

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

LUÍS FERNANDO VELOSO ALMEIDA

**DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO DE *Lipaphis pseudobrassicae* (DAVIS)
(HEMIPTERA: APHIDIDAE) EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

Uberlândia – MG

Janeiro – 2014

LUÍS FERNANDO VELOSO ALMEIDA

**DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO DE *Lipaphis pseudobrassicae* (DAVIS)
(HEMIPTERA: APHIDIDAE) EM DIFERENTES TEMPERATURAS.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Marcus Vinícius Sampaio

Uberlândia – MG

Fevereiro – 2014

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas oportunidades e desafios que proporcionaram a mim crescimento como profissional e humano.

Aos meus pais Eliane Márcia Veloso Almeida e Edson de Souza Almeida que juntamente com meu irmão Paulo Vitor Veloso Almeida, sempre me apoiaram em meus estudos e foram meus grandes impulsores na conquista deste tão almejado diploma. Aos meus parentes pela paciência e companhia durante meu curso de graduação.

Aos amigos pelos momentos de alegria e diálogo.

Especialmente ao Prof. Dr. Marcus Vinícius Sampaio pela orientação nos projetos de pesquisa, pela amizade e grandes contribuições para meu crescimento durante a faculdade.

A toda equipe do LACOB-UFU pelo apoio no desenvolvimento das pesquisas, em especial à Monique Ferreira de Souza e Samira Evangelista Ferreira.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológica, pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desse projeto.

Aos professores da Universidade Federal de Uberlândia pela aprendizagem oferecida.

RESUMO

BIOLOGIA EM DIFERENTES TEMPERATURAS E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Lipaphis pseudobrassicae* (DAVIS) (HEMIPTERA: APHIDIDAE)

Luís Fernando Veloso Almeida^{*} ; Marcus Vinícius Sampaio

O objetivo do trabalho foi determinar as exigências térmicas e a temperatura mais adequada para o desenvolvimento de *L. pseudobrassicae*. Foram avaliados os aspectos biológicos e construída a tabela de vida de fertilidade de *L. pseudobrassicae* em câmara climatizada nas temperaturas de 22, 25, 28 e 31°C. O período de desenvolvimento também foi avaliado a 16 e 19°C. Fêmeas adultas foram individualizadas em placas de Petri contendo disco foliar de couve sobre solução água/Ágar a 1%. O adulto foi retirado 24 horas após e manteve-se uma ninfa por placa. Foram avaliadas 60 ninfas por temperatura e realizadas observações diárias. O limite inferior de desenvolvimento e a constante térmica de *L. pseudobrassicae* foram de, respectivamente, 7,8°C e 111,11 graus-dia. A temperatura não influenciou o período reprodutivo e a longevidade deste pulgão e sua sobrevivência foi reduzida somente a 31°C. Em 22 e 25°C *L. pseudobrassicae* apresentou as maiores médias de fecundidade total e diária, taxa intrínseca de aumento e razão finita de aumento e o menor tempo para duplicar a população. Os principais parâmetros da tabela de vida de fertilidade de *L. pseudobrassicae* foram intermediários a 28°C e as menores médias foram observadas a 31°C. O desenvolvimento e o crescimento populacional de *L. pseudobrassicae* foram favorecidos a 22 e 25°C, no entanto, este afídeo apresentou alto crescimento populacional e sobrevivência a 28°C. As temperaturas de 22 e 25°C foram as mais adequadas para o desenvolvimento de *L. pseudobrassicae*.

Palavras-chave: *Brassica oleracea*, agricultura, Brassicaceae.

^{*} Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias, Campus Umuarama, Caixa postal 593. CEP: 38408-100, Uberlândia/MG – Brazil; Tel/fax: 55-34-3218-2225, E-mail: mvsampaio@iciag.ufu.br

ABSTRACT

BIOLOGY AT DIFFERENTS TEMPERATURES AND THERMAL REQUIREMENTS OF *Lipaphis pseudobrassicae* (DAVIS) (HEMIPTERA: APHIDIDAE)

This study aimed to determine the thermal requirements and the most suitable temperature for *L. pseudobrassicae*. Biological aspects of *L. pseudobrassicae* were evaluated and the fertility life table of this aphid was constructed in climate chamber at 22, 25, 28 and 31°C. The development period was also evaluated at 16 and 19° C. Adult females of *L. pseudobrassicae* were placed in Petri dishes containing a green collard leaf disc under a water solution / Agar 1%. The adult aphid was removed 24 hours later and was left one nymph per plate. Sixth *L. pseudobrassicae* nymphs per temperature were evaluated daily. The inferior thermal threshold and the thermal constant of *L. pseudobrassicae* were, respectively, 7.8°C and 111.11 degree-days. There was no influence of the temperature in the reproductive period and longevity of the aphid and its survivorship was reduced only at 31°C. The biggest values of total and daily fecundity, intrinsic rate of increase and finite rate of increase and the smallest time required to double the population were found at 22 e 25°C for *L. pseudobrassicae*. The main parameters of fertility life table of *L. pseudobrassicae* were intermediate at 28°C and the lowest were found at 31°C. The development and population growth of *L. pseudobrassicae* were favored at 22 and 25 ° C, however, this aphid presented a high population growth and survival at 28 ° C. The temperatures of 22 and 25 ° C were the most suitable for the development of *L. pseudobrassicae*.

Key-words: *Brassica oleracea*, agriculture, Brassicaceae.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 A couve-de-folha (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i> L.)	9
2.2 Os afídeos da couve.....	10
2.2.1 Identificação dos afídeos das brássicas.....	10
2.2.2 O afídeo <i>Lipaphis pseudobrassicae</i>	11
2.3 Influência da temperatura na biologia dos insetos	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Produção de mudas.....	13
3.2 Criação de insetos.....	13
3.3 Procedimento experimental.....	14
3.4 Análises dos dados	14
4 RESULTADOS.....	16
5 DISCUSSÃO.....	19
6 CONCLUSÕES.....	21
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

1 INTRODUÇÃO

A couve, *Brassica oleracea* L. var. *acephala*, é uma hortaliça conhecida mundialmente, sendo cultivada em praticamente todo o território brasileiro (FILGUEIRA, 2008; 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).

B. oleracea var. *acephala* é considerada uma cultura menos exigente, em relação às outras brássicas da mesma espécie, com bom desenvolvimento em temperaturas mais amenas (16 a 22°C), e assim como na maioria das plantas cultivadas pelo homem, a incidência de insetos pragas também é alta (FILGUEIRA, 2008).

Dentre as pragas que afetam as brássicas, destacam-se os afídeos *Brevicoryne brassicae* (Linné), *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) e *Myzus persicae* (Sulzer), os quais são considerados pragas-chave para estas culturas, causando danos como o encarquilhamento das folhas, devido a sucção contínua de seiva e ainda podem transmitir fitovírus (CIVIDANES & SOUZA, 2003; GODOY & CIVIDANES, 2001; BLACKMAN; EASTOP, 2000). Além disso, os afídeos são considerados pragas que apresentam elevado potencial biótico, ou seja, possuem grande capacidade de reprodução e dispersão, o que os tornam de difícil controle. Assim, em pouco tempo, a produtividade das brássicas pode ser prejudicada (SOUZA-SILVA & ILHARCO, 1995).

Pulgões da espécie *L. pseudobrassicae* tem ampla distribuição mundial, atacam 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).

Dentre os vários fatores que afetam a biologia dos insetos a temperatura é o mais importante (CAMPBELL; MACKAUER, 1975), por isso ela é considerada um fator determinante na produção agrícola, já que não afeta somente o ciclo das culturas, mas também os insetos, sendo eles pragas ou inimigos naturais (WILSON & BARNETT, 1983). A temperatura pode afetar a fertilidade, a razão sexual (DE CONTI *et al.*, 2010), a sobrevivência (MICHELOTTO *et al.*, 2005) e a disseminação dos insetos (SURVEKROPP *et al.*, 1997). Embora temperaturas constantes acima de 25°C sejam capazes de afetar negativamente os pulgões, causando aumento da mortalidade e

redução de sua fecundidade (SOGLIA et al. 2003; CHAGAS-FILHO et al., 2005; BARBOSA et al., 2006; DE CONTI, 2010), a relação entre a biologia de *L. pseudobrassicae* e as temperaturas entre 15 e 31°C ainda é pouco estudada. Segundo Godoy e Cividanes (2002), *L. pseudobrassicae* apresenta pico reprodutivo a 25°C, reprodução intermediária a 20°C, e valores menores a 15 e 30°C, apresentando em condições de campo maior fecundidade diária e menor longevidade no verão que no inverno.

Estudando a biologia de um inseto em, no mínimo, quatro temperaturas, podemos desenvolver um gráfico no qual teremos no eixo das abscissas as temperaturas e no eixo das ordenadas o desenvolvimento do inseto. Se plotados no gráfico, os dados de desenvolvimento e a porcentagem de mortalidade, teremos uma curva sigmóide para a taxa de desenvolvimento e uma curva em U para a porcentagem de mortalidade. A porção mediana da curva sigmóide apresenta aspecto linear, e representa a faixa de temperatura na qual os insetos apresentam condições ideais para seu desenvolvimento. A temperatura na qual a taxa de desenvolvimento é nula e a curva sigmoide toca o eixo das abscissas é chamada de temperatura base inferior de desenvolvimento (LIU; ZHANG; ZHU, 1995). A determinação dessa temperatura limitante para o desenvolvimento é de grande importância, pois permite avaliar a adaptabilidade e crescimento populacional dos pulgões em várias regiões (DE CONTI et al., 2010).

Estudos da biologia dos insetos em temperaturas constantes podem nos gerar informações que indicam a adaptação desses organismos às diferentes faixas de temperatura. Desta forma é possível determinar a faixa de temperatura ideal para o desenvolvimento do inseto, ou seja, aquela em que este apresenta a menor mortalidade e maior fecundidade. O uso de índices como os requerimentos térmicos e os índices de tabela de vida facilitam ainda mais o entendimento da relação dos insetos com a temperatura. Quanto mais adaptado a temperaturas baixas, menor é a temperatura base e maior é a constante térmica (SAMPAIO et al., 2003). Além disso, o potencial reprodutivo e a sobrevivência são maiores nas temperaturas em que o inseto estiver mais bem adaptado (DE CONTI et al., 2010).

Desta forma, este trabalho teve como objetivos determinar as exigências térmicas de *L. pseudobrassicae* e verificar, por meio dos aspectos biológicos e parâmetros da tabela de vida de fertilidade, a melhor faixa de temperatura para o desenvolvimento deste pulgão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A couve-de-folha (*Brassica oleracea* var. *acephala* L.)

A couve ou couve-de-folha é uma hortaliça arbustiva, anual, herbácea, com caule vertical ereto que suporta bem a planta, sempre emite novas folhas em seu ápice e não forma cabeça. É a brassica que mais se assemelha à ancestral couve silvestre. As folhas são grandes, com pecíolo longo, nervuras bem destacadas e apresentam limbo desenvolvido, arredondados, com superfície lisa ou ondulados, bordas não recortadas, coloração verde-clara a verde-escura, coberta por fina camada de cera, em maior ou menor quantidade em função de variedade (FILGUEIRA, 2008).

Os clones utilizados no cultivo são tradicionalmente conhecidos em Minas Gerais, São Paulo e Goiás como do tipo “Manteiga”. Estes clones ainda são muito utilizados porque produzem folhas mais macias, com melhor sabor e aspecto, sendo de maior valor comercial (FILGUEIRA, 2008)

O tamanho da planta de couve é variável conforme as variedades ou híbridos, vigor das plantas e condições climáticas, fertilidade do solo e sanidade de plantas. Para uma adequada produção de folhas normalmente recomenda-se retirar os brotos laterais que as plantas emitem normalmente na sua haste. A planta é hermafrodita (tem os dois sexos na mesma flor) e a polinização, na maioria dos casos, é cruzada, podendo ocorrer a autofecundação em algumas poucas flores. Nas Brassicáceas, as plantas são alógamas, isto é, ocorre uma autoincompatibilidade incompleta e as abelhas desempenham papel fundamental na polinização cruzada entre as plantas (FILGUEIRA, 2008).

Quanto às características edáficas, Filgueira (2008) afirma que a couve é uma cultura pouco exigente em termos nutricionais e se adapta melhor a solos argilosos, com pH 5,5 a 6,5. Além disso, a couve também é caracterizada por ser muito exigente em água, sendo necessário manter o nível de água útil no solo próximo da capacidade de campo ao longo do ciclo da cultura.

A couve é uma hortaliça de grande importância na alimentação humana, principalmente pelo fornecimento de fibras, sais minerais, vitaminas e ainda possuem alto teor de cálcio, ferro e fósforo, os três minerais mais importantes para a alimentação humana (FILGUEIRA, 2008), além de possuir vitamina A e ácido ascórbico (FRANCO, 1960).

2.2 Os afídeos da couve

Os pulgões (Hemiptera: Aphididae) estão entre as principais pragas de interesse agrícola em várias culturas, tanto no campo como em cultivos protegidos, e, devido ao seu hábito alimentar, podem causar dois tipos de danos, os diretos e os indiretos. Em muitas culturas agrícolas, os danos diretos estão relacionados à sucção de grandes quantidades de seiva causando o depauperamento e encarquilhamento das plantas, Já os danos indiretos ocorrem devido a sua capacidade intrínseca de transmitirem viroses às plantas e por se desenvolverem fumaginas (fungos saprófitas) em suas excretas, causando redução na capacidade fotossintética e depreciação comercial de flores e frutos. Apesar da necessidade de controlar os afídeos, existem, porém, dois fatores responsáveis que tornam difícil o controle: a elevada capacidade reprodutiva e de dispersão entre as plantas (BLACKMAN & EASTOP, 2000; PEÑA-MARTÍNEZ, 1992; SAMPAIO et al., 2003).

Na Cultura da couve, o sintoma evidente do ataque de afídeos é o encarquilhamento e também há a possibilidade de transmissão de vírus às plantas. O *Turnip mosaic virus* (TuMV), que afeta inúmeras espécies de plantas cultivadas ou silvestres (brassicáceas, asteráceas e solanáceas), pode ser transmitido à couve pelos pulgões causando sintomas de clareamento, mosaico, mosqueado e distorções no tecido foliar (MARINGONI, 2005).

Os afídeos encontram-se amplamente distribuídos geograficamente, podendo ser encontradas em praticamente todas as regiões do planeta. Destacam-se no Brasil as espécies *B. brassicae*, *L. pseudobrassicae* e *M. persicae* pelos danos causados principalmente às brássicas, sendo as únicas espécies que colonizam essas culturas (GALLO et al., 2002; PEÑA-MARTÍNEZ, 1992; SOUSA-SILVA & ILHARCO, 1995).

2.2.1 Identificação dos afídeos das brássicas

Cada espécie de pulgão apresenta características peculiares que podem ser utilizadas para o correto reconhecimento das espécies que afetam as brássicas. A espécie *M. persicae*, por exemplo, pode ser reconhecida facilmente por apresentar a

fronte em forma de “W”, e o sifúnculo claro e com o maior comprimento dentre os afídeos em brássicas (BLACKMAN; EASTOP, 2000).

Já para separar as espécies *B. brassicae* e *L. pseudobrassicae*, o sifúnculo mais curto de *B. brassicae* em comparação ao de *L. pseudobrassicae* é a melhor forma de diagnosticar as espécies. Quanto aos alados, além dos sifúnculos, a presença de franjas transversais esclerotizadas tanto em *L. pseudobrassicae* quanto em *B. brassicae* também auxilia na diferenciação das espécies: *L. pseudobrassicae* apresenta franjas somente após os sifúnculos no abdome e a espécie *B. brassicae* apresenta franjas antes dos sifúnculos. A placa negra no abdome de *M. persicae* o diferencia das outras duas espécies encontradas em brássicas (BLACKMAN; EASTOP, 2000).

2.2.2 O afídeo *Lipaphis pseudobrassicae*

O pulgão *L. pseudobrassicae* é uma espécie que ataca exclusivamente brássicas. As formas ápteras apresentam de 1,85 a 2,05 mm de comprimento, fronte sinuosa, sifúnculos ligeiramente escurecidos e de 2,08 a 2,36 vezes mais compridas que a cauda, a qual apresenta uma ligeira constrição no ápice. São afídeos que apresentam corpo recoberto por cera, embora em menor quantidade quando comparado com *B. brassicae*. Os alados apresentam coloração verde oliva com franjas transversais nos últimos segmentos do abdome, após os sifúnculos (PEÑA-MARTINEZ, 1992; BLACKMAN; EASTOP, 2000).

Ainda de acordo com Peña-Martinez (1992), estes pulgões colonizam a parte inferior das folhas, partes terminais de talos e inflorescências. Em aproximadamente um ano de avaliação, Bortoletto (2008) observou a preferência de *L. pseudobrassicae* por folhas mais velhas da planta. Blackman e Eastop (2000) afirmam que o pulgão *L. pseudobrassicae* é considerado vetor de aproximadamente 10 tipos de vírus incluindo o mosaico do nabo (potivirus), o mosaico da couve-flor (caulimovirus) e o mosaico do rabanete. Sua distribuição é mundial e esta espécie é conhecida como pulgão do nabo ou da mostarda.

2.3 Influência da temperatura na biologia dos insetos

A temperatura é um dos fatores abióticos mais importantes que afeta a biologia de insetos, provocando alterações no metabolismo, desenvolvimento e reprodução, principalmente, quando expostos a extremos térmicos (CHAPMAN, 1998). Tais alterações são causadas diretamente pela temperatura por serem os insetos organismos pecilotérmicos, em que a atividade metabólica está diretamente relacionada à temperatura, resultando em taxas de crescimento mais elevadas em temperaturas mais altas (MOSCARDI et al., 1981; BAVARESCO et al., 2002; PESSOA et al., 2004).

A temperatura na qual os insetos são expostos nos estágios embrionário e pós-embrionário influencia diretamente a taxa de desenvolvimento dos mesmos. Para a maioria das espécies a faixa tolerável está entre 10°C e 38°C; e com o incremento da temperatura até um determinado limite, a taxa de desenvolvimento e a duração em um estágio específico diminuem (PEDIGO; ZEISS, 1996). Insetos entomófagos frequentemente apresentam a temperatura ótima diferente daquela de seu hospedeiro ou presa, e podem tornar-se agentes de controle biológico ineficazes em condições desfavoráveis (HORN, 1998).

A velocidade de desenvolvimento dos insetos depende da temperatura ambiental, o que permite determinar o limite e constante térmica desses insetos (CAMPBELL et al., 1974). Esses valores têm grande aplicação prática por serem utilizados na previsão de picos populacionais de pragas, na determinação de épocas de amostragem e no zoneamento ecológico, contribuindo para o aprimoramento de programas de manejo integrado de pragas (WILSON; BARNETT, 1983; PARRA, 1985).

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). Esse estudo juntamente com o entendimento do limite inferior de desenvolvimento dos insetos permite a contagem do tempo na escala em dias e em graus-dia, que enfatiza a influência da temperatura e permite a comparação mais precisa dos parâmetros das tabelas de vida obtidos em diferentes temperaturas ou épocas do ano (NOWIERSKI et al., 1983).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Produção de mudas

A produção de mudas de couve variedade Manteiga da Geórgia foi realizada em casa de vegetação. Foram utilizadas bandejas de isopor com 128 células, as quais foram preenchidas com substrato orgânico. Em cada célula foi semeada uma semente de couve e esperou-se a emergência das plântulas. Quando estas se apresentavam com um par de folhas definitivas, realizou-se o transplante para vasos plásticos (15 cm de altura e 13cm de diâmetro) contendo substrato orgânico.

Os vasos foram mantidos com irrigação duas vezes ao dia e as mudas foram monitoradas diariamente quanto a ocorrência e controle manual de possíveis pragas como lagartas, tripses, traça, mosca-branca e pulgões.

3.2 Criação de insetos

As criações de *L. pseudobrassicae* no laboratório foram mantidas em mudas de couve com 6 folhas permanentes e provenientes da casa de vegetação, e em placas de Petri contendo disco foliar de couve e solução água/Agar a 1%. As mudas foram limpas e colocadas separadamente em gaiolas de poliestireno com dimensões de 45 x 90 x 50cm, e as placas de Petri foram mantidas em câmara climatizada do tipo “BOD” sob condições de umidade e temperatura controlada ($23\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 10\%$). Cada gaiola e discos foliares foram infestados com os afídeos, os quais foram obtidos da Fazenda do Glória da Universidade Federal de Uberlândia.

Para a manutenção destas criações foi feito o monitoramento diário das gaiolas para a eliminação de possíveis contaminações como pulgões parasitados, pulgões de outras espécies, lagartas e formigas. Para as mudas em gaiolas a rega foi realizada a cada dois dias, sendo as plantas trocadas por novas mudas toda semana para que a qualidade nutricional fosse sempre mantida, pretendendo assim, que não houvesse diminuição da qualidade de pulgões das criações. Quanto às criações feitas em câmara climatizada, foi realizada a troca da placa de Petri, solução água/Agar e discos foliares a cada quatro dias, buscando melhores condições para a reprodução do afídeo mantido nessas placas.

A infestação das novas mudas e novas placas foram feitas retirando os afídeos do material antigo, e transferindo estes com o auxílio de um pincel, para que os pulgões passassem a colonizar e se estabelecer.

3.3 Procedimento experimental

Foram avaliados os aspectos biológicos de *L. pseudobrassicae* em câmara climatizada do tipo “BOD” nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31°C. Fêmeas adultas foram individualizadas em placas de Petri contendo solução água/Ágar a 1%. O pulgão adulto foi retirado vinte e quatro horas após e manteve-se uma ninfa de primeiro ínstar por placa. Foram avaliadas 60 ninfas por temperatura e realizadas observações diárias para verificar os dados biológicos dos pulgões. Foram avaliados o período de desenvolvimento, períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo, reprodução total e diária, e longevidade nas temperaturas de 22, 25, 28 e 31°C. O período de desenvolvimento também foi observado nas temperaturas de 16 e 19°C.

3.4 Análises dos dados

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos (temperaturas de 22, 25, 28 e 31°C), exceto para o período de desenvolvimento, para o qual foram utilizados seis tratamentos (temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31°C). Os dados biológicos foram agrupados para cada seis pulgões, formando 10 repetições por tratamento. Para a realização da análise de variância, os dados passaram pelo teste de Shapiro-Wilk e Levene, ambos a 1% de significância, para avaliar a homogeneidade e normalidade dos resíduos, respectivamente. Após cumprimento das predisposições para a realização da análise de variâncias as médias do período de desenvolvimento foram comparadas por regressão quadrática. Para os cálculos da temperatura base de desenvolvimento (T_b) e da constante térmica (K) de *L. pseudobrassicae* (T_b) foi utilizado o método da Hipérbole (HADDAD; PARRA, 1984). Para as demais variáveis biológicas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 0,01 de significância.

Os dados biológicos de *L. pseudobrassicae* foram utilizados para o cálculo da tabela de vida de fertilidade. Foram calculados os principais parâmetros associados à

tabela de vida de fertilidade, conforme Andrewartha e Birch (1954): a taxa líquida de reprodução (R_0), número de ninfas produzidas por fêmea ao longo de sua vida; a taxa líquida de aumento (r_m), parâmetro relacionado à taxa de crescimento populacional; intervalo médio entre gerações (T), tempo entre o nascimento das ninfas de uma geração e da seguinte; razão finita de crescimento (λ), fator de multiplicação da população original a cada intervalo unitário de tempo; e o tempo necessário para duplicar a população inicial (TD). Os cálculos foram baseados nas seguintes equações:

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

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

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

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

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

Em que:

x – intervalos de idade

m_x – fertilidade específica;

l_x – probabilidade de sobrevivência;

R_0 – taxa líquida de reprodução;

r_m – taxa intrínseca de aumento populacional;

T – intervalo de tempo entre cada geração;

λ – razão finita de aumento populacional;

TD – tempo necessário para a população duplicar-se em quantidade.

4 RESULTADOS

Todas as características analisadas apresentaram variâncias homogêneas de acordo com o teste de Levene a 0,01 de significância. Quanto à distribuição normal dos resíduos, apenas o período pré-reprodutivo não atendeu a tal pressuposição (Tabela 1). Porém, apesar de o período pré-reprodutivo violar a pressuposição de normalidade, o modelo ANOVA foi aplicado também para o mesmo.

Tabela 1: Homogeneidade das variâncias (Levene) e normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk) das variáveis biológicas de *Lipaphis pseudobrassicae* desenvolvido em diferentes temperaturas constantes.

	Shapiro-wilk (Probabilidade)	Levene (Probabilidade)
Período de Desenvolvimento	0,978 (0,610)	2,755 (0,412)
Sobrevivência	0,988 (0,540)	0,439 (0,025)
Período Pré-Reprodutivo	0,843 (0,000)	3,029 (0,042)
Período Reprodutivo	0,983 (0,832)	2,809 (0,055)
Período Pós-Reprodutivo	0,967 (0,280)	3,827 (0,018)
Fecundidade Total	0,972 (0,412)	3,951 (0,016)
Fecundidade Diária	0,967 (0,280)	0,786 (0,510)
Longevidade	0,985 (0,876)	1,343 (0,276)

Valores em negrito indicam o não atendimento da pressuposição a 0,01 de significância.

Na faixa de 16°C a 25°C ocorreu uma relação linear entre a velocidade de desenvolvimento de *L. pseudobrassicae* e a temperatura, já que o período de desenvolvimento diminuiu com o aumento da temperatura. No entanto, o período de desenvolvimento foi maior nas temperaturas de 28 e 31°C do que em 25°C (Figura 1). Desta forma, as temperaturas entre 16 e 25°C foram utilizadas para determinar o limite térmico inferior de desenvolvimento, ou temperatura base de desenvolvimento ($T_b = 7,8^\circ\text{C}$) e a constante térmica ($K=111,11$ graus-dia) de *L. pseudobrassicae* (Figura 1).

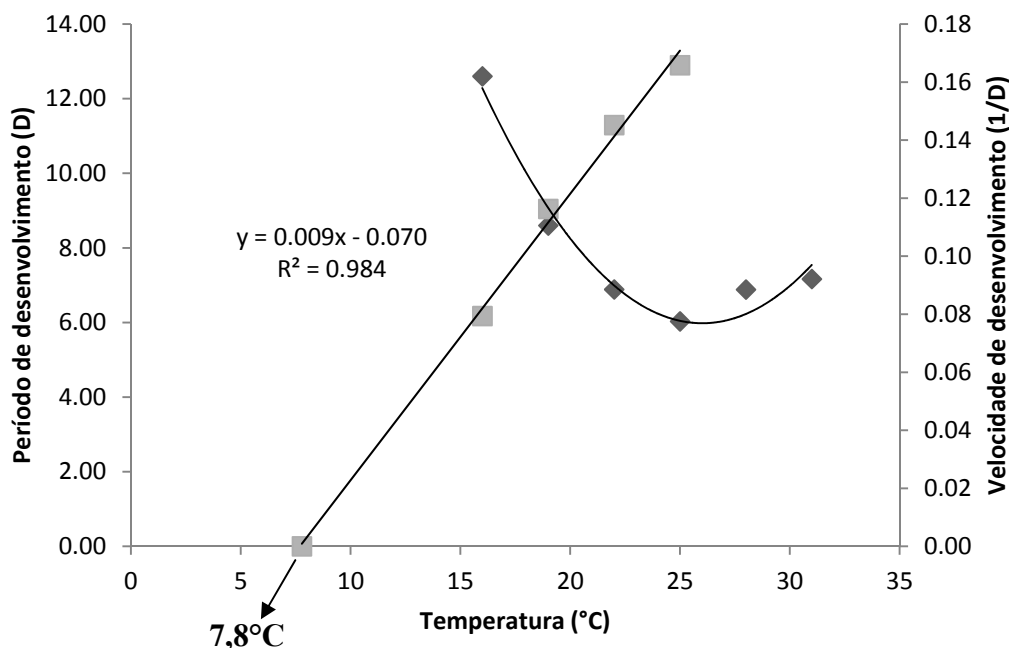


Figura 1: Relação entre a temperatura e o período de desenvolvimento em dias (D) e a velocidade de desenvolvimento (1/D) de ninfas de *L. pseudobrassicae*. Câmara climática, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

Quanto à sobrevivência de imaturos, a menor média foi registrada a 31°C , em que somente 35% das ninfas de *L. pseudobrassicae* chegaram à fase adulta. Para as demais temperaturas não houve diferença significativa (Tabela 2). Já para os períodos pré-reprodutivo e reprodutivo de *L. pseudobrassicae*, as médias obtidas não apresentaram diferença significativa para as temperaturas estudadas (Tabela 2). Estes resultados indicam que ao se tornar adulto, *L. pseudobrassicae* inicia sua reprodução e a mantém por um mesmo período de tempo para as temperaturas de 22, 25, 28 e 31°C , respectivamente.

Para o período pós-reprodutivo, as maiores médias foram registradas em temperaturas mais elevadas (28°C e 31°C), e as menores médias nas temperaturas de 22 e 25°C (Tabela 2). Esta diferença no período pós-reprodutivo demonstra que em temperaturas mais altas, *L. pseudobrassicae* permanece por um período de tempo maior sem reproduzir até a ocorrência de sua morte.

As diferentes temperaturas afetaram a reprodução total e diária de *L. pseudobrassicae*. Nas temperaturas de 28 e 31°C *L. pseudobrassicae* apresentou menor reprodução total e diária, do que a 22 e 25°C . A 31°C a fecundidade total foi menor do que a metade daquela encontrada nas temperaturas de 22 e 25°C (Tabela 2). Já a longevidade de *L. pseudobrassicae* não foi afetada pela temperatura (Tabela 2).

Tabela 2: Sobrevivência (%), períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo

(em dias), longevidade (dias), fecundidade diária (ninfas/fêmea) e fecundidade total (ninfas/fêmea) de *Lipaphis pseudobrassicae* (médias \pm erro padrão) em quatro temperaturas constantes.

	22	25	28	31
Sobrevivência	86,67 \pm 10,54A	80,00 \pm 10,54A	80,00 \pm 10,54A	35,00 \pm 14,59B
Período Pré-reprodutivo	0,45 \pm 0,36A	0,37 \pm 0,28A	0,43 \pm 0,36A	0,40 \pm 0,74A
Período Reprodutivo	13,44 \pm 3,70A	12,01 \pm 4,31A	10,49 \pm 2,43A	10,12 \pm 3,57A
Período Pós-reprodutivo	0,32 \pm 0,21B	0,27 \pm 0,23B	1,59 \pm 0,58A	1,47 \pm 0,74A
Fecundidade Total	57,18 \pm 20,52A	52,75 \pm 25,34A	29,58 \pm 9,35B	22,20 \pm 5,73B
Fecundidade Diária	3,93 \pm 0,82A	4,06 \pm 0,73A	2,67 \pm 0,56B	2,52 \pm 0,93B
Longevidade	14,21 \pm 3,84A	12,64 \pm 4,49A	12,52 \pm 2,41A	11,58 \pm 3,88A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação aos parâmetros das tabelas de vida de fertilidade (Tabela 3), de maneira análoga a fecundidade total, a taxa líquida de reprodução (R_0) foi menor a 31°C do que para as demais temperaturas, as quais não apresentaram diferença entre si. O intervalo de tempo entre cada geração (T) foi maior nas temperaturas de 28 e 31°C do que a 22 e 25°C. A menor capacidade inata de aumentar em número (r_m) foi obtida a 31°C e os maiores valores de r_m foram obtidos a 22 e 25°C. Resultados semelhantes aos do r_m foram obtidos para a razão finita de aumento (λ), já que o λ é um valor dependente do r_m . Quanto ao tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (TD) os resultados obtidos foram opostos à tendência observada para r_m e λ (Tabela 3).

Tabela 3: Parâmetros de tabela de vida de fertilidade (médias \pm erro padrão) de *L. pseudobrassicae* em diferentes temperaturas constantes. Uberlândia, MG- 2013.

Parâmetros	Temperaturas (°C)			
	22	25	28	31
R_0	42,73 \pm 4,40 A	43,08 \pm 4,22 A	28,35 \pm 2,29 A	7,77 \pm 0,37 B
T	10,17 \pm 0,48 B	9,61 \pm 0,37 B	13,50 \pm 0,41 A	13,40 \pm 0,33 A
r_m	0,33 \pm 0,02 A	0,37 \pm 0,01 A	0,23 \pm 0,01 B	0,15 \pm 0,005 C
λ	1,40 \pm 0,02 A	1,45 \pm 0,02 A	1,26 \pm 0,01 B	1,17 \pm 0,01 C
TD	2,39 \pm 0,81 C	1,96 \pm 0,06 C	3,32 \pm 0,26 B	4,74 \pm 0,12 A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. R_0 : taxa líquida de reprodução; T: intervalo de tempo entre cada geração; r_m : capacidade inata de aumentar em número; λ : razão finita de aumento; TD : tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos.

5 DISCUSSÃO

A Tb de *L. pseudobrassicae* no presente trabalho foi maior e K menor do que os valores encontrados para essa espécie de afídeo por Zhao et al. (1990), Gu et al. (1995) e Cividanes (2001) (4,91°C e 132,18 graus-dia, 6,22°C e 131,58 graus-dia e 3,04°C e 132,21 graus-dia respectivamente). De forma análoga, os valores encontrados no presente trabalho para a Tb foi maior e para a K menor do que aqueles encontrados para outras espécies de afídeos que são pragas frequentes em brássicas, como por exemplo, os valores encontrados por Campbell et al. (1974) para *B. brassicae* no Canadá (4,7°C e 163 graus-dia) e Holanda (6,5°C e 182,0 graus-dia) e Gu et al. (1995) para *M. persicae* na China (2,75°C e 140,58 graus-dia).

Quanto mais adaptado a temperaturas altas, maior será a temperatura base e menor a constante térmica de um inseto (SAMPAIO et al., 2003). Além disso, nas temperaturas em que estiver mais adaptado, o inseto apresentará maior potencial reprodutivo e sobrevivência de imaturos (DE CONTI et al., 2010). Desta forma, o valor da Tb pode ser considerado alto e o valor de K baixo para *L. pseudobrassicae* quando comparados aos de outras espécies de pulgões das brássicas. Esses resultados indicam que *L. pseudobrassicae* suporta melhor as altas temperaturas que outras espécies de pulgões.

Cividanes e Souza (2003) e Cividanes (2002) trabalhando com *M. persicae* e *B. brassicae*, respectivamente, encontraram que elevadas temperaturas tiveram efeito negativo na longevidade e período reprodutivo destes afídeos. Desta forma, o fato de não haver diferença significativa para o período reprodutivo e longevidade de *L. pseudobrassicae* no presente trabalho, é, possivelmente, um indicativo de que este pulgão se encontra adaptado a uma amplitude térmica maior quando comparado com outros afídeos frequentes em brássicas.

De maneira geral, as maiores médias de fecundidade total e diária registradas neste trabalho para *L. pseudobrassicae* a 22 e 25°C, indicam que para as temperaturas testadas o afídeo está mais adaptado a uma faixa de temperaturas mais amenas. Entretanto, os valores obtidos para a sobrevivência de imaturos neste estudo, evidenciam que embora possua maior reprodução em temperaturas amenas, *L. pseudobrassicae* teve alta sobrevivência a 28°C. Este comportamento é diferente daquele encontrado em outros afídeos, que têm sua sobrevivência afetada com o incremento da temperatura, como *B. brassicae* (CIVIDANES, 2002), *M. persicae*

(CIVIDANES & SOUZA, 2003), e principalmente para *S. flava* (OLIVEIRA et al., 2009), para o qual temperaturas de 28 e 30°C foram nocivas a sua sobrevivência, com respectivamente, 5,34 e 1,33% das ninfas chegando a fase adulta.

Os parâmetros da tabela de vida de fertilidade confirmaram que *L. pseudobrassicae* tem maior crescimento populacional a 22 e 25°, porém, foi observado alto crescimento populacional a 28°C. Desta forma, apesar de ter ocorrido redução no crescimento populacional do pulgão a 28°C, os parâmetros da tabela de vida de *L. pseudobrassicae* foram afetados negativamente de forma mais drástica somente a 31°C. Este crescimento populacional em temperaturas mais elevadas foi superior ao de outras espécies de afídeos, os quais são afetados negativamente em temperaturas constantes acima de 25°C (SOGLIA et al., 2003; CHAGAS-FILHO et al., 2005; BARBOSA et al., 2009; DE CONTI et al., 2010).

6 CONCLUSÕES

O pulgão *L. pseudobrassicae* apresentou temperatura base inferior de desenvolvimento de 7,8°C e constante térmica de 111,11 graus-dia.

Devido a maior fecundidade e sobrevivência, menor período de tempo entre cada geração e uma maior capacidade inata de aumento populacional as temperaturas mais adequada para *L. pseudobrassicae* foram 22 e 25°C.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH, L. C. Weather: temperature. In: _____. **The distribution and abundance of animals**. Chicago: University of Chicago Press, 1954. cap. 6, p. 31-54.

BARBOSA, L. R. **Aspectos biológicos de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) e interação com *Chrysoperla externa* (Hagen,1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em plantas de pimentão**. 113 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, 2004.

BARBOSA, L. R.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; AUAD, A. M. Efeito da temperatura na biologia de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) criado em pimentão. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 28, n. 2, p. 221-225, 2006

BAVARESCO, A.; GARCIA, M. S.; GRUTZMACHER, A. D. FORESTI, J.; RINGENBERG, R.. Biologia e exigências térmicas de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v.31, p.49-54, 2002.

BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. **Aphids on the World's Crops: an identification guide**. Chichester: J. Wiley, 2000.

BORTOLETTO, D.M. **Flutuação populacional e distribuição vertical de *Brevicoryne brassicae* (Linné, 1758), *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) e *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach, 1843) (Hemiptera: Aphididae) em *Brassica oleracea* var. *acephala* L. (Brassicaceae)**. 32 p, Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Uberlândia, 2008.

CAMPBELL, A.; FRAZER, B.D.; GILBERT, N.; GUTIERREZ, A.P.; MACKAUER, M. Temperature requirements of some aphids and their parasites. **Journal of Applied Ecology**, v.11, p.431- 438, 1974.

CAMPBELL, A.; MACKAUER, M.: The effect of parasitism by *Aphidius smithi* (Hymenoptera: Aphididae) on reproduction and population growth of the pea aphid (Homoptera: Aphididae). **Canadian Entomologist**, v.107, p.919-926, 1975.

CHAGAS FILHO, N. R.; MICHELOTTO, M. D.; SILVA, R. A.; BUSOLI, A. C. Desenvolvimento ninfal de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) sobre berinjela em diferentes temperaturas. **Bragantia**, v. 64, n. 2, 2005.

CHAPMAN, R. F. **The insects: structure and function**. 4.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 770p, 1998.

CIVIDANES, F.J. Tabela de vida de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) em condições de campo. **Neotropical Entomology**, v.31, p.419-427, 2002.

CIVIDANES, F. J.; SOUZA, V. P. Exigências térmicas e tabelas de vida de fertilidade de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) em laboratório. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 413-419, 2003.

CIVIDANES, C.F. **Uso de graus-dia em entomologia: com particular referência ao controle de percevejos da soja**. Jaboticabal: Funep. 31p, 2001.

DE CONTI, B. F.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V.; SIDNEY, L. A. Reproduction and fertility life table of three aphid species (Macrosiphini) at different temperatures. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n.4, p. 654-660, 2010.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV. 2ª edição. p. 278-299, 2008

FRANCO, G. **Tabela de composição química de alimentos**. 3 ed., Rio de Janeiro, Serviço de Alimentação da Previdência Social, 194p, 1960.

GALLO, D.; O. NAKANO, S.S.; NETO, R.P.L.; CARVALHO; BATISTA, G.C.; FILHO, E.B.; FILHO, J.R.P.; PARRA, R.A.; ZUCCHI, S.B.; ALVES, J.D.; VENDRAMIM, L.C.; MARCHINI, J.R.S.; LOPES & OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 920p, 2002.

GODOY, K.B.; CIVIDANES, F.J. Exigências térmicas e previsão de picos populacionais de *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Homoptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v.30, p.369-371, 2001.

GODOY, K.B.; CIVIDANES, F.J. Tabelas de esperança de vida e fertilidade para *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) em condições de laboratório e campo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 1, 2002.

GU, D.J.; YU, M.E. & ZHANG, W.Q. A study on the lower and upper development thermal thresholds of aphids in vegetables. **Journal of South China Agricultural University**, v.16, p.58-63, 1995.

HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P. **Métodos para estimar as exigências térmicas e os limites de desenvolvimento dos insetos**. Piracicaba: FEAL. 45 p, 1984.

HORN, D.J. Temperature synergism in integrated pest management, p. 125-139. In: Hallman G.L.; Denlinger, D.L. (eds.). **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management**. Boulder, Westview Press, 311 p, 1998.

LARA, F.M.; ACQUA F. D.; BARBOSA, J. C. Integração de variedade resistente de couve, *Brassicaceae oleracea* var. *acephala*, com casca de arroz, no controle de *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758). **Anais Sociedade Entomológica**, Brasil. v.11, p. 209-219, 1982.

LIU, S. S.; ZHANG, G. M.; ZHU J. Influence of temperature variations on rate of development in insects: analysis of case studies from entomological literature. **Entomological Society of America**, v.88, n.2, p. 2-3, 1995.

MARIGONI, A.C. Doenças das crucíferas. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4ª Ed. São Paulo: Agronômica Ceres. p. 285-291, 2005.

MICHELOTTO, M. D. ; CHAGAS FILHO, N. R.; SILVA, R. A.; BUSOLI, A. C. Longevidade e parâmetros reprodutivos de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) sobre berinjela em diferentes temperaturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, 2005.

MOSCARDI, F.; BARFIELD, C.S.; ALLEN, G.E. Effects of temperature on adult velvetbean caterpillar oviposition, egg hatch and longevity. **Annals of the Entomological Society of America**. v.74, p.167-171, 1981.

NOWIERSKI, R.M.; GUTIERREZ, A.P.; YANINEK, J.S. Estimation of thermal thresholds and age-specific life table parameters for the walnut aphid (Homoptera: Aphididae) under field conditions. **Environmental Entomology**, 12: 680-686, 1983.

OLIVEIRA, S.A.; AUAD, A.M.; SOUZA, B.; SOUZA, L.S.; AMARAL, R.L.; SILVA, D.M. Tabela de esperança de vida e de fertilidade de *Sipha flava* (Forbes) (Hemiptera, Aphididae) alimentado com capim-elefante em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.53, ed.4, p.614-619, 2009.

PARRA, J.R.P. Biologia comparada de *Perileuoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera, Lyonetiidae) visando ao seu zoneamento ecológico no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.29, p.45-76, 1985.

PEDIGO, L.P.; ZEISS, M.R. Developing a degree-day model for predicting insect development. p.67-74. In: PEDIGO, L.P.; ZEISS, M.R. (eds.), **Analyses in insect ecology and management**. Ames, Iowa State University Press, 168p, 1996.

PEÑA-MARTINEZ, R. Identificación de afidos de importância agrícola. In: URIAS-M, C.; RODRÍGUEZ-M, R.; ALEJANDRE-A, T. **Afidos como vectores de virus en México**. México: Centro de Fitopatologia, Montecillo. v.2, cap.1, p.1-135, 1992.

PESSOA, L.G.A.; LEITE, M.V.; FREITAS, S.; GARBIN, G.C. Efeito da variação da temperatura sobre o desenvolvimento embrionário e pós-embrionário de *Ceraeochrysa paraguaria* (Navás) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.71, p.473- 476, 2004.

SAMPAIO, M. V., BUENO, V.H.P., RODRIGUES, S.M.M., SOGLIA, M.C.M. Thermal requirements of three populations of *Aphidius colemani* Viereck (Hym.: Aphidiidae). **Bulletin IOBC/WPRS**, Dijon Cedex, v.26. p. 85-88. 2003

SOGLIA, M. C. M.; BUENO, V. H. P.; RODRIGUES, S. M. M.; SAMPAIO, M. V. Fecundidade e longevidade de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera, Aphididae) em diferentes temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 47, n. 1, 2003.

SOGLIA, M. C. M.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V. Desenvolvimento e sobrevivência de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 2, p. 211-216, 2002.

SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods**. 2.ed. London: Chapman and Hall, 524p, 1978.

SOUZA-SILVA, C.R.; ILHARCO, F.A. **Afídeos do Brasil e suas plantas hospedeiras** (lista preliminar). Ed. UFSCar. p.1 – 85, 2005.

SURVEKROPP , B.P. **Host-finding behavior of *Trichogramma brassicae* in maize**. Ph.D. Dissertation, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands. 1997.

WILSON, L.T.; BARNETT, W.W. Degree-days: an AID in crop and pest management. **California Agriculture**. v.37, p.4-7, 1983.

ZHAO, H.Y.; WANG, S.Z; ZHANG, W.J. & XIAO,W.K. Effects of temperature on the bionomic of *Lipaphis erysimi*. **Acta Phytophylacica Sinica**, v.17, p.223-227, 1990.