

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

Exigências Térmicas e Estimativa do Número de Gerações Anuais de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) em Morangueiro

ALINE NONDILLO¹, LUIZA R. REDAELLI¹, MARCOS BOTTON², SILVIA M.J. PINENT¹ E ROGÉRIO GITZ¹

¹Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Depto. Fitossanidade - UFRGS, Av. Bento Gonçalves 7.712, 91540-000 - Porto Alegre, RS; alinondillo@yahoo.com.br; luredael@ufrgs.br; silviapi@portoweb.com.br; rogitz29@yahoo.com.br

²Embrapa Uva e Vinho, Rua Livramento 515, C. postal 130, 95.700-000, Bento Gonçalves, RS; marcos@cnpuv.embrapa.br

Neotropical Entomology 37(6):646-650 (2008)

Thermal Requirements and Estimate of the Annual Number of Generations of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) on Strawberry Crop

ABSTRACT - *Frankliniella occidentalis* (Pergande) is one of the major strawberry pests in southern Brazil. The insect causes russetting and wither in flowers and fruits reducing commercial value. In this work, the thermal requirements of the eggs, larvae and pupae of *F. occidentalis* were estimated. Thrips development was studied in folioles of strawberry plants at six constant temperatures (16, 19, 22, 25, 28 and 31°C) in controlled conditions (70 ± 10% R.H. and 12:12 L:D). The number of annual generations of *F. occidentalis* was estimated for six strawberry production regions of Rio Grande do Sul State based on its thermal requirements. Developmental time of each *F. occidentalis* stages was proportional to the temperature increase. The best development rate was obtained when insects were reared at 25°C and 28°C. The lower threshold and the thermal requirements for the egg to adult stage were 9.9°C and 211.9 degree-days, respectively. Considering the thermal requirements of *F. occidentalis*, 10.7, 12.6, 13.1, 13.6, 16.5 and 17.9 generations/year were estimated, respectively, for Vacaria, Caxias do Sul, Farroupilha, Pelotas, Porto Alegre and Taquari producing regions located in Rio Grande do Sul State, Brazil.

KEY WORDS: Thrips, developmental time, degree-day

RESUMO - *Frankliniella occidentalis* (Pergande) é uma das principais pragas associadas à cultura do morangueiro no Sul do Brasil. O ataque do inseto à cultura resulta no murchamento de flores e bronzeamento de frutos. Neste trabalho, foi estimada a temperatura base e as exigências térmicas das fases de ovo, larva e pupa de *F. occidentalis* em morangueiro. Os insetos foram criados em folíolos da planta nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31°C, em câmaras climatizadas (70 ± 10% U.R.; fotofase de 12h). O número de gerações anuais que *F. occidentalis* completa foi estimado para seis regiões produtoras de morango no Rio Grande do Sul (RS), com base nas exigências térmicas da espécie. A velocidade de desenvolvimento de *F. occidentalis* aumentou com a elevação da temperatura. A faixa mais adequada para o desenvolvimento da espécie foi entre 25°C e 28°C. A temperatura base e a constante térmica para o período ovo-adulto foi de 9,9°C e 211,9 graus-dia, respectivamente. Com base nas exigências térmicas de *F. occidentalis*, foram estimados 10,7; 12,6; 13,1; 13,6; 16,5 e 17,9 gerações/ano, respectivamente, para as regiões produtoras de morangueiro de Vacaria, Caxias do Sul, Farroupilha, Pelotas, Porto Alegre e Taquari, RS.

PALAVRAS-CHAVE: Tripes, constante térmica, graus-dia

No Brasil, o morangueiro é a espécie do grupo das pequenas frutas com maior área cultivada e tradição no cultivo, especialmente no Sudeste e Sul (Pagot & Hoffmann 2003). A cultura também apresenta ampla adaptabilidade, razão pela qual se encontra difundida em regiões de clima temperado e subtropical.

Uma das principais áreas de produção de morangos do Brasil está concentrada no Rio Grande do Sul, com aproximadamente 700 ha cultivados (Emater 2004), com destaque para os municípios do vale do rio Caí, Caxias do Sul e Farroupilha, como produtores de morangos de mesa, e Pelotas e municípios vizinhos, como tradicionais produtores

de morango-indústria (Pagot & Hoffmann 2003).

Frankliniella occidentalis (Pergande) destaca-se entre os insetos que reduzem a qualidade dos frutos pela alta frequência detectada nas flores (Bortolozzo *et al.* 2007). Os danos associados à espécie são decorrentes da alimentação, que pode causar, nas flores e frutos, bronzeamentos seguidos de murchamento (Gonzales-Zamora & Garcia-Mari 2003), além de deformações de frutos (Coll *et al.* 2006).

O conhecimento das necessidades térmicas dos insetos possibilita a previsão da ocorrência e duração das fases de desenvolvimento ao longo do ciclo da cultura. Essa informação tem auxiliado na definição de épocas de aplicação de medidas de controle, reduzindo custos e danos causados pelas pragas. Por meio das exigências térmicas de um inseto-praga, pode-se também determinar o período de amostragem, limitando às épocas em que as populações atingem níveis críticos (Cividanes 2000).

A relação entre temperatura e a taxa de desenvolvimento de um inseto pode variar entre indivíduos, populações e espécies (Trudgill 1995). Além da temperatura, o fotoperíodo, a qualidade do alimento e a capacidade local de adaptação afetam o desenvolvimento das espécies (Bergant & Trdan 2006).

Registros dessa natureza relativos a *F. occidentalis* foram obtidos em amendoizeiro, pepineiro, crisântemo e feijoeiro (Lowry *et al.* 1992, Gaum *et al.* 1994, McDonald *et al.* 1998, Stacey & Fellowes 2002). No entanto, informações relativas ao efeito da temperatura quando *F. occidentalis* se desenvolve associada à cultura do morangueiro ainda não foram geradas. Este trabalho teve por objetivo conhecer as exigências térmicas de *F. occidentalis* na cultura do morangueiro estimando o número anual de gerações em diferentes regiões produtoras do Estado do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

Os insetos utilizados nos experimentos foram provenientes da criação mantida em vagens e mudas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), seguindo método adaptado de Coll *et al.* (2006). A criação foi iniciada a partir de insetos coletados em flores de morangueiros da cultivar Aromas, oriundas de Santa Lúcia do Piauí (29° 10'S, 51° 10'O), Caxias do Sul, RS.

As exigências térmicas dos estágios de ovo, larva e pupa de *F. occidentalis* foram avaliadas registrando-se o tempo de desenvolvimento do inseto nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31°C, em câmaras climatizadas (70 ± 10% U.R.; fotofase de 12h).

Para o registro do período de incubação nas diferentes temperaturas, folíolos de morangueiro da cultivar Aromas foram oferecidos aos adultos da criação para oviposição por 5h, a 25°C. Os folíolos, contendo ovos, foram colocados em placas de vidro (4,4 cm de diâmetro x 2,5 cm altura) contendo papel filtro umedecido com água destilada. As placas, contendo os ovos, foram distribuídas nas seis temperaturas. O número de ovos/folíolo exposto nas temperaturas foi variável devido à dificuldade para a sua visualização logo após a postura. Assim, foram distribuídos 91, 69, 105, 99, 73 e 80 ovos nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31°C, respectivamente.

Registros diários foram feitos retirando-se de cada placa as larvas recém-eclodidas. Quatro dias após a última eclosão, os folíolos foram clareados através da imersão em etanol 70%, por 2h. O exame dos folíolos clarificados, com auxílio de um transiluminador acoplado ao microscópio estereoscópico, permitiu avaliar o número total de ovos e/ou córions remanescentes em cada folíolo.

As exigências térmicas de larvas e pupas de *F. occidentalis* foram determinadas individualizando-se larvas recém-eclodidas em placas de vidro (4,4 cm de diâmetro x 2,5 cm altura), contendo um disco de folíolo de morangueiro da cultivar Aromas com 3 cm de diâmetro, colocado sobre papel filtro umedecido. Após a inoculação das larvas, as placas foram fechadas com parafilme. Foram distribuídas 34, 37, 33, 38, 37 e 51 larvas respectivamente, nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31°C.

Registros diários foram feitos sobre cada indivíduo até a emergência dos adultos, sendo o alimento substituído após a perda da turgidez do disco foliar ou, no máximo, a cada três dias.

As exigências térmicas das fases imaturas de *F. occidentalis* foram estimadas pelo método da hipérbole (Haddad *et al.* 1999), calculando-se o limite térmico inferior, ou temperatura base (Tb) e a constante térmica (K), com base na duração média dos períodos ovo-adulto, nas seis temperaturas, utilizando o programa SAS. Os dados de duração do desenvolvimento das diferentes fases observadas foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (P < 0,05), utilizando-se o programa SPSS.

O número provável de gerações anuais de *F. occidentalis* foi estimado para os seis principais municípios produtores de morango do Rio Grande do Sul (Caxias do Sul, Farroupilha, Pelotas, Vacaria, Porto Alegre e Taquari), com base nas exigências térmicas, utilizando as normais térmicas desses municípios (Centro de Meteorologia Aplicada - Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO e no 8º Distrito de Meteorologia - Porto Alegre), conforme Cividanes (2000). Embora Taquari não seja um local de destaque na produção de morango, as normais térmicas desse município foram utilizadas por serem as que encontram-se disponíveis mais próximas de Bom Princípio, importante pólo produtor da fruta no Estado.

Resultados e Discussão

A temperatura afetou todos os estágios de desenvolvimento de *F. occidentalis*, os quais apresentaram duração do desenvolvimento inversa à temperatura de criação (Tabela 1). No entanto, apenas o período embrionário e o estágio pupal tiveram o seu desenvolvimento afetado em toda a faixa térmica estudada, enquanto o estágio larval e o período ovo-adulto só apresentaram diferenças entre 16°C a 25°C (Tabela 1). A duração média do ciclo (ovo-adulto) de *F. occidentalis* apresentou relação inversa à elevação da temperatura (Tabela 1), sendo que aproximadamente 98% do decréscimo do tempo de desenvolvimento foram explicados pelo aumento na temperatura (R² = 0,98). O efeito da temperatura sobre o desenvolvimento dos diferentes estágios de *F. occidentalis*

Tabela 1. Duração (média \pm EP), das fases de ovo, larval, pupal e ciclo biológico (ovo-adulto) de *F. occidentalis* mantidos em folíolos de morangueiro cultivar Aromas, nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31°C (70 \pm 10%; fotofase 12h).

Temperatura (°C)	Duração (dias)			
	Ovos	Estágio larval	Estágio pupal	Ciclo biológico (ovo-adulto)
16	9,8 \pm 0,07 a (91)	14,4 \pm 0,84 a (34)	8,9 \pm 0,34 a (29)	33,1 \pm 0,92 a (29)
19	7,3 \pm 0,08 b (69)	11,2 \pm 0,59 b (37)	6,2 \pm 0,15 b (29)	24,6 \pm 0,81 b (29)
22	5,7 \pm 0,07 c (105)	7,4 \pm 0,29 c (33)	5,1 \pm 0,11 c (30)	18,2 \pm 0,65 c (30)
25	4,1 \pm 0,04 d (99)	5,5 \pm 0,30 d (38)	3,4 \pm 0,11 d (34)	12,9 \pm 0,62 d (31)
28	3,9 \pm 0,11 d (73)	4,7 \pm 0,24 d (37)	3,2 \pm 0,07 de (33)	11,7 \pm 0,59 d (33)
31	3,2 \pm 0,05 e (80)	4,5 \pm 0,17 d (51)	2,6 \pm 0,17 e (34)	10,2 \pm 0,52 d (33)

Médias seguidas de letras diferentes, na vertical, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); Valores entre parênteses indicam o número de observações.

em morangueiro obtidos neste trabalho assemelham-se aos relatados para o inseto em folhas de crisântemo e pepineiro (Gaum *et al.* 1994, McDonald *et al.* 1998).

A temperatura também afetou a viabilidade dos diferentes estágios de desenvolvimento de *F. occidentalis*, sendo a menor de 61,6% a 31°C e a maior de 88,4% a 22°C. Os valores registrados para duração do ciclo biológico e viabilidade, indicam que a faixa de 25°C a 28°C é a mais adequada para o desenvolvimento do inseto.

Segundo Gaum *et al.* (1994), a taxa de desenvolvimento de *F. occidentalis* a 30°C é elevada, o que explicaria o incremento populacional durante os meses de verão observados em cultivos de pepineiro. Esse fato também tem sido relatado pelos produtores de morango do Rio Grande do Sul que observam as maiores infestações nos meses mais quentes do ano (novembro a janeiro).

O limiar térmico inferior de desenvolvimento (Tb) para

o estágio de ovo de *F. occidentalis* foi de 9,2°C, sendo de 10,1°C para as fases de larva e pupa. A constante térmica (K) encontrada para os períodos embrionário, larval e pupal foram de 69,3, 88,1 e 54,8 graus-dias (GD), respectivamente (Tabela 2).

Inferências a partir da comparação desses resultados devem ser cautelosas, tendo em vista que, além da temperatura, características inerentes à própria espécie e à qualidade do alimento no qual os insetos foram mantidos afetam o seu desenvolvimento (Strong *et al.* 1984) (Tabelas 2 e 3). Esse fato fica evidente quando o limiar térmico inferior do período ovo-adulto de *F. occidentalis* em folíolos de morangueiro (9,9°C) (Tabela 2) é comparado aos obtidos para o inseto criado em diversos hospedeiros, mostrando a influência da planta hospedeira no desenvolvimento do inseto (Tabela 3).

A relação negativa entre a constante térmica e o limiar

Tabela 2. Limiar térmico inferior de desenvolvimento (Tb), constante térmica (K), equação linear da velocidade de desenvolvimento (1/D) e coeficiente de determinação (R²) das fases de ovo, larva, pupa e do período ovo-adulto de *F. occidentalis* mantida em folíolos de morangueiro, cultivar Aromas, nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31°C (70 \pm 10%; fotofase 12h).

Estágio	Tb (°C)	K (GD)	Equação de regressão	R ²	F	P
Ovo	9,20	69,35	$y = -0,13261 + 0,01442 x$	0,98	220,82	0,0001
Larval	10,09	88,11	$y = -0,11456 + 0,01135 x$	0,97	131,69	0,0003
Pupal	10,15	54,79	$y = -0,18518 + 0,01825 x$	0,97	190,75	0,0002
Ovo-adulto	9,88	211,86	$y = -0,04662 + 0,00472 x$	0,98	271,46	0,0001

Tabela 3. Valores relatados na literatura referentes ao limiar térmico inferior de desenvolvimento (Tb) e a constante térmica (K) do período ovo-adulto de *F. occidentalis* em diferentes hospedeiros.

Hospedeiro	Tb (°C)	K (GD)	Referência
Amendoizeiro	6,5	253,9	Lowry <i>et al.</i> (1992)
Crisântemo	7,9	268,0	McDonald <i>et al.</i> (1998)
Feijoeiro	6,8	223,0	Stacey & Fellowes (2002)
Pepineiro	9,4	249,8	Gaum <i>et al.</i> (1994)

térmico inferior corrobora a teoria da predição funcional (Trudgill & Perry 1994, Trudgill 1995), segundo a qual um alto valor para o limiar de desenvolvimento e um pequeno para a soma térmica é esperado para espécies mais adaptadas às áreas quentes (tropicais) do que às áreas frias (temperadas).

Segundo Honěk (1996), o limiar térmico inferior de desenvolvimento diminui com o aumento da latitude. Espécies que vivem nos trópicos possuem temperatura base superior (13,7°C) àquelas que habitam regiões subtropicais (10,5°C) e temperadas (7,9°C). O valor do limiar térmico inferior calculado neste estudo para o ciclo biológico (9,9°C) faz com que essa regra seja aplicável para *F. occidentalis*.

Com base no limiar térmico inferior calculado (9,9°C), constatou-se que *F. occidentalis* requer 211,86 GD para completar o desenvolvimento em folíolos de morangueiro. Valores superiores e distintos aos observados foram registrados na literatura, para a mesma espécie, em diferentes hospedeiros (Tabela 3).

O número estimado de gerações anuais de *F. occidentalis* para os municípios produtores de morango de Vacaria, Caxias do Sul, Farroupilha, Pelotas, Porto Alegre e Taquari

foram de 10,7, 12,6, 13,1, 13,6, 16,5 e 17,9, respectivamente (Tabela 4; Fig. 1). O número de gerações anuais dessa espécie variou grandemente conforme a região produtora. Embora outras variáveis devam ser consideradas, como fase do desenvolvimento da planta, cultivar, entre outros, o maior número de gerações da espécie durante o ano demonstra maior potencial de dano nesses locais.

As exigências térmicas de *F. occidentalis* em morangueiro aqui determinadas são uma ferramenta auxiliar na previsão de picos populacionais, e servirá para indicar quando as amostragens para monitoramento da população devem ser iniciadas ou intensificadas e em que momento o controle deve ser implementado. Os resultados apresentados devem ser validados em cultivos comerciais para viabilizar o emprego desta ferramenta no manejo da espécie na cultura do morangueiro.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo

Tabela 4. Número estimado de gerações de *F. occidentalis* por ano em diversos municípios produtores de morango no Rio Grande do Sul, temperaturas médias anuais (°C), graus-dias anuais acumulados (GD) e número estimado de gerações de *F. occidentalis* por ano (Tb utilizada nos cálculos de 9,88°C para o período de ovo-adulto).

Município	Temperatura média anual (°C)	Graus-dias acumulados (GD)	Nº estimado de gerações/ano
Caxias do Sul	17,19	2662,9	12,6
Farroupilha	17,49	2767,8	13,1
Pelotas	17,80	2881,0	13,6
Porto Alegre	19,49	3498,1	16,5
Taquari ¹	20,27	3785,22	17,9
Vacaria	16,11	2266,9	10,7

¹Taquari não é produtor de morangos mas representa as condições climáticas de Bom Princípio.

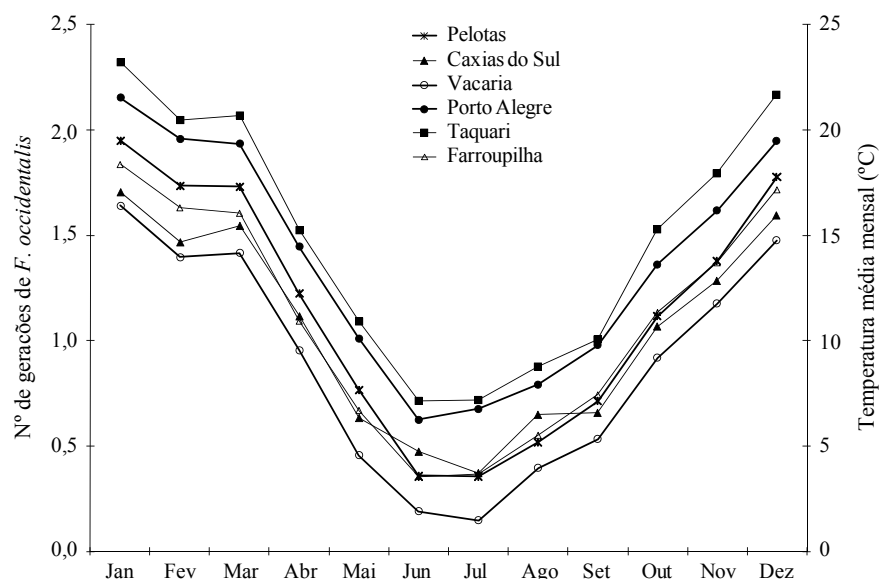


Fig 1. Estimativa do número de gerações/mês de *F. occidentalis* para os municípios de Caxias do Sul, Farroupilha, Pelotas, Porto Alegre, Taquari e Vacaria, RS.

suporte financeiro (Projeto nº 473433/2006-0) e pela concessão de bolsa aos quatro primeiros autores e à FAPERGS, pela bolsa de iniciação científica.

Referências

- Bergant, K. & S. Trdan. 2006. How reliable are thermal constants for insect development when estimated from laboratory experiment? *Entomol. Exp. Appl.* 120: 251-256.
- Bortolozzo, A.R., R.M.V. Sanhueza, M. Botton, G.W.B. Melo, A. Kovaleski, J. Bernardi, A. Hoffmann, M. Botton, J.M. Freire, L.C. Braghini, L. Vargas, F.F. Calegario, N.J. Ferla & S.J. Pinent. 2007. Produção de morangos no sistema semi-hidropônico. Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho, (Circular Técnica), 24p.
- Cividanes, F.J. 2000. Uso de graus-dia em entomologia: Com particular referência ao controle de percevejos pragas da soja. Jaboticabal, Funep, 31p.
- Coll, M., S. Shakya, I. Shouster & Y. Nenner. 2006. Decision-making tools for *Frankliniella occidentalis* management in strawberry: Consideration of target markets. *Entomol. Exp. Appl.* 121: 1-9.
- Emater. 2004. Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul – 2003/2004. Porto Alegre, Emater, 89p.
- Gaum, W.G., J.H. Giliomee & K.L. Prngle. 1994. Life history and life table of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), on English cucumbers. *Bull. Entomol. Res.* 84: 219-224.
- Gonzales-Zamora, J.E. & F. Garcia-Mari. 2003. The efficiency of several sampling methods for *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in strawberry flowers. *J. Appl. Entomol.* 127: 516 – 521.
- Haddad, M.L., J.R.P. Parra & R.C.B. Moraes. 1999. Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos. Piracicaba, FEALQ, 29p.
- Honěk, A. 1996. Geographical variation in thermal requirements for insect development. *Eur. J. Entomol.* 93: 303-312.
- Lowry, V.K., J.W. Smith Jr. & F.L. Mitchele. 1992. Life-fertility tables for *Frankliniella fusca* (Hinds) and *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) on peanut. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 85: 744-754.
- McDonald, J., J. Bale & K. Walters. 1998. Effect of temperature on development of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Eur. J. Entomol.* 95: 301-306.
- Pagot, E. & A. Hoffmann. 2003. Produção de pequenas frutas no Brasil. In: I Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas, 2003, Vacaria. Anais... Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho (Documentos 37), 64p.
- Stacey, D.A. & M.D.E. Fellowes. 2002. Temperature and the development rates of thrips: evidence for a constraint on local adaptation? *Eur. J. Entomol.* 99: 399-404.
- Strong, D.R., J. Lawton, R. Southwood. 1984. *Insects on the plants*. Cambridge, Harvard University Press, 313p.
- Trudgill, D.L. 1995. Why do tropical poikilothermic organisms tend to have higher threshold temperature for development than temperate ones? *Func. Ecol.* 9: 136-137.
- Trudgill, D.L. & J.N. Perry. 1994. Thermal time and ecological strategies – a unifying hypothesis. *Ann. Appl. Biol.* 125: 521-532.

Received 15/IV/08. Accepted 20/X/08.