

BIOLOGICAL CONTROL

Tabelas de Vida de Fertilidade de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) em Condições de Campo

FRANCISCO J. CIVIDANES

Depto. Fitossanidade, FCAV/UNESP, Via de Acesso Prof. Paulo D. Castellane s/n, 14884-900, Jaboticabal, SP
e-mail: fjcivida@fcav.unesp.br

Age-Specific Life Tables of *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) Under Field Conditions

ABSTRACT - Studies related with life tables are fundamental for the understanding of the population dynamics of insects. In this work, *Brevicoryne brassicae* (L.) was studied during spring, summer, fall and winter through age-specific life tables aiming to evaluate the influence of temperature on its population dynamic. The experiments were carried out observing *B. brassicae* enclosed in leaf cages fixed in kale, *Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC. The age-specific life table parameters, computed on a degree-day time scale, indicated that *B. brassicae* showed the longest survival during the thermal conditions of fall and winter, while its highest fecundity was observed when the aphids experienced spring temperatures. High summer temperatures adversely affected the population dynamic of *B. brassicae* through its negative influence on immature development, survival, longevity and reproduction.

KEY WORDS: Aphid, degree-day, population dynamics, *Brassica oleracea*.

RESUMO - Estudos relacionados com tabelas de vida são fundamentais para o entendimento da dinâmica populacional de insetos. Neste trabalho, a espécie *Brevicoryne brassicae* (L.) foi estudada durante a primavera, verão, outono e inverno por meio de tabelas de vida de fertilidade, visando-se avaliar a influência da temperatura sobre sua dinâmica populacional. Para a condução dos experimentos, os pulgões foram mantidos em pequenas gaiolas fixadas em folhas de couve, *Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC. Os parâmetros das tabelas de vida, estimados na escala de tempo em graus-dia, evidenciaram que *B. brassicae* apresentou maior sobrevivência nas condições térmicas de outono e inverno, o mesmo ocorrendo com sua fecundidade quando as fêmeas foram submetidas às temperaturas da primavera. As elevadas temperaturas registradas no verão influenciaram adversamente a dinâmica populacional de *B. brassicae*, pois afetaram negativamente seu desenvolvimento, sobrevivência, longevidade e reprodução.

PALAVRAS-CHAVE: Pulgão, graus-dia, dinâmica populacional, *Brassica oleracea*.

O pulgão-da-couve, *Brevicoryne brassicae* (L.), encontra-se amplamente distribuído nas regiões temperadas e sub-tropicais do mundo, sendo que a quase totalidade de suas plantas hospedeiras pertence à família Brassicaceae (Ellis & Singh 1993). No Brasil é considerado praga-chave da cultura da couve (Salgado 1983).

A flutuação populacional dos pulgões pode variar consideravelmente de um ano para outro, com os padrões de abundância de uma determinada espécie geralmente mostrando-se diferente entre regiões geográficas distintas, o mesmo podendo ocorrer entre populações vizinhas desenvolvendo-se na mesma época (Wellings *et al.* 1985). Entre os fatores que causam alterações na densidade populacional de pulgões, o polimorfismo, induzido quando indivíduos estão aglomerados em alta densidade, parece ser o mais provável fator regulador das suas populações (Dixon 1977). A ação de inimigos naturais reduz a densidade de

pulgões (Raworth *et al.* 1984, Chen & Hopper 1997), enquanto as condições meteorológicas têm sido consideradas por vários autores (Dixon 1987, Risch 1987, Pons *et al.* 1993, Debaraj & Singh 1996) como as mais importantes variáveis atuando direta ou indiretamente sobre suas populações, com destaque para a temperatura que influi na longevidade e nas taxas de desenvolvimento e de reprodução dos pulgões (Dixon 1998, Tang *et al.* 1999).

Estudos sobre tabelas de vida de fertilidade favorecem o entendimento da dinâmica populacional desses organismos (Southwood 1978) e têm sido desenvolvidos em condições de laboratório (Kocourek *et al.* 1994, Bastos *et al.* 1996, Kersting *et al.* 1999) e de campo (Nowierski *et al.* 1983, Alvarado-Rodriguez *et al.* 1987, Solbrig *et al.* 1990). Do mesmo modo que ocorre em outros grupos de insetos, a velocidade de desenvolvimento dos pulgões depende da temperatura ambiental. Assim, a determinação

das exigências térmicas desses insetos possibilita a comparação mais precisa dos parâmetros de tabelas de vida de fertilidade provenientes de estudos em diferentes épocas (Nowierski *et al.* 1983).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência da temperatura ambiental sobre a dinâmica populacional de *B. brassicae* por meio de tabelas de vida de fertilidade obtidas durante as quatro estações do ano.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido no Câmpus da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, SP, de junho 1998 a maio de 1999.

O campo experimental apresentava solo tipo Latossolo Roxo, sendo utilizada a couve, *Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC, híbrido Agroceres HE-350, como planta hospedeira. A área plantada tinha 1300 m² (20 x 65 m), contendo, aproximadamente, 2300 plantas no espaçamento 1 x 0,5 m. A adubação de plantio foi efetuada utilizando-se 200 kg/ha de sulfato de amônio, 900 kg/ha de superfosfato simples, 100 kg/ha de cloreto de potássio e 2 kg/ha de ácido bórico. A adubação de cobertura foi feita a cada 30 a 45 dias usando-se 200 kg/ha de sulfato de amônio e 30 kg/ha de cloreto de potássio. Durante a condução experimental foram realizadas capinas periódicas para manter a cultura da couve no limpo, sendo introduzidas novas mudas de couve para repor aquelas perdidas. Não foram aplicados inseticidas durante o período do estudo, e a irrigação da couve foi feita por sulco, duas vezes por semana.

Para se determinar a influência da temperatura sobre o crescimento populacional de *B. brassicae*, os dados de tabelas de vida de fertilidade foram obtidos durante os períodos: primavera (15/10 a 14/11/98), verão (21/01 a 20/02/99), outono (12/04 a 26/05/99) e inverno (18/06 a 13/08/98). Os pulgões foram mantidos em gaiolas, que ao mesmo tempo em que permitiam a exposição dos insetos à temperatura do ambiente, também os protegiam da ação de inimigos naturais. Os experimentos realizados na primavera, verão, outono e inverno foram iniciados, respectivamente, com 106, 101, 100 e 131 ninfas de primeiro ínstar. As ninfas foram obtidas colocando-se cerca de quatro a cinco pulgões adultos no interior de gaiolas fixadas em diferentes folhas de couve. Os adultos foram colocados entre as 9:00h e as 11:00h e retirados após cerca de sete horas, quando as ninfas de primeiro ínstar obtidas foram individualizadas em gaiolas fixadas em folhas da parte mediana de plantas de couve, localizadas no centro da cultura. As ninfas foram observadas diariamente para a determinação de mortalidade e, posteriormente, foram determinadas a fecundidade e a longevidade dos adultos emergidos.

As gaiolas utilizadas foram feitas de plástico transparente, em formato cilíndrico (3 cm de diâmetro x 1 cm de altura), tendo uma das bordas coberta com *voile* branco e a outra coberta por espuma de 3 mm de espessura. As gaiolas foram fixadas nas folhas por meio de um prendedor de alumínio, que apresentava uma das hastes presa no *voile* e a outra em um anel plástico de diâmetro igual ao da gaiola.

A construção e a estimativa dos parâmetros das tabelas de vida foram efetuadas segundo Price (1984) e Krebs (1994). A comparação das taxas de sobrevivência e de fecundidade foi feita utilizando-se análise de regressão linear e testando-se o paralelismo das retas de acordo com metodologia indicada por Neter & Wasserman (1974).

A contagem do tempo em graus-dia nas tabelas de vida foi obtida utilizando-se o modelo de graus-dia citado em Cividanes (2000). Esse modelo calcula o número de graus-dia por meio do limite térmico inferior de desenvolvimento do inseto (T_b) e as temperaturas máxima e mínima diária. O valor da T_b de *B. brassicae* foi obtido em Cividanes (no prelo), enquanto as temperaturas utilizadas foram registradas na Estação Agroclimatológica da FCAV/UNESP, situada cerca de 400 m da área experimental.

Resultados e Discussão

O período de sobrevivência (l_x) de ninfas e adultos de *B. brassicae* foi menor na primavera (29 dias/570 graus-dia) e verão (29 dias/641 graus-dia) e mais longo no outono (43 dias/693 graus-dia) e inverno (55 dias/864 graus-dia) (Figs. 1 e 2). De acordo com os padrões de curvas de sobrevivência para insetos indicados por Southwood (1978), as curvas de sobrevivência (l_x) obtidas nos referidos períodos apresentaram padrão tipo I, evidenciando que a mortalidade atuou mais drasticamente nos indivíduos mais velhos.

As equações de regressão descrevendo a relação da sobrevivência (l_x) de *B. brassicae* em função da escala de tempo em graus-dia, que enfatiza a influência da temperatura (Nowierski *et al.* 1983, Hutchison & Hogg 1984), apresentaram uma taxa de decréscimo da sobrevivência (coeficiente angular da regressão, Tabela 1) significativamente menor no inverno ($b = -0,0012 \pm 0,0001C$) e maior na primavera ($b = -0,0018 \pm 0,0001A$) e verão ($b = -0,0017 \pm 0,0000A$), e a no outono de valor intermediário ($b = -0,0014 \pm 0,0001B$). Esses resultados indicam que *B. brassicae* teve maior sobrevivência durante os períodos de temperaturas mais baixas observadas no outono e inverno.

A fecundidade média por fêmea por dia (taxa diária de reprodução) de *B. brassicae* na primavera, verão, outono e inverno foi de 1,6; 1,4; 1,4 e 1,1 ninfas/fêmea/dia, respectivamente, sendo a correspondente fecundidade total média por fêmea de 24,0; 19,3; 27,8 e 35,8 ninfas/fêmea. Deste modo, as taxas diárias de reprodução de *B. brassicae* tenderam a diminuir nas estações do ano com temperaturas mais baixas, resultados que concordam com Dixon (1987), o qual indicou ocorrer aumento desse parâmetro biológico com o incremento da temperatura a que está submetido o pulgão. Os resultados obtidos durante o outono mostraram-se muito próximos dos determinados por Hafez (1961), que em condições de temperatura média de 19°C encontrou fecundidade média de *B. brassicae* de 1,3 ninfas/fêmea/dia e 27,5 ninfas/fêmea. Hughes (1963) verificou que a fecundidade dessa espécie de pulgão, em temperatura constante de 23,8°C, foi em média 34,3 ninfas/fêmea, enquanto Vasicek *et al.* (1998) determinaram 19,1 e 26,9 ninfas/fêmea nas temperaturas constantes de 5°C e 20°C, respectivamente.

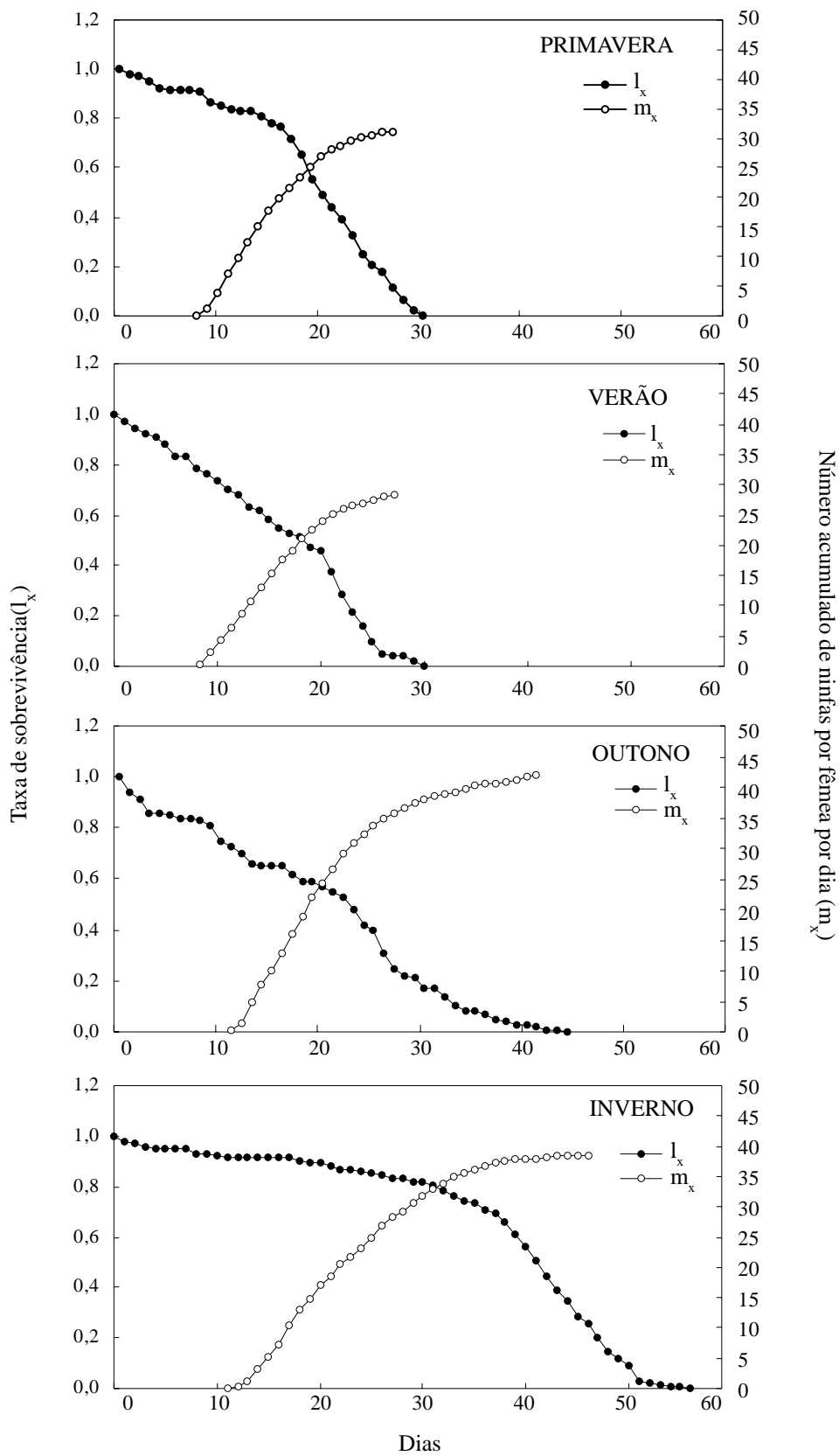


Figura 1. Taxa de sobrevivência e número acumulado de ninfas por fêmea por dia de *B. brassicae* durante as quatro estações do ano, com contagem de tempo em dias. Jaboticabal, SP - 1998/99.

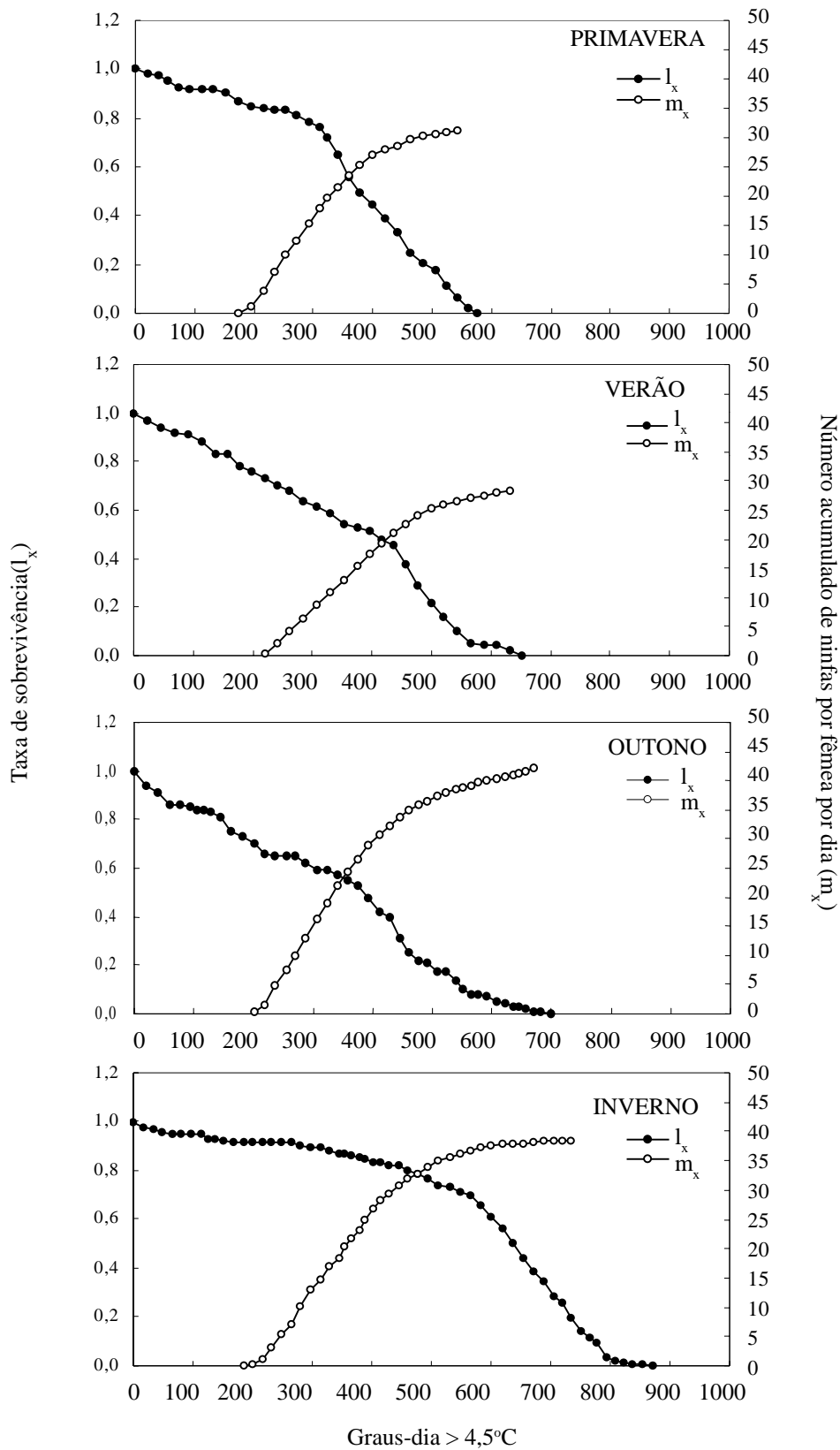


Figura 2. Taxa de sobrevivência e número acumulado de ninfas por fêmea por dia de *B. brassicae* durante as quatro estações do ano, com contagem de tempo em graus-dia. Jaboticabal, SP - 1998/99.

Tabela 1. Teste de paralelismo e coincidência de retas da taxa de sobrevivência (l_x) de *B. brassicae* em função de graus-dia, nas quatro estações do ano. Jaboticabal, SP - 1998/99.

	Primavera		Verão		Outono		Inverno		r	a ± s(a)	b ± s(b)	F para regressão	n
	t	F	t	F	t	F	t	F					
Primavera	-	-	-1,27 ^{NS}	1,11 ^{NS}	-3,04 ^{**}	20,12 ^{**}	-4,36 ^{**}	39,32 ^{**}	-0,95	1,1824±0,0369	-0,0018±0,0001 A	296,50 ^{**}	29
Verão	-	-	-	-	-2,45 [*]	33,96 ^{**}	-4,02 ^{**}	57,42 ^{**}	-0,99	1,1198±0,0199	-0,0017±0,0000 A	1116,87 ^{**}	29
Outono	-	-	-	-	-	-	-2,26 [*]	11,67 ^{**}	-0,95	1,1872±0,0311	-0,0014±0,0001 B	392,75 ^{**}	43
Inverno	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,92	1,1937±0,0356	-0,0012±0,0001 C	291,65 ^{**}	55

t = teste t para testar o paralelismo entre as retas, F = teste F para testar a coincidência entre as retas, r = coeficiente de correlação linear, a = coeficiente linear da reta, b = coeficiente angular da reta, s(a) = erro padrão do coeficiente a, s(b) = erro padrão do coeficiente b, n = número de pares de dados

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t

^{NS} Não significativo

Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste t (paralelismo de retas), a 5% de probabilidade.

Considerando-se a contagem do tempo em dias, o início do período de reprodução de *B. brassicae* ocorreu em datas próximas nas diferentes estações do ano, sendo no 9º dia na primavera, 9º dia no verão, no 12º dia no outono e no 12º dia no inverno (Fig. 1). Por outro lado, pela contagem do tempo em graus-dia, notou-se que o referido período foi iniciado após 170 a 220 graus-dia, evidenciando que *B. brassicae* necessitou de pelo menos 170 graus-dia, a partir do início de desenvolvimento de ninfa, para iniciar seu período de aumento populacional (Fig. 2). Com relação à

duração do período de reprodução observou-se que foi menor na primavera (20 dias/392 graus-dia) e verão (20 dias/430 graus-dia) e mais longo no outono (31 dias/494 graus-dia) e inverno (36 dias/568 graus-dia) (Figs. 1 e 2). Esses resultados evidenciam que o período de reprodução de *B. brassicae* diminuiu com o aumento da temperatura (Tabela 2), concordando com os resultados encontrados por Daiber (1970) e Vasicek *et al.* (1998).

As equações de regressão relacionando a taxa diária de reprodução acumulada e a contagem do tempo em

Tabela 2. Valores dos parâmetros das tabelas de vida de fertilidade de *B. brassicae* estimados na escala de tempo em dias e graus-dia. Jaboticabal, SP - 1998/99.

Parâmetros		Primavera		Verão		Outono		Inverno	
		T _{max}	T _{min}	T _{max}	T _{min}	T _{max}	T _{min}	T _{max}	T _{min}
		29,4	17,9	32,2	20,3	27,4	13,4	27,2	13,2
		T _{med} 23,0		T _{med} 24,8		T _{med} 19,4		T _{med} 19,2	
R _o	Dias	21,920		14,652		31,740		32,804	
	GD	21,920		14,652		31,740		32,804	
T	Dias	14,273		14,940		19,130		22,519	
	GD	276,081		327,713		324,523		344,291	
r _m	Dias	0,216		0,180		0,181		0,155	
	GD	0,0112		0,0082		0,0107		0,0101	
λ	Dias	1,241		1,197		1,198		1,168	
	GD	1,0113		1,0082		1,0108		1,0102	
TD	Dias	3,209		3,851		3,830		4,472	
	GD	61,888		84,530		64,780		68,628	

T_{max}; T_{min}; T_{med} = médias das temperaturas (°C) máximas, mínimas e médias registradas durante os experimentos
GD = graus-dia

R_o = 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

graus-dia que, como indicado anteriormente, ressalta os efeitos da temperatura sobre *B. brassicae*, mostraram uma taxa de reprodução para o pulgão (coeficiente angular da regressão, Tabela 3) significativamente maior na primavera ($b = 0,0899 \pm 0,0060A$) e menor no verão ($b = 0,0720 \pm 0,0039B$), sendo que nenhuma delas diferiu daquelas observadas no outono ($b = 0,0880 \pm 0,0053AB$) e inverno ($b = 0,0750 \pm 0,0048AB$). Esses resultados indicam que as elevadas temperaturas do verão influenciaram negativamente a reprodução de *B. brassicae*. Nas demais estações, a temperatura não teve influência significativa sobre a taxa de reprodução dessa espécie de pulgão, evidenciando que temperaturas mais amenas (primavera) incrementaram a fecundidade e temperaturas mais baixas (outono e inverno) ocasionaram uma ligeira diminuição da reprodução. Nowierski *et al.* (1983) observaram que altas temperaturas registradas durante o verão (37,8°C a 40°C) influenciaram negativamente a fecundidade do pulgão *Chromaphis juglandicola* (Kalt.).

A taxa líquida de reprodução (R_0) constitui uma estimativa do número esperado de descendentes por fêmea durante o transcorrer de uma geração. Esse parâmetro não varia com a escala de tempo empregada (dias ou graus-dia), porque na sua estimativa não se utiliza a medida de tempo, o oposto ocorrendo com a capacidade inata de aumentar em número (r_m), razão finita de aumento (1), intervalo de tempo entre cada geração (T) e tempo necessário para a população do inseto duplicar em número de indivíduos (TD) (Krebs 1994).

O valor de R_0 de *B. brassicae* foi maior no outono e inverno, sendo menor na primavera e verão (Tabela 2). Como a taxa diária de reprodução observada no outono (1,4 ninfas/fêmea/dia) e, principalmente, no inverno (1,1 ninfas/fêmea/dia) foram menores que as observadas na primavera (1,6 ninfas/fêmea/dia) e verão (1,4 ninfas/fêmea/dia), o maior valor de R_0 encontrado naqueles períodos deve-se, principalmente, à menor taxa de decréscimo de sobrevivência de *B. brassicae* ocorrida no outono e inverno (coeficiente angular, Tabela 1). Em contrapartida, na primavera observou-se a maior taxa

diária de reprodução (1,6 ninfas/fêmea/dia), porém R_0 com valor inferior ($R_0 = 21,920$, Tabela 2) daqueles encontrados no outono ($R_0 = 31,740$) e inverno ($R_0 = 32,804$), evidenciando que a menor sobrevivência de *B. brassicae* na primavera foi a responsável pelo R_0 encontrado. Esse fato pode ser visualizado mais nitidamente no verão, período em que se obteve o menor R_0 (14,652) e taxa diária de reprodução (1,4 ninfas/fêmea/dia) próxima da observada na primavera. Destaca-se que a taxa líquida de reprodução ($R_0 = 14,652$) encontrada para *B. brassicae* no verão foi apenas 66,8; 46,2 e 44,7% do valor encontrado para os pulgões estudados na primavera, outono e inverno, respectivamente.

De modo geral, os valores encontrados para R_0 , neste trabalho, diferiram dos obtidos por Root & Olson (1969), que estudaram *B. brassicae* em condições de campo usando brócolos como planta hospedeira, e Vasicek *et al.* (1998), que desenvolveram seus estudos em repolho e temperaturas constantes de 5°C e 20°C. Provavelmente, esses resultados distintos devem estar relacionados com as diferenças existentes nas condições de temperatura e plantas hospedeiras utilizadas, que podem alterar tanto a taxa de sobrevivência quanto a fecundidade dos pulgões (Hughes 1963, Siddiqui *et al.* 1973, Amjad & Peters 1992, Tang *et al.* 1999), os quais são utilizados para estimar R_0 .

Quando estimado na escala de tempo em dias, o valor da capacidade inata de aumentar em número (r_m) foi maior na primavera em comparação com os demais períodos do ano (Tabela 2). De acordo com Birch (1948), a estimativa de r_m é muito influenciada pelo valor do intervalo de tempo entre cada geração (T) e, em menor grau, pelo valor de R_0 . Por sua vez, o cálculo de T sofre a influência das variações que podem ocorrer não só nos períodos de reprodução e de sobrevivência, mas também nos padrões desses parâmetros biológicos (Elliott & Kieckhefer 1989). Deste modo, a diferença observada entre os valores de r_m na primavera e verão deve ter sido causada pela maior taxa de reprodução (coeficiente angular, Tabela 3) e maior valor de R_0 (Tabela 2) encontrada na primavera. Por outro lado, os elevados valores de T encontrados no outono e inverno fizeram com que os valores de r_m nesses períodos ficassem

Tabela 3. Teste de paralelismo e coincidência de retas da fecundidade média/fêmea/dia acumulada (m_x) de *B. brassicae* em função de graus-dia, nas quatro estações do ano. Jaboticabal, SP - 1998/99.

	Primavera		Verão		Outono		Inverno		r	a ± s(a)	b ± s(b)	F para regressão	n
	t	F	t	F	t	F	t	F					
Primavera	-	-	2,53*	41,16**	0,21 ^{NS}	0,35 ^{NS}	1,59 ^{NS}	2,22 ^{NS}	-0,96	-12,3887±2,2559	0,0899±0,0060 A	221,53**	20
Verão	-	-	-	-	-2,03 ^{NS}	41,87**	-0,36 ^{NS}	13,91**	-0,97	-12,9655±1,7309	0,0720±0,0039 B	340,35**	20
Outono	-	-	-	-	-	-	1,79 ^{NS}	7,05**	-0,95	-10,7278±2,5202	0,0880±0,0053 AB	272,13**	31
Inverno	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,94	-8,4413±2,2868	0,0750±0,0048 AB	248,62**	36

t = teste t para testar o paralelismo entre as retas, F = teste F para testar a coincidência entre as retas, r = coeficiente de correlação linear, a = coeficiente linear da reta, b = coeficiente angular da reta, s(a) = erro padrão do coeficiente a, s(b) = erro padrão do coeficiente b, n = número de pares de dados

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t

^{NS} Não significativo

Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste t (paralelismo de retas), a 5% de probabilidade.

mais próximos do obtido no verão.

Os valores de r_m encontrados no presente estudo (Tabela 2) foram menores do que o valor de $r_m = 0,243$, determinado por Root & Olson (1969) para *B. brassicae* em condição de temperatura variável. Contudo, os valores de r_m para *B. brassicae* estão mais próximos dos encontrados sob condição de temperatura constante de 20°C, apresentando $r_m = 0,230$ (Lamb 1961), $r_m = 0,191$ (Root & Olson 1969) e $r_m = 0,170$ e 0,213 (Vasicek *et al.* 1998).

Ressalta-se que r_m não é influenciado somente pela temperatura (Krebs 1994), mas, também, pela intensidade luminosa (Wyatt & Brown 1977), pela planta hospedeira (Komazaki 1982, Berg 1984) e por diferentes variedades de brássicas (Root & Olson 1969), o que limita a discussão dos dados quando comparados somente sob o aspecto do efeito térmico.

Os valores dos parâmetros de tabela de vida de fertilidade, estimados usando-se escala de tempo em dias, não podem ser comparados entre si com precisão pois, de acordo com Nowierski *et al.* (1983), como os insetos são animais poiquilotérmicos, a escala de tempo em dias não mostra com exatidão a escala de tempo do seu desenvolvimento quando eles são submetidos às diferentes condições ambientais existentes no campo. A escala de tempo em graus-dia, por outro lado, integra tempo em dias com temperatura resultando em uma medida de tempo mais precisa. Quando a escala de tempo em graus-dia foi empregada, os parâmetros da tabela de vida refletiram com maior exatidão os efeitos do estresse térmico, pois os pulgões estudados durante o verão mostraram o menor r_m (0,0082) e 1 (1,0082), um valor elevado de T (327,713 graus-dia) e o maior valor para TD (84,530 graus-dia) (Tabela 2). Os valores do tempo necessário para a população do inseto duplicar em número de indivíduos (TD) foram próximos para a primavera (TD = 61,888 graus-dia), outono (TD = 64,780 graus-dia) e inverno (TD = 68,628 graus-dia) sendo, aproximadamente, 23% menores que o do verão (TD = 84,530 graus-dia). A duração média da geração (T) foi menor durante a primavera (T = 276,081 graus-dia) do que durante o verão, outono e inverno (T = 327,713; 324,523 e 344,291 graus-dia, respectivamente). A taxa de reprodução (coeficiente angular, Tabela 3) e a taxa líquida de reprodução ($R_o = 21,920$) foram maiores na primavera que no verão, resultando no valor de r_m na primavera mais próximo dos obtidos no outono e inverno que no verão (Tabela 2).

Apesar de a temperatura ser apenas um dos fatores que atuaram em *B. brassicae*, os resultados deste trabalho sugerem que as elevadas temperaturas registradas no verão (Tabela 2) tiveram efeito significativo na dinâmica populacional dessa espécie, pois afetaram diretamente seu desenvolvimento, sobrevivência, longevidade e reprodução, os quais, de acordo com Siddiqui *et al.* (1973), influenciam a capacidade inata de aumentar em número (r_m). As causas que contribuíram para a obtenção dessa redução no valor de r_m no verão estão relacionadas com a obtenção da menor taxa líquida de reprodução ($R_o = 14,652$, Tabela 2), elevada duração média da geração (T = 327,713 graus-dia), menor

sobrevivência ($b = -0,0017 \pm 0,0000A$, Tabela 1) e menor taxa de reprodução ($b = 0,0720 \pm 0,0039B$, Tabela 3). Os resultados deste trabalho estão de acordo com os estudos de Kieckhefer *et al.* (1989) com *Macrosiphum avenae* (F.), que também determinaram valores decrescentes para r_m (0,014; 0,013 e 0,012) com o incremento da temperatura, concluindo que a diferença encontrada entre esses valores, apesar de pequena, foi causada pelas temperaturas mais elevadas (20°C a 33,4°C).

Agradecimentos

O autor agradece ao Dr. José Carlos Barbosa e a Jairo Guimarães Figueiredo, ambos da FCAV/UNESP - Jaboticabal, SP, pela orientação nas análises estatísticas e pelo apoio durante a condução dos experimentos, respectivamente.

Literatura Citada

- Alvarado-Rodriguez, B., T.F. Leigh, K.W. Foster & S.S. Duffey. 1987.** Life tables for *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) on susceptible and resistant common bean cultivars. *Environ. Entomol.* 16: 45-49.
- Amjad, M. & D.C. Peters. 1992.** Survival, development, and reproduction of turnip aphids (Homoptera: Aphididae) on oilseed brassica. *J. Econ. Entomol.* 85: 2003-2007.
- Bastos, C.S., M.C. Picanço, G.L.D. Leite & J.M. Araújo. 1996.** Tabelas de fertilidade e de esperança de vida de *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) em couve-comum. *Científica* 24: 187-197.
- Berg, G.N. 1984.** The effect of temperature and host species on the population growth potential of the cowpea aphid, *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae). *Aust. J. Zool.* 32: 345-352.
- Birch, L.C. 1948.** The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. Anim. Ecol.* 17: 15-26.
- Chen, K. & K.R. Hopper. 1997.** *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae) population dynamics and impact of natural enemies in the Montpellier region of southern France. *Environ. Entomol.* 26: 866-875.
- Cividanes, F.J. 2000.** Uso de graus-dia em entomologia: com particular referência ao controle de percevejos pragas da soja. Jaboticabal, FUNEP, 31p.
- Cividanes, F.J. (no prelo).** Exigências térmicas de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Homoptera: Aphididae). *Pesq. Agropec. Bras.*
- Daiber, C.C. 1970.** Cabbage aphids in South Africa: the influence of temperature on their biology. *Phytophylactica* 2: 149-156.

- Debaraj, Y. & T.K. Singh. 1996.** Aerial population fluctuation of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.). Ann. Agric. Res. 17: 308-310.
- Dixon, A.F.G. 1977.** Aphid ecology: life cycles, polymorphism, and population regulation. Ann. Rev. Ecol. Syst. 8: 329-353.
- Dixon, A.F.G. 1987.** Parthenogenetic reproduction and the rate of increase in aphids, p.269-287. In Minks, A.K. & P. Harrewijn. (eds.), Aphids: their biology, natural enemies and control. Amsterdam, Elsevier, v.2A, 450p.
- Dixon, A.F.G. 1998.** Aphid ecology an optimization approach. 2. ed. London, Chapman and Hall, 300p.
- Elliott, N.C. & R.W. Kieckhefer. 1989.** Effects of constant and fluctuating temperatures on immature development and age-specific life tables of *Rhopalosiphum padi* (L.) (Homoptera: Aphididae). Can. Entomol. 121: 131-140.
- Ellis, P.R. & R. Singh. 1993.** A review of the host plants of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Homoptera, Aphididae). IOBC/WPRS Bulletin 16: 192-201.
- Hafez, M. 1961.** Seasonal fluctuations of population density of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.), in the Netherlands, and the role of its parasite, *Aphidius (Diaeretiella) rapae* (Curtis). Tijdschr. Planteziekten 67: 445-548.
- Hughes, R.D. 1963.** Population dynamics of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.). J. Anim. Ecol. 32: 393-424.
- Hutchison, W.D. & D.B. Hogg. 1984.** Demographic statistics for the pea aphid (Homoptera: Aphididae) in Wisconsin and a comparison with other populations. Environ. Entomol. 13: 1173-1181.
- Kersting, U., S. Satar & N. Uygun. 1999.** Effect of temperature on development rate and fecundity of apterous *Aphis gossypii* Glover (Hom., Aphididae) reared on *Gossypium hirsutum* L. J. Appl. Entomol. 123: 23-27.
- Kieckhefer, R.W., N.C. Elliott & D.D. Walgenbach. 1989.** Effects of constant and fluctuating temperatures on developmental rates and demographic statistics of the English grain aphid (Homoptera: Aphididae). Ann. Entomol. Soc. Am. 82: 701-706.
- Kocourek, F., J. Havelka, J. Berankova & V. Jarosik. 1994.** Effect of temperature on development rate and intrinsic rate of increase of *Aphis gossypii* reared on greenhouse cucumbers. Entomol. Exp. Appl. 71: 59-64.
- Komazaki, S. 1982.** Effects of constant temperatures on population growth of three aphid species, *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy), *Aphis citricola* van der Goot, and *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on citrus. Appl. Entomol. Zool. 17: 75-81.
- Krebs, C.J. 1994.** Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. 4. ed. New York, Harper Collins College Publishers, 801p.
- Lamb, K.P. 1961.** Some effects of fluctuating temperatures on metabolism, development, and rate of population growth in the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae*. Ecology 42: 740-745.
- Neter, J. & W. Wasserman. 1974.** Applied linear statistical models. Homewood, Richard D. Irwin, 837p.
- 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.
- Pons, X., J. Comas & R. Albajes. 1993.** Overwintering of cereal aphids (Homoptera: Aphididae) on durum wheat in a Mediterranean climate. Environ. Entomol. 22: 381-387.
- Price, P.W. 1984.** Insect ecology. 2. ed. New York, John Wiley, 607p.
- Raworth, D.A., B.D. Frazer, N. Gilbert & W.G. Wellington. 1984.** Population dynamics of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) at Vancouver, British Columbia. I. Sampling methods and population trends. Can. Entomol. 116: 861-870.
- Risch, S.J. 1987.** Agricultural ecology and insect outbreaks, p.217-233. In Barbosa, P. & J.C. Schultz (eds.), Insect outbreaks. San Diego, Academic Press, 578p.
- Root, R.B. & A.M. Olson. 1969.** Population increase of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae*, on different host plants. Can. Entomol. 101: 768-773.
- Salgado, L.O. 1983.** Pragas das brássicas, características e métodos de controle. Inf. Agropec. 9: 43-47.
- Siddiqui, W.H., C.A. Barlow & P.A. Randolph. 1973.** Effects of some constant and alternating temperatures on population growth of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae). Can. Entomol. 105: 145-156.
- Solbrig, O.T., R. Sarandon & W. Bossert. 1990.** Effect of varying density and life table parameters on growth rate

and population size of *Viola fimbriatula*. Acta Oecol. 11: 263-280.

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

Tang, Y.Q., S.L. Lapointe, L.G. Brown & W.B. Hunter. 1999. Effects of host plant and temperature on the biology of *Toxoptera citricida* (Homoptera: Aphididae). Environ. Entomol. 28: 895-900.

Vasicek, A., F.R. La Rossa, S. Ramos & A. Noriega. 1998. Efecto de la temperatura sobre el "pulgon del repollo"

(*Brevicoryne brassicae* L.) (Homoptera: Aphidoidea). Rev. Fac. Agron. 18: 99-103.

Wellings, P.W., R.J. Chambers, A.F.G. Dixon & D.P. Aikman. 1985. Sycamore aphids numbers and population density. 1. Some patterns. J. An. Ecol. 54: 411-424.

Wyatt, I.J. & S.J. Brown. 1977. The influence of light intensity, daylength and temperature on increase rates of four glasshouse aphids. J. Appl. Ecol. 14: 391-399.

Received 20/11/01. Accepted 30/06/02.
