fase de ninfa, o que não ocorreu nas outras temperaturas onde a mortalidade iniciou-se somente após os pulgões tornarem-se adultos. Ausência de mortalidade de ninfas também foi observada por Sedlacek & Townsed (1990), em trabalhos realizados em condições de laboratório a 25°C, com *Myzus nicotinae* Blacman em três variedades de tabaco.

A esperança de vida (e_x), a 15°C foi relativamente baixa (8,9) para o primeiro dia, alcançando seu máximo aos 10,5 dias (17,3), tendo a partir daí uma queda acentuada até o final da observação. Nas temperaturas de 20, 25 e 30°C a esperança de vida iniciou-se relativamente alta, seguindo-se de queda até o último dia de avaliação (Fig. 1).

Tabela de Vida de Fertilidade em Laboratório. O período reprodutivo de *L. erysimi* iniciou-se no mesmo dia em que o pulgão se tornou adulto, nas temperaturas de 20, 25 e 30°C. A 15°C, entretanto, o início desse período ocorreu somente quatro dias após o aparecimento dos adultos. A duração dos períodos reprodutivos foram de 20, 33, 34 e 14 dias para as temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C, respectivamente, evidenciando que as temperaturas extremas (15 e 30°C) influenciaram no período reprodutivo de *L. erysimi* (Fig. 2).

A fecundidade diária média/fêmea observada para *L. erysimi* foi maior a 25°C (2,5 ninfas/fêmea/dia), seguida pela constatada a 20°C (2,3 ninfas/fêmea/dia). Na temperatura de 30°C foi observada a menor fecundidade diária média/fêmea (0,6 ninfas/fêmea/dia) enquanto que a 15°C observou-se um valor intermediário (1,6 ninfas/fêmea/dia) (Fig. 2).

Com relação à fecundidade total média/fêmea, observou-se a 25°C o maior valor (47,9 ninfas/fêmea) e a 15°C o menor valor (9,5 ninfas/fêmea). Nas temperaturas de 20 e 30°C as fêmeas apresentaram fecundidades de 35,3 e 19 ninfas/fêmea, respectivamente.

O intervalo de tempo entre cada geração (T) de *L. erysimi* diminuiu com o aumento da temperatura tendo sido de 23,9, 14,5, 12,8 e 7,2 dias para 15, 20, 25 e 30°C, respectivamente (Tabela 1). Igual tendência foi observada por Kocourek *et al.* (1994), trabalhando com *Aphis gossypii* Glover criada em pepino a temperaturas na faixa de 10 a 30°C.

A maior taxa líquida de reprodução (R_0) de *L. erysimi* ocorreu a 25°C (38,29), com valor intermediário a 20°C (32,93), sendo os valores mais baixos encontrados a 15°C (4,30) e 30°C (5,04) (Tabela 1). Tais resultados são semelhantes aos encontrados por Nowierski *et al.* (1995) para *Diuraphis noxia* Mordvilko, que foram maiores a 25°C (42,08) e menores nas temperaturas 10°C (15,89) e 30°C (9,16).

A capacidade inata de aumentar em número (r_m), foi menor na temperatura de 15°C ($r_m = 0,061$) e maior a 25°C ($r_m = 0,28$), enquanto que a 20 e 30°C foram encontrados os valores 0,24 e 0,23, respectivamente (Tabela 1). Estes valores de r_m divergem dos obtidos por Goel & Singh (1994), para a

mesma espécie de pulgão, de 0,103, 0,096 e 0,023, respectivamente, nas temperaturas de 14, 16 e 20°C, embora os autores tenham utilizado outro hospedeiro (mostarda). Os resultados encontrados no presente estudo são semelhantes aos obtidos por Nowierski *et al.* (1995), que observaram menor capacidade inata de aumentar em número (r_m) de *D. noxia* nas temperaturas mais baixas (10°C), e semelhantes, também, aos valores obtidos por Steenis & Khawass (1995) para *A. gossypii*, em que a inata capacidade de aumentar em número foi maior a 25°C ($r_m = 0,55$), do que a 20 e 30°C (0,43 e 0,51, respectivamente).

A razão finita de aumento (λ) encontrada foi de 1,06, 1,27, 1,32 e 1,25 ninfas/fêmea/dia, respectivamente para as temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C. Na menor temperatura ocorreu a menor razão finita de aumento, enquanto que na temperatura de 25°C obteve-se o maior valor (Tabela 1). Estes resultados diferem daqueles encontrados por Goel & Singh (1994) que, trabalhando com a mesma espécie de pulgão e usando mostarda como planta hospedeira, obtiveram razão finita de aumento de 1,109, 1,101 e 1,023 fêmeas/fêmea/dia para 14, 16 e 20°C, respectivamente.

O tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (TD) nas temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C foi de 11,55, 2,89, 2,47 e 3,01 dias, respectivamente, evidenciando-se que as fêmeas criadas a 25°C duplicam sua população mais rapidamente que nas demais temperaturas estudadas, em especial com relação à temperatura de 15°C (Tabela 1).

Portanto, os melhores parâmetros de tabela de fertilidade de vida encontrados nas diferentes temperaturas estudadas foram aqueles obtidos a 25°C.

Tabela de Esperança de Vida em Condições de Campo.

A longevidade máxima de adultos de *L. erysimi* no inverno foi de 33 dias, com a esperança de vida (e_x) máxima de 27,7 dias, enquanto no verão a longevidade máxima foi de 22 dias, com a esperança de vida (e_x) máxima de 16,1 dias (Fig. 3).

Tanto no inverno como no verão, não se observou mortalidade de ninfas de *L. erysimi*. Esta iniciou-se a partir de 9,5 e 5,5 dias de observação para o inverno e verão, respectivamente (Fig. 3).

A maior mortalidade (d_x) durante o inverno foi observada entre o 35° e o 36° dia de observação, quando 11 indivíduos morreram com probabilidade de morte ($100q_x$) de 40,7%. No verão, as maiores mortalidades observadas foram entre o 15° e o 16° dia e entre o 17° e o 18° dia, ambas com 11 indivíduos mortos, não se observando mortalidade de ninfas para as duas estações em estudo. O padrão de sobrevivência e a esperança de vida ao longo do período avaliado foram semelhantes no inverno e no verão (Fig. 3).

Tabela de Vida de Fertilidade em Condições de Campo.

Nas duas estações estudadas, a fase reprodutiva de *L. erysimi* iniciou-se no mesmo dia de surgimento dos adultos, não ocorrendo, portanto, período pré-reprodutivo.

A duração do período reprodutivo (m_x) no inverno foi maior (33 dias) do que o observado no verão (22 dias) (Fig. 4). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Nowierski *et al.* (1983), para o pulgão *Chromaphis juglandicola* Kaltentbach.

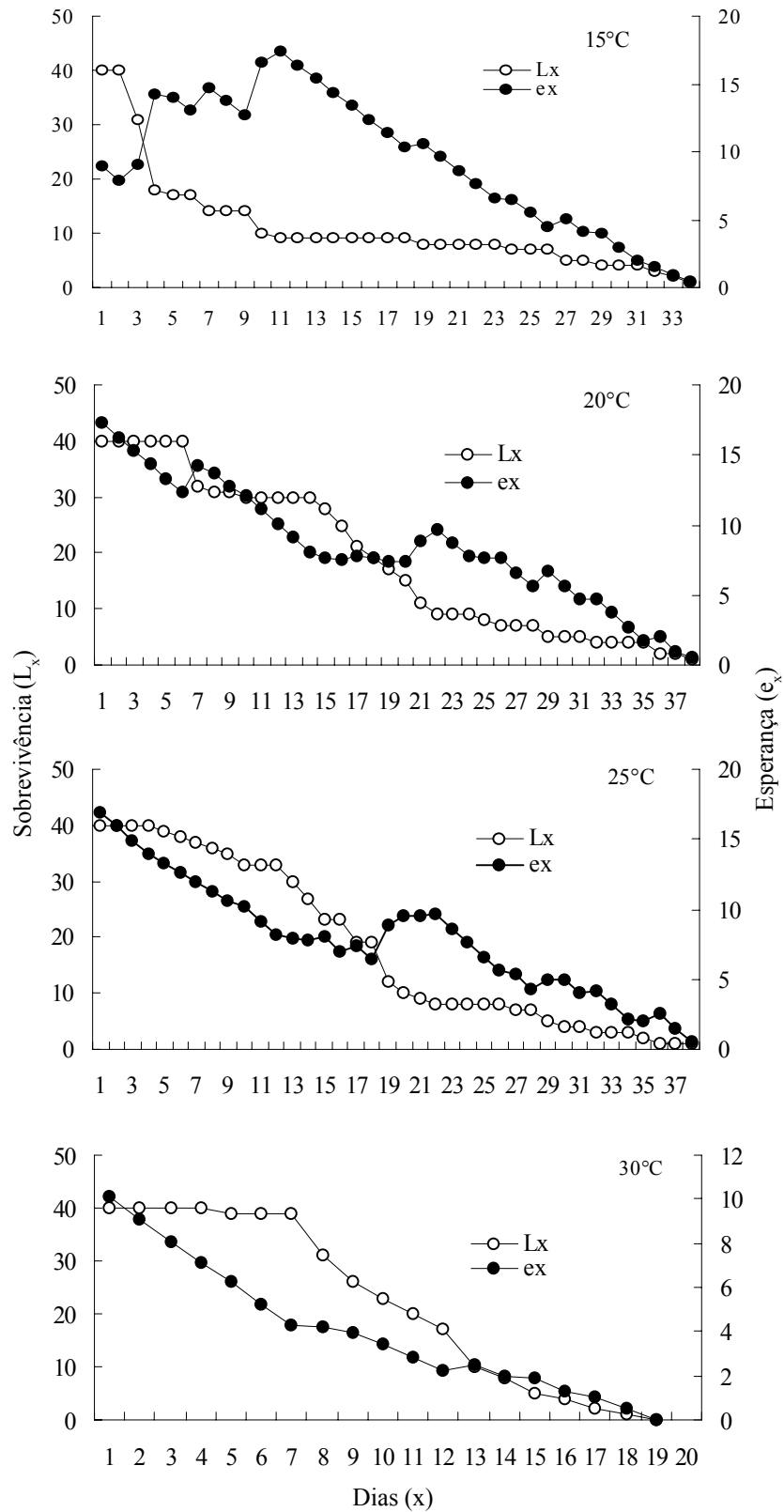


Figura 1. Sobrevivência (L_x) e esperança de vida (e_x) de *L. erysimi* a 15, 20, 25 e 30°C. UR: 70±10% e fotofase de 14h.

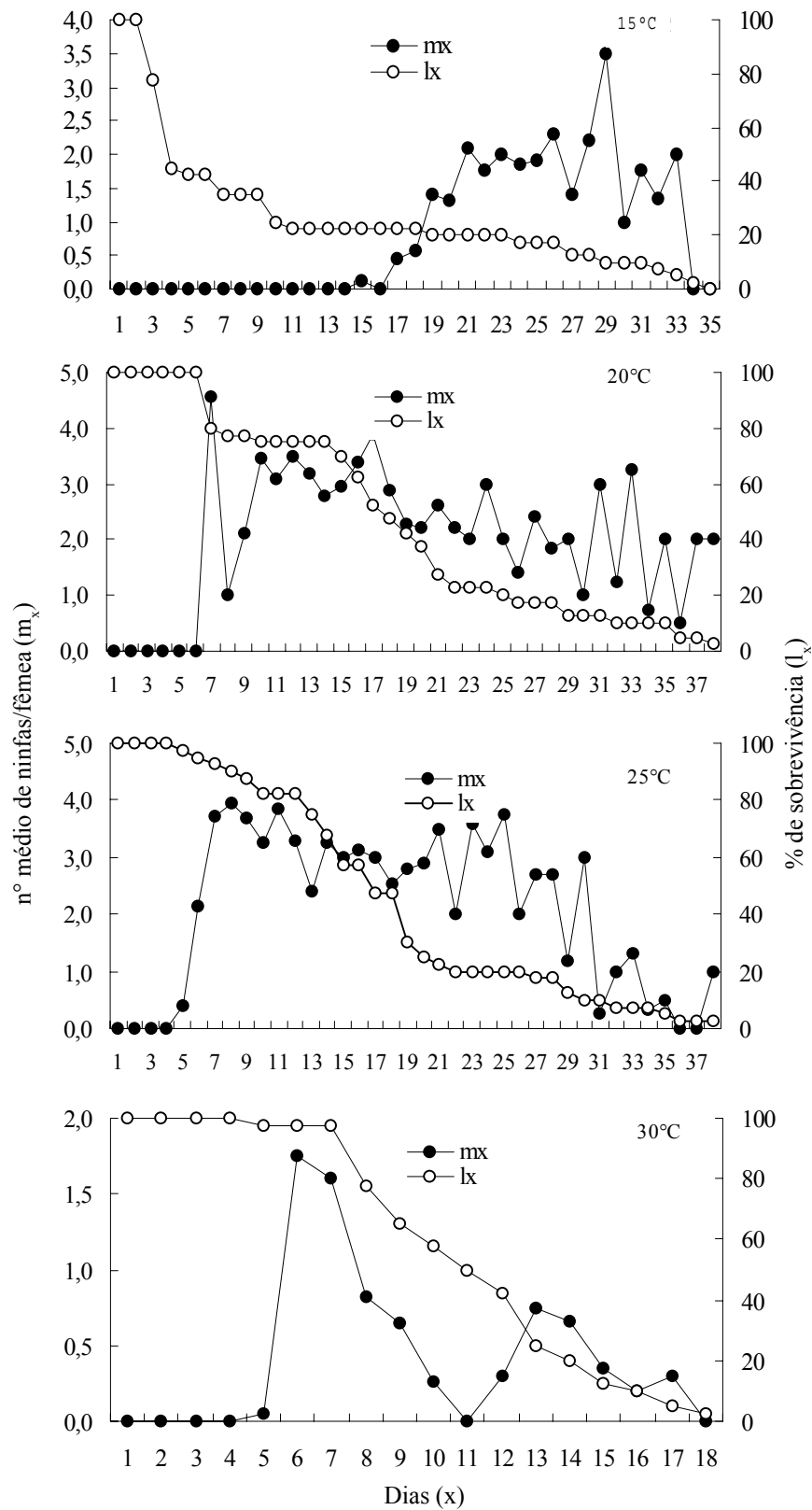


Figura 2. Número médio de ninfas/fêmea (m_x) e porcentagem de sobrevivência (l_x) de *L. erysimi* a 15, 20, 25 e 30°C. UR: 70±10% e fotofase de 14h.

Tabela 1. Parâmetros de tabela de vida de fertilidade de *L. erysimi* em condições de laboratório e campo. Jaboticabal, SP, 1998/99.

Laboratório/ Temp. °C	T	R ₀	r _m	λ	TD
15	23,86	4,30	0,06	1,06	11,55
20	14,46	32,93	0,24	1,27	2,89
25	12,81	38,29	0,28	1,33	2,47
30	7,18	5,04	0,23	1,25	3,01
Campo					
Inverno (30,1 ¹ , 23,4 ² , 17,9 ³)	13,85	53,49	0,29	1,34	2,39
Verão (30,3 ¹ , 23,7 ² , 20,3 ³)	7,57	40,90	0,49	1,63	1,41

T= intervalo de tempo entre cada geração; R₀= taxa líquida de reprodução; r_m= capacidade inata de aumentar em número; λ= razão finita de aumento; TD= tempo necessário para população duplicar em número de indivíduos

^{1 2 3}Médias das temperaturas em °C, máxima, média e mínima registradas durante o transcorrer dos experimentos

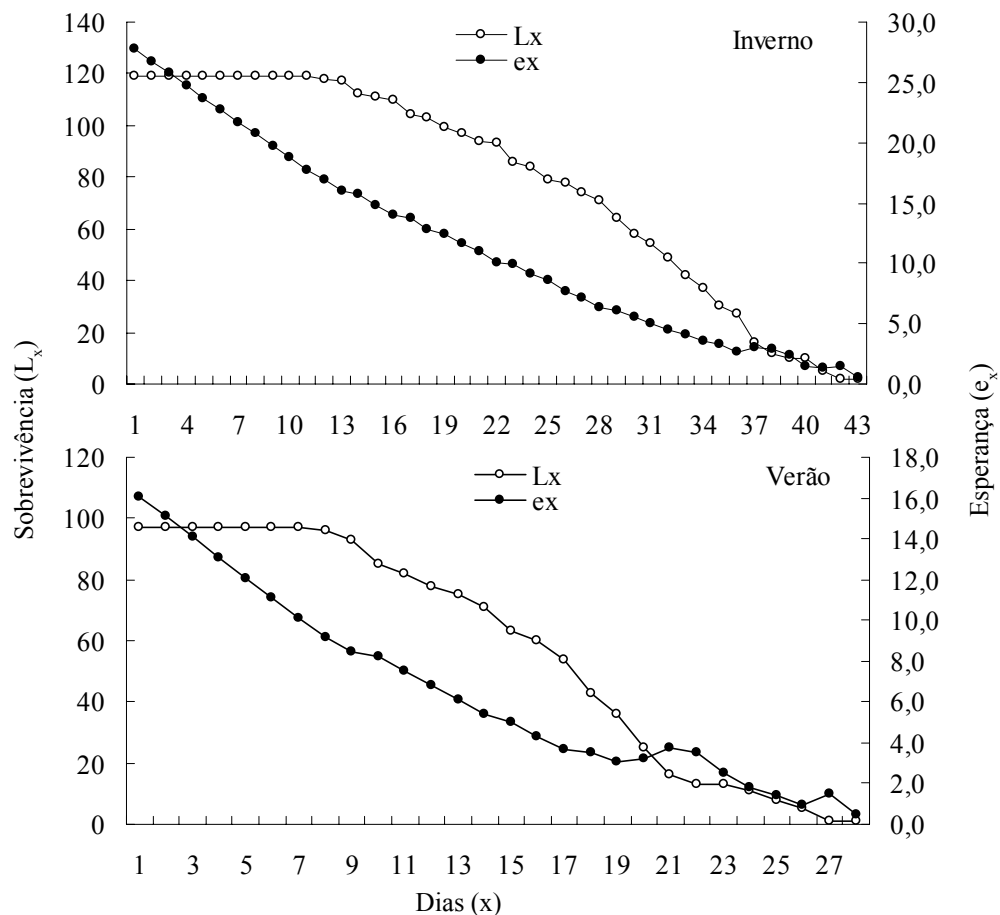


Figura 3. Sobrevivência (L_x) e esperança de vida (e_x) de *L. erysimi* no inverno e verão. Jaboticabal, SP-1998/99.

A fecundidade diária média /fêmea no verão (3,5 ninfas/fêmea/dia) foi maior que no inverno (2,9 ninfas/fêmea/dia). O oposto foi observado para a fecundidade total média/fêmea, em que cada fêmea produziu, em média 38,8 ninfas no verão e 50,8 ninfas no inverno.

A taxa líquida de reprodução (R_0) de *L. erysimi* foi de

53,50 e 40,99 para as condições de inverno e de verão, respectivamente. O intervalo de tempo entre cada geração (T), isto é, o tempo que decorre do nascimento dos pais ao nascimento dos seus descendentes, foi maior no inverno (13,85 dias) que no verão (7,57 dias) (Tabela 1).

Os valores da razão finita de aumento (λ) foram 1,34 e

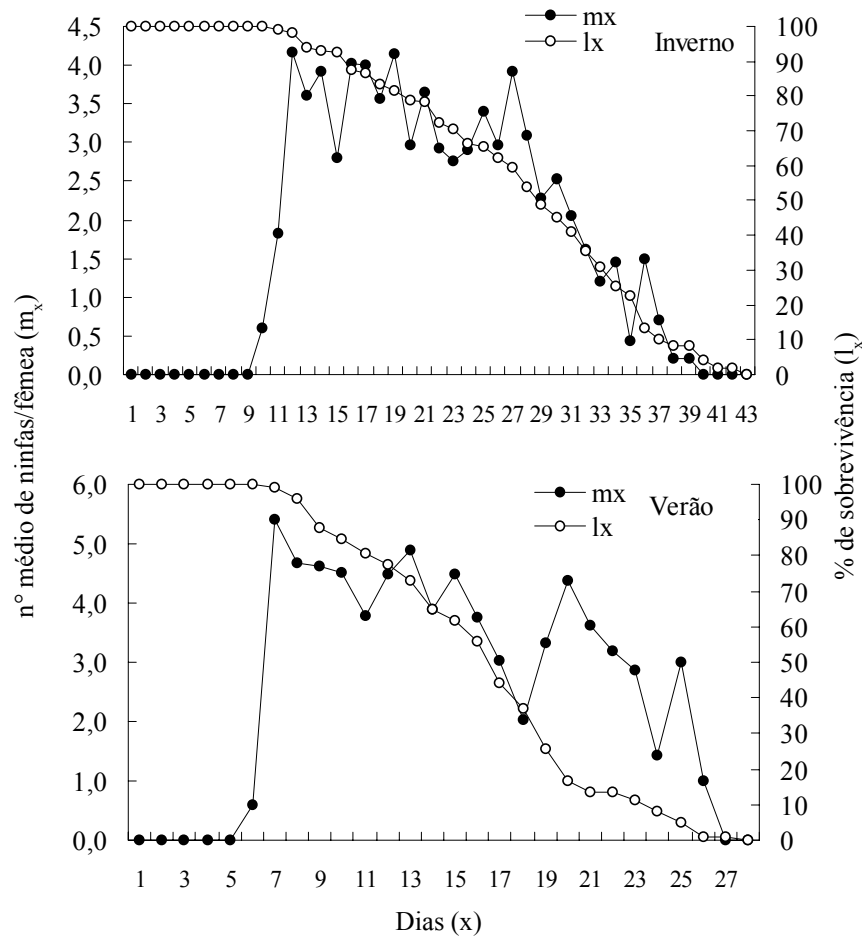


Figura 4. Número médio de ninfas/fêmea (m_x) e porcentagem de sobrevivência (l_x) de *L. erysimi* no inverno e verão. Jaboticabal, SP-1998/99.

1,63 ninfas/fêmea/dia e a capacidade inata de aumentar em número (r_m) foi 0,29 e 0,49 para inverno e verão, respectivamente, indicando que em temperaturas mais elevadas, o desenvolvimento do pulgão foi favorecido (Tabela 1). Valor maior de r_m em temperaturas mais elevadas também foi verificado por Elliott & Kieckhefer (1989), trabalhando com *Rhopalosiphum padi* (L.).

Como consequência, o tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (TD) foi maior no inverno (2,39 dias) que no verão (1,41 dia), ou seja, com o aumento da temperatura as fêmeas de *L. erysimi* duplicam sua população mais rapidamente (Tabela 1). Nowierski *et al.* (1983) trabalhando com o afídeo *C. juglandicola* na primavera, verão e outono constataram que na estação de menor temperatura média (primavera), o TD foi superior aos observados no verão e outono, que apresentaram temperaturas médias mais elevadas.

Conclui-se que, em condições de campo, *L. erysimi* apresenta maior fecundidade diária e menor longevidade no verão que no inverno, resultando na menor capacidade inata de aumentar em número e reduzindo o tempo necessário para duplicar a população de afídeos.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela concessão de bolsa para os dois autores. À FAPESP, pelo financiamento do projeto. Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Sousa-Silva da Universidade Federal de São Carlos, pela identificação da espécie estudada.

Literatura Citada

- Elliott, N.C. & R.W. Kieckhefer. 1989.** Effects of constant and fluctuating temperatures on immature development and specific life tables of *Rhopalosiphum padi* (L.) (Homoptera: Aphididae). *Can. Entomol.* 121: 131-140.
- Filgueira, F. A R. 1982.** Manual de olericultura. São Paulo, Agronômica Ceres, 357p.
- Franco, G. 1960.** Tabela de composição química de alimentos. 3 ed., Rio de Janeiro, Serviço de Alimentação da Previdência Social, 194p.
- Goel, S.C. & B. Singh. 1994.** The intrinsic rate of natural

- increase and the life expectancy of *Lipaphis erysimi* (Kalt.) on mustard in India. *Insect Sci. Appl.* 15: 287-291.
- Kocourek, F., J. Havelka, J. Berankova & V. Jarosik. 1994.** Effect of temperature on development rate and intrinsic rate of *Aphis gossypii* reared on greenhouse cucumbers. *Entomol. Exp. Appl.* 71: 59-64.
- Krebs, C.J. 1994.** Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. New York, Harper & Row, 801p.
- Lara, F.M., F. Dal Acqua & J. C. Barbosa. 1982.** Integração de variedade resistente de couve, *Brassicae oleracea* var. *acephala*, com casca de arroz, no controle de *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758). *An. Soc. Entomol. Brasil* 11: 209-219.
- Nowierski, R.M., A.P. Gutierrez & J.S. Yaninek. 1983.** Estimation of thermal thresholds and age-specific life table parameters for the walnut aphid (Homoptera: Aphididae) under field conditions. *Environ. Entomol.* 12: 680-686.
- Nowierski, R.M., A. Zeng & A.L. Scharen. 1995.** Age-specific life table modeling of the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) on barley grown in benzimidazole agar. *Environ. Entomol.* 24: 1284-1290.
- Peña-Martinez, R. 1992.** Afidos como vectores de virus en Mexico. Montecillo, Centro de Fitopatologia, 135p.
- Rabb, R.L., G.R. Defoliari & G.G. Kennedy. 1984.** An ecological approach to managing insect populations, p.697-728. In C.B. Huffaker & R.L. Rabb (eds.), *Ecological Entomology*, New York, John Wiley.
- Sedlacek, J.D. & L.H. Townsend. 1990.** Demography of the Red Form of *Myzus nicotinae* (Homoptera: Aphididae) on burley tobacco. *J. Econ. Entomol.* 83: 1080-1084.
- Silveira Neto, S., O. Nakano, D. Barbin & N. Villa Nova. 1976.** Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Agronômica Ceres, 419 p.
- Southwood, T.R.E. 1978.** Ecological methods. 2.ed. New York, Chapman and Hall, 524p.
- Steenis, M.J. & E.L. Khawass. 1995.** Life history of *Aphis gossypii* on cucumber: influence of temperature, host plant and parasitism. *Entomol. Exp. Appl.* 76: 121-131.
- Wilson, L.T. & W.W. Barnett. 1983.** Degree-days: an aid in crop and pest management. *Calif. Agric.* 37: 4-7.

Received 12/05/2000. Accepted 15/01/2002.