

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

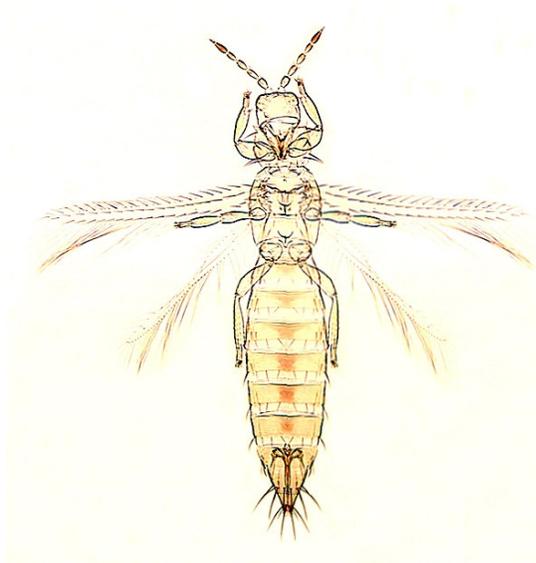
BIOLOGIA, EXIGÊNCIAS TÉRMICAS E CARACTERIZAÇÃO DE DANOS DE  
*Frankliniella occidentalis* PERGANDE (THYSANOPTERA: THRIPIDAE), EM  
MORANGUEIRO

Aline Nondillo  
Bióloga (UNISINOS)

Dissertação apresentada como um dos requisitos  
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia  
Área de Concentração Fitossanidade

Porto Alegre (RS), Brasil  
Março de 2008

(Página de homologação e ficha catalográfica: a serem inseridos)



*Frankliniella occidentalis*  
Modificado de Moritz *et al.* 2001

À minha mãe, "Dona" Dora e ao meu pai, "Seu" Rui pelo apoio, carinho e incentivo em todos os momentos da minha vida. Por não medirem esforços para que meu sonho se tornasse realidade. A eles minha total gratidão. Aos meus irmãos Rafael e Tiago pela paciência e compreensão.

Dedico

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luíza Rodrigues Redaelli, pela amizade, paciência, pelos valiosos ensinamentos e conselhos para meu desenvolvimento pessoal e profissional. Meu sincero agradecimento pela dedicação a minha dissertação com tanto empenho e detalhismo.

À Dr<sup>a</sup> Sílvia M. Jesien Pinent pela co-orientação e por seus valiosos ensinamentos.

Ao Dr<sup>o</sup> Marcos Botton pela amizade, confiança, incentivo, oportunidades oferecidas, enfim por ter me indicado o caminho da Entomologia.

Ao MSc. Adriano Cavalleri por ter me contagiado com sua fascinação e entusiasmo pelo “mundo dos tripes”, pelo incentivo, atenção e amizade incondicional.

À minha grande amiga Cristiane Muller, pela ajuda imprescindível nas questões “matemáticas”, pelos excelentes momentos de discussão e principalmente pelo carinho em todas as horas.

À Dr<sup>o</sup> Carlos Pinent pela colaboração na análise numérica.

Ao professor Josué Sant’Ana, que sempre esteve pronto para o esclarecimento de dúvidas.

Ao produtor Andrezza pela área de trabalho cedida.

A todos os meus queridos amigos do Bioecolab: Rosana, Deisi, Ricardo, Patrícia, Caio, Eduardo, Rafael M, Rafael L, Rogério, Fernando, Tiago, Luidi, Gabriel, Paula, Simone, Josué, Ana Paula, Sílvia e Luíza pelo agradável convívio

e amizade. Pessoas por quem tenho admiração e carinho profundos.

Ao Caio Efrom e Ricardo Bisotto sempre atenciosos e dispostos a ajudar.

Ao Eduardo Diehl Fleig pelo auxílio da edição das fotos.

Aos bolsistas Tiago e Diogo pela ajuda nos trabalhos de campo ao longo da execução do trabalho. Ao bolsista Rogério Gitz pelo auxílio na condução dos trabalhos de laboratório e pelos valiosos conselhos “sentimentais”.

Ao pessoal do laboratório de Entomologia da Embrapa Uva e Vinho, Vânia, Wilson, Leo, Aline, Rodrigo, Cristiane, Marcelo, Patrick meu eterno agradecimento pelo apoio técnico, pelos momentos de compreensão, colaboração, pelo afeto, amizade. Impossível agradecer tudo o que vocês significam na construção deste e de muitos outros momentos da minha vida. Eu não teria chegado onde cheguei sem vocês.

À minha amiga Ana Paula Trivilin por todos os momentos que passamos juntas, pelo cuidado, lealdade, paciência e amizade dedicada.

À Deisi (Deisila) pelo apoio durante os momentos alegres e difíceis que tivemos em comum ao longo destes dois anos.

À minha pequena grande amiga Rosana Moraes (“Rosa Maria”) por compartilhar tantas angústias, decepções e muitas alegrias. Agradeço pelo carinho, confiança e amizade incondicional.

As minhas fiéis amigas de longa data Michi, Cris, Cassi, Gi, Pati que mesmo longe nunca faltaram com carinho, amizade e apoio.

Ao CNPq, pela bolsa concedida.

BIOLOGIA, EXIGÊNCIAS TÉRMICAS E CARACTERIZAÇÃO DE DANOS DE  
*Frankliniella occidentalis* PERGANDE (THYSANOPTERA: THRIPIDAE), EM  
MORANGUEIRO<sup>1</sup>

Autora: Aline Nondillo  
Orientadora: Luiza Rodrigues Redaelli  
Co-orientadora: Sílvia Marisa Jesien Pinent

## RESUMO

*Frankliniella occidentalis* tem sido relatada como uma das principais pragas associadas à cultura do morangueiro. Neste trabalho, foram avaliados aspectos do ciclo biológico de *F. occidentalis*, em laboratório ( $25 \pm 1$  °C,  $70 \pm 10\%$  UR, fotofase 12 horas), em flores e folíolos de morangueiro, cultivar Aromas. Determinou-se também, as exigências térmicas das fases de ovo, larva e pupa, mantidas em folíolos de morangueiro, nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31 °C ( $70 \pm 10\%$  UR; fotofase 12 horas). Os danos provocados por adultos de *F. occidentalis* foram caracterizados em flores, frutos verdes e maduros e durante todo período de maturação. A duração média, em dias, do período embrionário foi significativamente distinta entre os insetos mantidos em flores ( $3,7 \pm 0,03$ ) e folíolos ( $4,4 \pm 0,09$ ). O primeiro instar larval teve duração significativamente menor em flores ( $1,6 \pm 0,07$  dias) do que nos folíolos ( $2,0 \pm 0,06$  dias). Larvas de segundo instar, pré-pupas e pupas não diferiram quanto à duração e viabilidade entre os dois órgãos vegetais avaliados. O ciclo biológico (ovo-adulto) não diferiu significativamente entre os insetos mantidos em flores ( $12,1 \pm 0,33$  dias) e folíolos ( $13,3 \pm 0,57$  dias), o mesmo ocorreu em relação à longevidade entre machos e fêmeas. A fecundidade média total dos insetos mantidos em flores ( $70,04 \pm 9,18$  ovos/fêmea) foi significativamente maior do que os que permaneceram em folíolos ( $8,52 \pm 1,13$  ovos/fêmea). Com base na tabela de vida de fertilidade, a performance dos indivíduos de *F. occidentalis* que se desenvolveram em flores foi melhor. A temperatura base e a constante térmica para o ciclo total (ovo-adulto) foi  $9,88$  °C e  $211,86$  graus-dia, respectivamente. Com base nas exigências térmicas de *F. occidentalis*, foi estimado para os municípios de Vacaria, Caxias do Sul, Pelotas, Porto Alegre e Taquari respectivamente, 10,7, 12,6, 13,6, 16,5 e 20,3 gerações/ano. Em relação à caracterização de danos, os resultados sugerem que as deformações de frutos não estão associadas à presença de *F. occidentalis* e que, a alimentação destes causa bronzeamentos na superfície de frutos verdes e maduros.

---

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, (76 p.) Março, 2008.

BIOLOGY, THERMAL REQUIREMENTS AND DAMAGE CHARACTERIZATION  
OF *Frankliniella occidentalis* PERGANDE (THYSANOPTERA: THRIPIDAE), IN  
STRAWBERRY PLANTS <sup>1</sup>

Author: Aline Nondillo  
Advisor: Luiza Rodrigues Redaelli  
Co-advisor: Sílvia Marisa Jesien Pinent

**ABSTRACT**

*Frankliniella occidentalis* has been reported as one of the major pests associated to the strawberry crops. In this work, aspects of the biological cycle of *F. occidentalis* had been evaluated in laboratory ( $25 \pm 1$  °C,  $70 \pm 10\%$  RH photo phase 12 h), in flowers and folioles of strawberry plants, 'Aromas' cultivar. Also, the thermal requirements of the egg, larva and pupal phases kept in strawberry folioles at 16, 19, 22, 25, 28 and 31 °C ( $70 \pm 10\%$  RH; 12 hours photo phase) were established. The damages inflicted by *F. occidentalis* adults in flowers, in unripe and ripe fruits and during all the ripening period were characterized. The average time, in days, of the embryonic period were significantly different for the insects kept in flowers ( $3.7 \pm 0.03$ ) and folioles ( $4.4 \pm 0.09$ ). The first larval instar had a significantly lower duration in flowers ( $1.6 \pm 0.07$  days) than in folioles ( $2.0 \pm 0.06$  days). Second instar larvae, pre-pupae and pupae did not differ relative to the duration and viability between the plants organs evaluated. The biological cycle (egg to adult) did not differ significantly between the insects maintained in flowers ( $12.1 \pm 0.33$  days) and folioles ( $13.3 \pm 0.57$  days), the same occurred regarding to longevity between males and females. The total average fecundity of insects kept in flowers ( $70.04 \pm 9.18$  eggs/female) was significantly higher than that in folioles ( $8.52 \pm 1.13$  eggs/female). Based upon the fertility life table, the performance of *F. occidentalis* individuals that developed in flowers was better when compared to that of individuals kept in folioles. The lower threshold and the thermal constant for the whole life cycle (egg to adult) were 9.88 °C and 211.86 days-degree respectively. Considering the thermal requirements of *F. occidentalis*, were estimated 10.7, 12.6, 13.6, 16.5 and 20.3 generations/year respectively for Vacaria, Caxias do Sul, Pelotas, Porto Alegre and Taquari, RS. Regarding damage characterization, the results indicated that fruit deformations were not associated to *F. occidentalis* presence and that their feeding activity causes russet in unripe and ripe fruits.

---

<sup>1</sup> Master in Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (76p.) March, 2008.

## SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Cultura do morangueiro .....	3
2.2 <i>Frankliniella occidentalis</i> .....	7
2.2.1 Distribuição geográfica .....	7
2.2.2 Hospedeiros .....	8
2.2.3 Aspectos morfológicos e biológicos.....	9
2.2.4 Danos em morangueiro .....	11
2.3 Hábitos alimentares de Thysanoptera – ênfase <i>Frankliniella occidentalis</i> ...	13
2.4 Exigências térmicas – ênfase <i>Frankliniella occidentalis</i> .....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Estabelecimento do cultivo de morangueiro .....	19
3.2 Biologia de <i>Frankliniella occidentalis</i> .....	20
3.2.1 Obtenção de indivíduos de <i>Frankliniella occidentalis</i> .....	20
3.2.2 Fase imatura .....	21
3.2.3 Fase adulta.....	21
3.2.4 Análise numérica dos dados de biologia .....	23
3.3 Exigências térmicas de <i>Frankliniella occidentalis</i> .....	23
3.3.1 Criação de manutenção de <i>Frankliniella occidentalis</i> .....	23
3.3.2 Determinação das exigências térmicas de <i>Frankliniella occidentalis</i> e estimativa do número de gerações .....	24
3.4 Caracterização de danos de <i>Frankliniella occidentalis</i> em morangueiro .....	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	30
4.1 Biologia de <i>Frankliniella occidentalis</i> em morangueiro .....	30
4.1.1 Fases imaturas .....	30
4.1.1.1 Duração da fase de ovo .....	30
4.1.1.2 Duração e viabilidade das fases de larva, pré-pupa e pupa...	31
4.1.1.3 Duração e viabilidade do ciclo biológico.....	33
4.1.2 Fase adulta.....	34
4.1.2.1 Longevidade e razão sexual .....	34
4.1.2.2 Parâmetros reprodutivos .....	36
4.1.3 Tabela de vida de fertilidade .....	42
4.2 Exigências térmicas.....	44
4.3 Caracterização de danos de <i>Frankliniella occidentalis</i> em morangueiro .....	55
5 CONCLUSÕES .....	67
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68

## RELAÇÃO DE TABELAS

Página

1. Duração média em dias ( $\pm$  EP), intervalo de variação (IV) e viabilidade média ( $\%$   $\pm$  EP), das fases de larva, pré-pupa, pupa e ciclo biológico (larva-adulto) de *Frankliniella occidentalis* mantidos em flores e folíolos de morangueiro da cultivar Aromas, (n = número de observações) ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ;  $70 \pm 10\%$ ; fotofase 12 horas)..... 32
2. Longevidade de machos e fêmeas, períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição (dias) ( $\pm$  EP), fecundidade média diária e total, fertilidade e respectivos intervalos de variação (IV), de *Frankliniella occidentalis* mantidos em flores e folíolos de morangueiro cultivar Aromas, (n = número de observações) ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ; 70  $\pm$  10%; fotofase 12 horas)..... 35
3. Duração média de uma geração (T) taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), razão infinitesimal de aumento (rm) e razão finita de aumento ( $\Lambda$ ) para indivíduos de *Frankliniella occidentalis* mantidos em flores e folíolos de morangueiro cultivar Aromas ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ;  $70 \pm 10\%$ ; fotofase 12 horas)..... 43
4. Duração (média  $\pm$  EP), das fases de ovo, larval, pupal, e ciclo biológico (ovo-adulto) de *Frankliniella occidentalis* mantidos em folíolos de morangueiro cultivar Aromas, nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e  $31^\circ\text{C}$  ( $70 \pm 10\%$ ; fotofase 12 horas)..... 44
5. Viabilidade média ( $\%$   $\pm$  EP), das fases de ovo, larval, pupal, e ciclo biológico (ovo-adulto) de *Frankliniella occidentalis* mantidos em folíolos de morangueiro cultivar Aromas, nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e  $31^\circ\text{C}$  ( $70 \pm 10\%$ ; fotofase 12 horas)..... 45
6. Limiar térmico inferior de desenvolvimento ( $T_b$ ), constante térmica (K), em graus-dia (GD), equação linear da velocidade de desenvolvimento ( $1/D$ ) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) das fases de ovo, larval, pupal, e ciclo biológico (ovo-adulto) de *Frankliniella occidentalis* mantidos em folíolos de morangueiro cultivar Aromas, nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e  $31^\circ\text{C}$  ( $70 \pm 10\%$ ; fotofase 12 horas)..... 46

7. Municípios produtores de morango no Rio Grande do Sul, temperaturas médias anuais (°C), graus-dias anuais acumulados (GD) e número provável de gerações de <i>Frankliniella occidentalis</i> por ano (Tb utilizada nos cálculos de 9,88 °C para o período de ovo-adulto).....	52
8. Porcentagem de frutos de morangueiro da cultivar Aromas com bronzeamento após a infestação com adultos de <i>Frankliniella occidentalis</i> em dois estádios fenológicos do fruto (verde e maduro) e durante todo o desenvolvimento (n = número de unidades experimentais). Porto Alegre, RS. (novembro e dezembro/2007)....	59
9. Número de flores e frutos de morangueiro cultivar Aromas, por classe de densidade de adultos de <i>Frankliniella occidentalis</i> recuperados nos diferentes tratamentos, no momento da avaliação. (n = número de unidades experimentais). Porto Alegre, RS. (novembro e dezembro/2007).....	65

## RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. (A) Placas de vidro com folíolo (esquerda) e flor (direita) de morangueiro cultivar Aromas; (B) detalhe do folíolo com larva de <i>Frankliniella occidentalis</i> ; (C) detalhe da flor com larva de <i>Frankliniella occidentalis</i> (seta indica larva).....	22
2. (A) Gaiola confeccionada com copo plástico transparente (250 mL), base fechada e manga acoplada na abertura, ambas com tecido TNT, e com orifício lateral; (B) gaiola protegendo flor de morangueiro cultivar Aromas na área experimental (seta indica o suporte da gaiola) .....	27
3. Fecundidade média diária de <i>Frankliniella occidentalis</i> em flores (n = 26) e folíolos (n = 27) de morangueiro cultivar Aromas (25 ± 1 °C; 70 ± 10%; fotofase 12 horas).....	37
4. Relação entre temperatura, tempo de desenvolvimento (●) e velocidade de desenvolvimento (×) para as fases de ovo (A), larva de 1º instar (B), larva de 2º instar (C), pré-pupa (D), pupa (E) e período de ovo-adulto (F) de <i>Frankliniella occidentalis</i> mantidos em folíolos de morangueiro cultivar Aromas, nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31 °C (70 ± 10%; fotofase 12 horas).....	47
5. Estimativa do número de gerações/mês de <i>Frankliniella occidentalis</i> para os municípios de Vacaria, Caxias do Sul, Pelotas, Porto Alegre e Taquari (RS).....	53
6. Flores de morangueiro cultivar Aromas. (A) com sinais de alimentação após a infestação com adultos de <i>Frankliniella occidentalis</i> , durante cinco dias (1) marca na sépala; (B) testemunha; (C) estame com área amarronzada no filete (2) da antera; (D) receptáculo floral com pontos pretos (3) na superfície. Porto Alegre, RS. (novembro/dezembro, 2007).....	56
7. Frutos verdes de morangueiro cultivar Aromas. (A) com danos após a infestação com adultos de <i>Frankliniella occidentalis</i> , durante cinco dias; (B) testemunha; (C) detalhe dos danos da região do cálice, (1) nas sépalas e (2) na superfície do fruto; (D) detalhe da área bronzeada na superfície do fruto; (E) esquerda - infestado (seta indica área bronzeada), direita - testemunha. Porto Alegre, RS. (novembro/dezembro, 2007).....	58

8. Frutos maduros de morangueiro cultivar Aromas. (A) com danos após a infestação com adultos de *Frankliniella occidentalis*, durante cinco dias; (B) testemunha; (C e D) detalhe da área bronzeada na superfície do fruto (seta indica bronzeamento ao redor do aquênio) Porto Alegre, RS. (novembro/dezembro, 2007)..... 60
9. Frutos maduros de morangueiro cultivar Aromas. (A) com danos após a infestação com adultos de *Frankliniella occidentalis*, durante todo período de desenvolvimento; (B) testemunha; (C) detalhe da superfície do fruto, seta indica área bronzeada. Porto Alegre, RS. (novembro/dezembro, 2007)..... 62
10. Fruto de morangueiro cultivar Aromas. (A, B e C) infestados com adultos de *Frankliniella occidentalis*; (D, E e F) testemunha; (A e D) com deformações leves; (B, C, E e F) com deformações graves. Porto Alegre, RS. (novembro/dezembro, 2007)..... 63

## 1 INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duchesne) (Rosaceae) é uma planta típica de climas frios, com ampla distribuição geográfica, cujo cultivo tem aumentado significativamente, em todo o mundo. A possibilidade de utilização dos frutos, tanto no setor industrial, como no consumo “in natura”, aliada ao gosto atrativo e à riqueza de vitaminas e minerais, têm contribuído para o aumento do consumo e da produção.

No Brasil, a cultura destaca-se por apresentar expressão econômica e social, principalmente por empregar mão-de-obra familiar, caracterizando-se como excelente fonte de renda para pequenas propriedades. O morangueiro é a principal espécie do grupo das pequenas frutas, cultivado nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, sendo o Rio Grande do Sul um dos maiores produtores.

Dentre os insetos considerados pragas do morangueiro, destaca-se *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), devido à alta frequência com que ocorre, especialmente, em flores. No morangueiro, os danos associados a esta espécie são descritos como decorrentes da alimentação, que pode causar, nas flores e frutos, bronzeamentos seguidos de murchamento. Além desses, deformações nos frutos têm sido referidas, entretanto, em relação a estas, as opiniões são contraditórias. Por conta desses danos, os produtores têm controlado a praga com inúmeras aplicações de inseticidas de alta toxicidade e não registrados para a cultura. Esta situação, além da contaminação dos frutos e

do ambiente, onera o custo de produção e acarreta desequilíbrios ambientais, como a eliminação de polinizadores e inimigos naturais.

O conhecimento das características biológicas, em diferentes cultivares e temperaturas, bem como dos danos que podem provocar no morangueiro, são necessários para o desenvolvimento de estratégias eficientes de manejo e controle. Registros desta natureza, relativos a *F. occidentalis*, têm sido obtidos em outras culturas, permanecendo uma lacuna no que se refere ao morangueiro, em nossas condições.

Tendo em vista essa situação, o presente estudo teve como objetivos avaliar aspectos do ciclo biológico de *F. occidentalis*, em flores e folíolos de morangueiro em condições de laboratório; conhecer as exigências térmicas e caracterizar o dano causado em frutos e flores de morangueiro, cultivar Aromas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Cultura do morangueiro

O morangueiro é uma planta típica de climas frios, pertencente à família Rosaceae, gênero *Fragaria*, sendo a denominação botânica *Fragaria x ananassa* Duchesne atualmente a mais aceita para as cultivares (Hancock, 1999). É uma planta herbácea, de porte baixo e, embora seja considerada perene, tem cultivo anual, devido à queda na produtividade e na qualidade dos frutos em certos períodos do ano (Pires, 1998).

O sistema radicular é fasciculado e relativamente superficial. As raízes primárias dão origem às secundárias que têm a função de absorção de nutrientes. As raízes principais são grandes e perenes, tendo a função de órgãos de reserva e contribuindo ativamente na absorção de nutrientes pelo contínuo crescimento e produção sucessiva de novas radículas (Brazanti, 1989).

A planta apresenta como caule um rizoma estolhoso, com entrenós curtos, conhecidos como coroa, do qual nascem gemas terminais que originam folhas compostas (três folíolos), estolhos (ramos rastejantes) ou inflorescências, dependendo de sua idade fisiológica e de condições de fotoperíodo e temperatura (Ronque, 1998). A inflorescência típica denominada de cimeira dicotômica possui um eixo primário, no qual se desenvolvem duas brácteas subopostas que terminam numa flor, denominada flor primária. Na axila de cada bráctea do eixo primário, desenvolve-se um eixo secundário, que termina por uma flor,

denominada flor secundária e assim sucessivamente, até o eixo quartenário ou quinário (Brazanti, 1989). As flores adultas individuais são relativamente grandes suportadas por pedúnculos pilosos, o cálice gamosépalo é composto por sépalas verdes, conforme a variedade apresenta de cinco a sete pétalas brancas, numerosos estames amarelos e pistilos distribuídos sobre um receptáculo carnoso convexo (Ronque, 1998).

Na flor do morangueiro ocorre protoginia e, por conseguinte, fecundação cruzada, comumente por entomofilia ou anemofilia. O pólen está maduro antes mesmo das anteras se abrirem, mas a deiscência não ocorre enquanto a flor não abrir. O pólen pode permanecer viável por vários dias (Passos, 1991).

O clima exerce grande influência sobre a cultura do morangueiro. Os melhores resultados, em termos de produção, têm sido obtidos nos climas temperados e temperados frios, livres de granizo e geadas, particularmente na fase de floração e frutificação (Ronque, 1998).

O fruto comercializado do morangueiro denominado “fruto” é, na verdade, um poliaquênio ou fruto agregado, que deriva de somente uma flor com muitos pistilos individuais, sobre o mesmo receptáculo, denominado de etéreo. A parte comestível é esse receptáculo que sofreu hipertrofia, acumulando açúcares e vitaminas, no qual estão aderidos o que vulgarmente se denomina de sementes do morango, e que na verdade, são frutos secos, ou aquênios (Brazanti, 1989).

De acordo com a sensibilidade ao fotoperíodo, as cultivares de morangueiro são divididas em dois grupos: cultivares de dias curtos e de dias neutros. Nas cultivares de dias curtos, as plantas começam a formar flores no outono, ao passo que em condições de dias longos (fim da primavera e verão) e temperaturas elevadas, ocorre o crescimento vegetativo formando estolões. As cultivares de dia neutro florescem e produzem frutos independentemente do fotoperíodo, mas

tendem a produzir estolões durante a estação mais quente e flores, na mais fria. Estas últimas têm sido cultivadas com sucesso na Serra Gaúcha, onde a produção também ocorre no período de melhor preço da fruta, sendo vantajosas economicamente para o produtor (Embrapa, 2008).

O cultivo do morangueiro passou a ser expressivo no século XIX, a partir do cruzamento entre as espécies de rosáceas, *Fragaria virginiana* Duchesne e *Fragaria chiloensis* (L.) Duchesne, oriundas, respectivamente, da América do Norte e América do Sul, dando assim origem ao híbrido *Fragaria X ananassa* Duch, espécie de maior importância econômica conhecida atualmente (Hancock, 1999).

As infrutescências do morangueiro devido ao gosto atrativo, à boa produtividade e riqueza em vitamina C, constituem, em escala mundial, as mais importantes das chamadas pequenas frutas (Padovani, 1991). Além disso, é a fruteira cultivada de maior distribuição, devido à diversidade genotípica e à sua capacidade de adaptação ambiental (Larson, 1994).

O morangueiro, segundo Oliveira Jr. & Manica (2003), tem grande expressão econômica, com produção mundial de 3,1 milhões de toneladas por ano, encontrando-se amplamente distribuído em países como França, Espanha, Alemanha, Polônia, Estados Unidos da América, México, Guatemala, Equador, Chile, Argentina e Brasil (Calvete *et al.*, 2005).

O cultivo comercial do morangueiro no Brasil é relativamente novo, não existindo registro exato de seu início. As poucas informações existentes na literatura referem que este se deu na década de 1950, na região da Encosta da Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, de onde se expandiu para o restante do País (Santos *apud* Filho, 2005).

A área brasileira cultivada com morangueiros, embora tenha se expandido

nos últimos anos, é concentrada principalmente, nos estados do Rio Grande do Sul (25,6%), Minas Gerais (41,4%), São Paulo (15,4%), Paraná (4,7%) e Distrito Federal (4%) (Calvete *et al.*, 2005). Apesar dos dados estatísticos não serem precisos, estima-se uma produção anual de 105.000 toneladas, com área ocupada de aproximadamente 3.500 ha (Antunes, 2006). Segundo este mesmo autor, a cultura tem uma grande importância social, pois absorve um grande contingente de mão-de-obra, além de ter um importante papel econômico constituindo-se, em muitos casos, na principal atividade do município onde é explorada. A maior parte da área cultivada está em propriedades de 0,5 a 1,0 ha, gerando emprego para três pessoas/ha/ano, com faturamento estimado de R\$ 26.000,00/ha/ano, caracterizando a cultura como própria de agricultura familiar (Pagot & Hoffmann, 2003). O volume de exportação desta rosácea é extremamente baixo (Antunes, 2006) sendo a Comunidade Européia, a principal importadora de morangos brasileiros, em torno de 70% do total (Calvete *et al.*, 2005).

O Rio Grande do Sul é considerado um dos maiores produtores, com área cultivada de aproximadamente 700 ha (Emater, 2004). Nesse estado, os municípios do Vale do Rio Caí constituem a principal área produtora de morangos de mesa, seguidos por Caxias do Sul e Farroupilha, enquanto Pelotas e os municípios vizinhos destacam-se na produção de morango-indústria (Pagot & Hoffmann, 2003). Trata-se de uma cultura já consolidada e tradicional nestes municípios, entretanto, destaca-se com importância crescente, o cultivo em Vacaria e Flores da Cunha, dentre outros (Embrapa, 2008).

Um dos aspectos pontuais relacionados ao morangueiro diz respeito à incidência de pragas e doenças, refletido pelo grande número de aplicações de agrotóxicos realizadas no cultivo (Rebelo & Balardin, 1993; Mass, 1998). A cultura tem solidificado uma imagem ruim frente ao público consumidor, principalmente

pelo mau uso de agrotóxicos por parte dos produtores. Estes, por serem mal orientados pelos técnicos que trabalham na área, utilizam erroneamente produtos registrados para a cultura, em muitos casos com superdosagens. Ocorre também o uso de agrotóxicos que não têm registro para cultura e, mais recentemente, os vindos de fora do País, dos quais nada é conhecido (Antunes, 2006).

Dentre os insetos que reduzem a qualidade dos frutos nas principais regiões produtoras, têm merecido destaque os tripses, os quais a identificação específica é difícil e dados relacionados à sua biologia são raros. O conhecimento da biologia de um determinado inseto é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficientes para seu controle dentro dos conceitos do manejo integrado de pragas (Parra, 2000).

No levantamento realizado por Pinent *et al.* (2005) nove espécies de tripses foram registradas na cultura do morangueiro, com destaque para *Frankliniella occidentalis*, pela alta frequência detectada nas flores. Os elevados níveis de infestação têm levado os produtores a adotarem, de maneira indiscriminada, a aplicação de inseticidas, mesmo sem conhecer o real dano causado pelos indivíduos desta espécie na cultura, bem como, os níveis de tolerância.

## **2.2 *Frankliniella occidentalis***

### **2.2.1 Distribuição geográfica**

*Frankliniella occidentalis* foi descrita em 1885 como *Euthrips occidentalis* por Pergande. Em 1910, o gênero *Frankliniella*, foi criado por Karny, sendo a espécie transferida para o mesmo em 1912 (González, 1999).

Originária da Califórnia, Estados Unidos da América, *F. occidentalis* começou a se dispersar a partir de 1980, sendo, atualmente, amplamente distribuída, relatada em países de todos os continentes (Loomans *et al.*, 1995).

Na América do Norte ocorre desde o sul do Canadá até o México. Na Europa (Holanda) foi introduzida em 1985 e desde então se dispersou em cultivos protegidos de todo continente, desde a Escandinávia até a zona Mediterrânea, afetando uma ampla gama de cultivos ornamentais. Na África, a espécie já é conhecida desde 1986 e na Turquia, foi detectada em flores de corte, em 1993. No Uruguai, foi relatada em 1999, em plantas de alface (González, 1999).

No Brasil, a espécie foi registrada por Radaelli & Fernandes (1944) no Rio Grande do Sul em folhas de alfafa, feijoeiro, meloeiro, Rosaceae, tomateiro e folhas de videira. Entretanto, esses registros podem ser incorretos, uma vez que não são mencionados *voucher specimens* ou identificador dos exemplares, além de não se ter conhecimento de espécimes brasileiros depositados nas coleções dos principais museus dos EUA e Europa (Monteiro *et al.*, 2001). Segundo Monteiro (1994), no Brasil, os primeiros indivíduos de *F. occidentalis* foram coletados em folhas e flores de crisântemo, em 1992, em Holambra, São Paulo. A partir de então, foi constatada em várias localidades produtoras de plantas ornamentais, principalmente em crisântemo (folhas e flores), flores de roseira, violeta africana, alstroemeria, solidáster, cravo e girassol. Em frutíferas, o pessegueiro foi um dos mais danificados e, em hortícolas, o pimentão (flores e frutos) (Monteiro *et al.* 1999).

### **2.2.2 Hospedeiros**

Indivíduos de *F. occidentalis* têm sido apontados como altamente polípagos, tendo como hospedeiros potenciais, no mínimo 244 espécies de plantas, distribuí-

das em 62 famílias. Destacam plantas ornamentais (lírio, rosa, cravo, crisântemo, etc.), olerícolas (pepineiro, repolho, berinjela, alface, cebola, tomateiro, etc.) e frutíferas (pessegueiro, videira, pereira, macieira, cerejeira e morangueiro) (González, 1999).

### **2.2.3 Aspectos morfológicos e biológicos**

A respeito da ontogenia de *F. occidentalis*, De Santis (1995) refere a ocorrência da fase de ovo, dois instares larvais, durante os quais o inseto se alimenta ativamente e, seguindo-se a estes, o estágio pupal (pré-pupa e pupa), no qual os indivíduos mostram-se pouco ativos e não alimentam-se.

Os ovos de *F. occidentalis* são opacos, reniformes e medem 0,25 x 0,50 mm, são inseridos nas células do parênquima de folhas, parte de flores e frutos (Brodsgaard *apud* Loomans *et al.*, 1995). Logo após a eclosão, as larvas apresentam coloração branca transparente, adquirindo, no segundo instar, cor amarelada (Lewis, 1973). Larvas de segundo instar são mais ativas e alimentam-se três vezes mais do que as de primeiro (Loomans *et al.*, 1995). As formas jovens apresentam cabeça, três segmentos torácicos e 11 abdominais. Não tem ocelos e os olhos, que apresentam de três a quatro omatídeos, são avermelhados. As antenas dos jovens possuem menos segmentos que as dos adultos. Pré-pupas apresentam tecas alares, antenas curtas não segmentadas, e coloração esbranquiçada. As pupas têm antenas longas, voltadas para o abdômen, com segmentação evidente e as tecas alares são mais desenvolvidas (Lewis, 1973).

Os machos adultos medem de 0,9 a 1,1 mm, da ponta da antena até a ponta do abdômen, enquanto as fêmeas têm de 1,3 a 1,4 mm (Loomans *et al.*, 1995).

Segundo Moritz *et al.* (2004), em ambiente natural, *F. occidentalis*

apresenta morfologia variável em relação ao tamanho e coloração. A coloração varia desde a forma castanha escura até a amarela pálida, o que faz com que muitas vezes os produtores pensem tratar-se de espécies diferentes. No Brasil foram constatados somente espécimes amarelos, com manchas marrons nos tergitos abdominais (Monteiro *et al.*, 1999). A reprodução em *F. occidentalis* ocorre de forma sexuada ou por partenogênese. Acasalamentos ocorrem dois ou três dias após a emergência e um único macho pode fertilizar um grande número de fêmeas. Na ausência de machos, fêmeas podem reproduzir-se partenogeneticamente (Nothnagl, 2006). A partenogênese, em *F. occidentalis*, é sempre arrenótoca, onde ovos não fertilizados originam machos enquanto que, a maioria dos ovos fertilizados dá origem a fêmeas (Loomans *et al.*, 1995).

A sobrevivência, as taxas de reprodução e de desenvolvimento de *F. occidentalis* foram registradas em folhas de amendoimzeiro (*Arachis hypogaea* L.) (Fabaceae), a 25 °C, por Lowry *et al.* (1992). Os autores observaram duração média de 14 dias para o ciclo biológico (ovo-adulto), alta taxa de mortalidade em larvas de segundo instar (>75%) e baixa fecundidade (9 ovos/fêmea).

Em pepineiro, (*Cucumis sativus* L.) (Cucurbitaceae), a 25°C, Gaum *et al.* (1994) demonstraram que o tempo de desenvolvimento médio de ovo-adulto de *F. occidentalis* foi 14,7 dias e que a longevidade média das fêmeas foi de 12,8 dias, período no qual depositaram, em média, 9,65 ovos/dia.

Redução significativa no tempo de desenvolvimento de imaturos de *F. occidentalis* foi constatada por Zhi *et al.* (2005), quando o pólen de macieira (*Malus pumila* Mill.) (Rosaceae) e de *Lycopodium* sp. (Lycopodiaceae) foi oferecido em conjunto com folhas de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) (Fabaceae), do que quando estes foram ofertados separadamente. Os autores verificaram também que a taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ) e a razão infinitesimal de aumento populacional

(rm) foram mais elevadas na presença do pólen.

A variação na duração média do ciclo biológico de *F. occidentalis* foi observada por Zhang *et al.* (2007), quando folhas de cinco espécies vegetais foram oferecidas como alimento. Os autores registraram valores de  $9,22 \pm 0,13$ ,  $10,19 \pm 0,08$ ,  $10,42 \pm 0,06$ ,  $12,15 \pm 0,07$  e  $12,91 \pm 0,04$  dias, respectivamente, em repolho (*Brassica oleracea* L.) (Brassicaceae), pepineiro (*Cucumis sativus* L.) (Cucurbitaceae), pimenteiro (*Capisium annuum* L.) (Solanaceae), feijoeiro e tomateiro (*Lycopersicon esculentum* M.) (Solanaceae). Constataram ainda, que a maior razão infinitesimal de aumento populacional (rm), foi verificada nos insetos mantidos sobre folhas de pepineiro (0,208), seguidas por repolho (0,184), feijoeiro (0,164), tomateiro (0,100) e pimenteiro (0,017).

No Brasil, são raros os estudos relacionados à biologia de *F. occidentalis*. Destaca-se o trabalho realizado por Lopes & Alves (2000), que registraram, em feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L.) (Fabaceae), viabilidades de 83,5% e 90,5%, para as fases larval e pupal, respectivamente, e uma longevidade média de 8,3 dias.

Registros da biologia de *F. occidentalis* têm sido obtidos somente em outras culturas, permanecendo uma lacuna no que se refere ao morangueiro, no Brasil.

#### **2.2.4 Danos em morangueiro**

*Frankliniella occidentalis* tem sido citada causando danos em morangueiro nos Estados Unidos da América (EUA), Bélgica, França, Espanha, Turquia, Suíça, Holanda e Austrália (Steiner & Goodwin, 2005).

No morangueiro, o dano ocasionado por indivíduos de *F. occidentalis* é contraditório, principalmente, no que diz respeito ao senso comum de atribuir ao inseto deformações nos frutos (Coll *et al.*, 2006). Nas flores de morangueiro, a

alimentação e a oviposição endofítica dos tripes, de um modo geral, causam um bronzeamento seguido de murchamento prematuro. Nos frutos pode ocasionar um acastanhamento no receptáculo, ao redor dos aquênios, sendo este acentuado em algumas variedades (Gonzalez-Zamora & Garcia-Mari, 2003). Esse mesmo tipo de dano, como um bronzeamento nos frutos de morangueiro é citado por Marullo & Tremblay (1993), na Itália. Contudo, para Steiner & Goodwin (2005), o dano dos tripes não é bem reconhecido e ainda é confundido com o causado por outros organismos, o que pode levar ao uso inapropriado de agrotóxicos.

De acordo com Lima (1938), os tripes podem danificar as flores, esterilizando-as e impedindo a formação de frutos. Também tem sido relatado, que a presença de *F. occidentalis* em cultivos de morangueiro, aumenta a incidência do fungo *Botrytis cinerea*, havendo a necessidade de pulverizações adicionais com fungicidas (Coll *et al.*, 2006).

A coleta de adultos e imaturos de *F. occidentalis* em morangueiros na Serra Gaúcha, realizada por Pinent *et al.* (2004), caracterizou a planta como hospedeira. Entretanto, o dano causado não pôde ser comprovado visto que, em muitos casos, as deformações observadas no campo e relatadas pelos produtores são similares às falhas na polinização e à presença de viroses, conforme Calvete *et al.* (2005). Isto resulta na necessidade de ampliar os estudos para reconhecer o dano real causado pela espécie na cultura.

Além dos danos diretos, os tripes podem ainda ser vetores de fitopatógenos, como fungos, bactérias e vírus. Tospoviroses (Gênero: *Tospovirus*, Família: Bunyaviridae) são transmitidas por várias espécies de tripes, das quais *F. occidentalis* se destaca por ser uma das mais importantes. Este grupo de virose é relatado em aproximadamente 500 a 600 espécies de plantas distribuídas em 50 famílias (Moritz, 2004), não há, entretanto, relatos de sua transmissão em plantas

de morangueiro.

### **2.3 Hábitos alimentares de Thysanoptera – ênfase *Frankliniella***

#### ***occidentalis***

Os tisanópteros caracterizam-se por apresentar peças bucais incomuns entre os insetos, constituídas de uma única mandíbula (esquerda), dois estiletos maxilares e o labro, formando um aparelho bucal picador-sugador (Lewis, 1973; Mound, 2005). O mecanismo de alimentação de larvas e adultos é idêntico e consiste na perfuração do substrato alimentar dirigindo a mandíbula ímpar para baixo com um forte impulso da cabeça, retraindo o cone bucal. O par de estiletos maxilares é inserido na abertura criada pela mandíbula, ocorrendo a sucção do conteúdo celular ao longo do tubo alimentar (Mound, 2005).

O conhecimento do hábito e da preferência alimentar dos tripes é fundamental para o entendimento da forma como estes insetos afetam as culturas. Praticamente todos os danos provocados por tripes são em decorrência de sua forma de alimentação em frutos, flores ou folhas. Segundo Kirk (1997), o comportamento de alimentação nessas estruturas parece ser similar. Os tripes alimentam-se através da sucção do conteúdo das células da epiderme ou do parênquima paliçádico e esponjoso, situados no mesófilo, havendo o colapso da parede ou a destruição das células e, provocando assim, o espalhamento do conteúdo celular. Como consequência desta extração, ocorre a formação de áreas descoradas e o aparecimento, nos locais atacados, de pontos ferruginosos (necrose dos tecidos) ou pardo-enegrecidos (deposição de gotas fecais) (Lima, 1938, Lewis, 1973, Kirk, 1997).

Quando os tripes se alimentam em tecidos vegetais em desenvolvimento, as células afetadas não crescem normalmente. Assim, folhas e pétalas tornam-se

distorcidas após o subsequente crescimento das células não afetadas. Entretanto, quando a alimentação ocorre em tecidos desenvolvidos, as células tornam-se cheias de ar, o que dá uma aparência prateada ao tecido afetado (de Jager & Butôt, 1993).

Ainda que os tripes presentes nas flores possam ser, até certo ponto, benéficos, auxiliando na polinização, muitas vezes eles as danificam. A alimentação sobre grãos de pólen se dá de forma similar ao que ocorre sobre outros tecidos, com a remoção do conteúdo líquido levando ao esvaziamento ou colapso da parede externa, esterilizando-os e impedindo a formação de frutos (Lima, 1938, Kirk, 1997).

O impacto dos tripes sobre as culturas depende, não apenas da natureza do dano que ocasionam, mas também de sua abundância. A disponibilidade de alimento e o valor nutricional são importantes elementos que determinam as taxas de crescimento de populações de tripes (Kirk, 1997).

Segundo Parra (1991), tanto a quantidade como a qualidade do alimento consumido afetam, não só a taxa de crescimento, mas o tempo de desenvolvimento, o peso do corpo, a sobrevivência, a longevidade, a fecundidade, a movimentação e a capacidade de competição dos adultos.

Os insetos têm como exigências nutricionais básicas aminoácidos, vitaminas, sais minerais (nutrientes essenciais), carboidratos, lipídeos e esteróis (nutrientes não-essenciais) os quais devem ser adequadamente balanceados, especialmente, na relação proteínas (aminoácidos): carboidratos (Parra, 1991).

Tripes são polípagos, podendo se alimentar de diversas partes da planta, incluindo células de folhas, pétalas, estames e estiletos, grãos de pólen, células de sementes em desenvolvimento e de frutos. Podem ainda se alimentar de néctar, água ou secreção de outros insetos (Kirk, 1997) e em alguns casos de ovos de

ácaros, agindo como predadores (Trichilo & Leigh, 1988).

Em geral, as preferências alimentares dos tripes são controladas pela idade da planta, coloração da flor, conteúdo de metabólitos primários e secundários que a planta oferece além do fato desta já ter sido, ou não, previamente infestada (Ananthkrishnan, 1993).

Espécies de tripes, como *F. occidentalis* apresentam uma alimentação mista, na qual a combinação de alimentos ingeridos pode ser desproporcional, com um componente principal contabilizando a maior parte do volume. Entretanto, componentes consumidos em menores quantidades podem ter grandes efeitos sobre o crescimento ou deposição de ovos e não podem ser ignorados (Kirk, 1997).

Muitas espécies fitófagas beneficiam-se predominantemente de pólen e a preferência por este alimento se deve principalmente, ao alto valor nutritivo que apresenta (Kirk, 1997). Nos tripes é relatado o efeito positivo sobre o crescimento, o tempo de desenvolvimento e fecundidade (Kirk, 1985; de Jager & Butôt, 1993; Hulshof *et al.*, 2003 e Zhi *et al.*, 2005).

Estes efeitos positivos também foram observados por Trichilo & Leigh (1988), alimentando *F. occidentalis* com folhas de feijoeiro com e sem a presença de pólen de algodoeiro (*Gossypium barbadense* L.) (Malvaceae) e, por Milne *et al.* (1996) em indivíduos de *Frankliniella shultzei* (Trybom) que receberam folhas e pólen de malvavisco (*Malvaviscus arboreus* Cav.) (Malvaceae). Hulshof *et al.* (2003) constataram o benefício nutricional para *F. occidentalis*, com aumento notável da fecundidade e redução do tempo de desenvolvimento dos instares larvais, quando os indivíduos foram mantidos sobre folhas de pepineiro (*Cucumis sativus* L.) (Cucurbitaceae), com e sem a presença de pólen de seis espécies de plantas: *Betula pubescens* Ehrh. (Betulaceae) (videiro), *Corylus avellana* L.

(Betulaceae) (avelã) e *Epilobium angustifolium* L. (Betulaceae), *Thypha latifolia* L. (Typhaceae) (taboa) e *Pinus sylvestris* L. (Pinaceae) (pinheiro-silvestre).

Grãos de pólen são geralmente mais ricos em nitrogênio do que folhas, sendo citados como o principal meio de obtenção de uma dieta rica em proteínas (Kirk, 1997). O nitrogênio é fundamental em todos os processos metabólicos e na codificação genética em herbívoros (Parra, 2007).

Manipulando o conteúdo de nitrogênio de flores de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (Solanaceae), Brodbeck *et al.* (2001) observaram que os picos populacionais de *F. occidentalis* foram positivamente correlacionados com a concentração do aminoácido aromático, fenilalanina.

Apesar de o pólen ser importante para a otimização da reprodução e do desenvolvimento de tripes, a alimentação de pólen parece ter um efeito maior quando combinada com outras partes da planta. Milne *et al.* (1996) verificaram, em laboratório, que fêmeas de *F. shultzei* alimentadas com pétalas de malvaisco eram tão fecundas quanto às alimentadas com pólen. Já em uma dieta combinada de pólen, pétalas e folhas, a fecundidade foi significativamente maior quando comparada àquelas contendo apenas um destes recursos. Os autores sugeriram que o mesmo pode ocorrer com outras espécies.

Examinando a concentração total de nitrogênio em flores e folhas de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) (Asteraceae), Chau *et al.* (2005) demonstraram que a quantidade de nitrogênio encontrada no pólen foi menor do que a encontrada nas folhas, entretanto, o contrário foi relatado para as concentrações de carbono. Mesmo assim, o maior número de indivíduos de *F. occidentalis* foi encontrado sobre as flores, indicando que estes insetos poderiam também estar respondendo à disponibilidade de carboidratos, metabólicos secundários e aminoácidos.

## 2.4 Exigências térmicas – ênfase *Frankliniella occidentalis*

A temperatura provavelmente é, dentre os fatores ambientais, o que mais influencia as taxas de desenvolvimento e a distribuição de espécies poiquilotérmicas, uma vez que a temperatura corporal destas é idêntica à do ambiente (Trudgill *et al.*, 2005).

O efeito da temperatura sobre o desenvolvimento do inseto pode ser descrito através da regressão linear da taxa de desenvolvimento (recíproca do tempo de desenvolvimento) (Honěk, 1996).

O modelo linear é preciso como método para determinar o limiar térmico inferior ( $T_b$ ), temperatura na qual o inseto cessa seu desenvolvimento, e a constante térmica ( $K$ ), quantidade de calor acima da  $T_b$  requerida para completar o desenvolvimento e expressa em graus-dia (GD). Assim, a partir da relação linear entre a taxa de desenvolvimento e a temperatura ( $Y = a + bx$ , onde  $Y$  é a taxa de desenvolvimento e  $x$  a temperatura), podemos obter  $T_b = -b/a$  e  $K = 1/a$  (Honěk, 1996).

O limiar térmico inferior e a constante térmica são freqüentemente utilizados para explicar a distribuição e a abundância de insetos, principalmente, como ferramentas para o manejo de pragas (Stacey & Fellowes, 2002). Entretanto, a relação entre temperatura e a taxa de desenvolvimento do inseto pode variar entre indivíduos, populações e espécies, podendo inferências errôneas sobre o potencial de mudança na distribuição da espécie, serem feitas (Trudgill, 1995).

Outros fatores podem influenciar a estimativa da constante térmica como o fotoperíodo, a qualidade do alimento, além da capacidade local de adaptação da espécie (Bergant & Trdan, 2006).

Com o objetivo de verificar se a origem geográfica influenciava os valores do limiar térmico inferior e da constante térmica de espécies de tripes, Stacey &

Fellowes (2002) investigaram duas populações de *F. occidentalis* e não encontraram diferença significativa nos valores de K e Tb entre elas. Ainda, comparando os resultados que obtiveram com os apontados na literatura, verificaram uma relação negativa entre os valores do limiar térmico inferior e da constante térmica, sugerindo que esta espécie pode se adaptar às condições climáticas do local que vive.

Alguns estudos de biologia envolvendo *F. occidentalis* foram desenvolvidos enfocando o efeito da temperatura. McDonald *et al.* (1998) estudaram o desenvolvimento desta espécie sobre folhas de crisântemo em temperaturas constantes, de 10 °C a 35 °C. Os autores observaram que a temperatura influencia a duração de cada estágio e que, quanto maior a temperatura, mais rápido o desenvolvimento. Para o desenvolvimento do ciclo biológico (ovo-adulto) obtiveram uma Tb de 7,9 °C e um valor de K igual a 268.

Gaum *et al.* (1994) observaram o maior crescimento da população de *F. occidentalis*, em folha de pepineiro, na maior temperatura (30 °C) avaliada. Na menor, 15 °C, a população praticamente estabilizou seu crescimento. Os autores verificaram ainda que, a constante térmica necessária para o desenvolvimento total, foi de 249,8 graus-dia acima de 9,4 °C.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Estabelecimento do cultivo de morangueiro

Uma cultura de morangueiro (*Fragaria x ananassa*) Duchesne (Rosaceae) foi estabelecida, entre abril e maio de 2006, na área experimental do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia (30° 01'S, 51° 13'O), UFRGS, Porto Alegre, RS. As mudas, da cultivar Aromas, eram oriundas de Farroupilha (29° 13'S, 51° 20'O), RS. Os canteiros tinham 2 m de comprimento por 0,70 m de largura e o espaçamento utilizado entre plantas foi de 0,20 m e entre fileiras, 0,30 m, seguindo a recomendação usual para a cultura (Embrapa, 2008), totalizando 200 plantas em uma área aproximada de 14 m<sup>2</sup>.

Os procedimentos de adubação foram baseados na interpretação do laudo de análise do solo, realizado pelo Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Solos da UFRGS, sendo aplicada, a cada 15 dias, uma dosagem de 25 mL de nitrogênio (uréia) por planta. Não foram feitos tratamentos fitossanitários com agrotóxicos e a vegetação espontânea foi retirada através de capinas manuais.

Flores no estágio fenológico 3 (flores primárias, secundárias e terciárias completamente abertas), conforme Antunes *et al.* (2006), e folíolos das plantas de morangueiro, foram utilizados como substratos de alimentação e oviposição para os indivíduos de *F. occidentalis*, tanto da criação mantida em laboratório quanto do experimento de biologia. Na avaliação das exigências térmicas foram utilizados

apenas os folíolos de morangueiro e, a caracterização de danos, foi realizada com flores e frutos na área experimental.

### **3.2 Biologia de *Frankliniella occidentalis***

#### **3.2.1 Obtenção de indivíduos de *Frankliniella occidentalis***

A partir de maio de 2006, flores de morangueiro da cultivar Aromas foram coletadas em um cultivo comercial, mantido sem aplicação de agrotóxicos, em uma propriedade situada em Santa Lúcia do Piaí (29° 10'S, 51° 10'O), Caxias do Sul, RS. As flores eram acondicionadas em sacos plásticos de 500 mL e trazidas para o Laboratório de Biologia, Ecologia e Controle Biológico de Insetos, do Departamento de Fitossanidade da UFRGS, Porto Alegre, RS.

No laboratório, as flores eram examinadas, sob estereomicroscópio e com o auxílio de um pincel, retiravam-se as fêmeas de *F. occidentalis*, as quais eram transferidas para placas de vidro (4,4 cm de diâmetro x 2,5 cm altura), tampadas com parafilme. Em cada placa foram colocadas dez fêmeas, com uma flor ou um folíolo de morangueiro, que serviam, tanto de substrato de alimentação, quanto de oviposição. Estas placas eram mantidas em câmara climatizada ( $25 \pm 1$  °C;  $60 \pm 10\%$  U.R.; fotofase de 12 horas) e, a cada dois dias, flores e folíolos eram substituídos, afastando-se o inseto com o pincel seguindo-se este procedimento até a morte da fêmea.

As flores e folíolos retirados eram transferidos para uma nova placa de vidro, contendo no fundo um pedaço de papel filtro (225 mm<sup>2</sup>) umedecido com água destilada, e fechada com parafilme. Estas placas eram mantidas na mesma câmara climatizada e diariamente inspecionadas. À medida que as larvas eclodiam eram retiradas e individualizadas para serem utilizadas no estudo da biologia.

### 3.2.2 Fase imatura

Larvas recém-eclodidas, obtidas conforme descrito na seção 3.2.1, foram individualizadas, com auxílio de um pincel, em placas de vidro (4,4 cm de diâmetro x 2,5 cm altura), contendo uma flor ou um disco de folíolo de morangueiro (3 cm de diâmetro), utilizados como substrato de alimentação (Figura 1). Estes substratos foram colocados sobre uma porção de papel filtro (225 mm<sup>2</sup>) umedecido com água destilada foi também adicionada. As placas foram fechadas com parafilme e mantidas em câmara climatizada ( $25 \pm 1$  °C;  $60 \pm 10\%$  U.R.; fotofase de 12 horas). Acompanhou-se o desenvolvimento de 54 larvas em flores e 53 em folíolos. O alimento foi substituído a cada três dias, ou antes deste intervalo, quando perdia a turgidez.

Registros diários foram feitos sobre cada indivíduo, obtendo-se assim, dados relativos à duração, viabilidade da fase imatura e razão sexual. A separação dos sexos foi realizada observando-se as características morfológicas dos adultos recém-emergidos.

### 3.2.3 Fase adulta

Vinte e sete fêmeas e 13 machos de *F. occidentalis* provenientes das larvas que haviam sido mantidas em folíolos de morangueiro foram individualizados e alimentados nas mesmas condições dos imaturos, conforme descrito no item 3.2.2 e acompanhados até a morte. O mesmo procedimento foi seguido com os adultos, 29 fêmeas e oito machos, provenientes das larvas que receberam as flores como substrato.

Diariamente os adultos eram observados e os folíolos e flores substituídos. Os substratos de alimentação/oviposição retirados das placas das fêmeas eram acondicionados, individualmente, numa outra placa de vidro, com papel filtro (225

mm<sup>2</sup>) umedecido com água destilada, fechada com parafilme e identificada com a data e o número da fêmea.

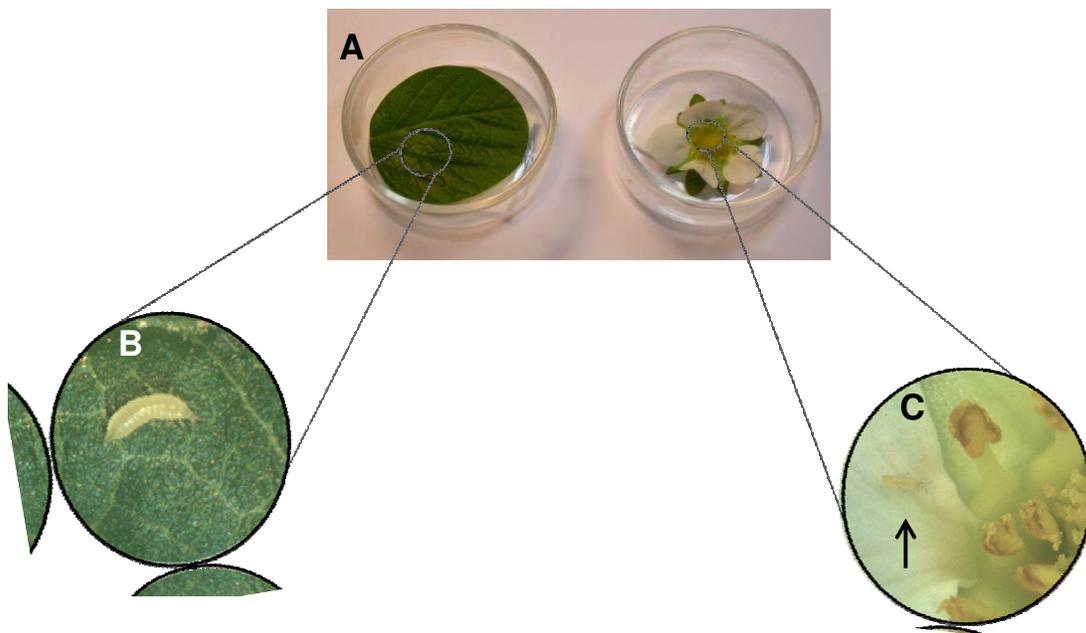


FIGURA 1. (A) Placas de vidro com folíolo (esquerda) e flor (direita) de morangueiro cultivar Aromas; (B) detalhe do folíolo com larva de *Frankliniella occidentalis*; (C) detalhe da flor com larva de *Frankliniella occidentalis* (seta indica larva)

Tendo em vista que as posturas são endofíticas, o registro da fecundidade e da fertilidade foi efetuado num primeiro momento, computando-se diariamente o número de indivíduos eclodidos, presentes em cada uma das placas que continham os folíolos. Quatro dias após a eclosão da última larva, o folíolo passava por um processo de clareamento, através da imersão por 2 horas em álcool 70%. Posteriormente era examinado através de um transiluminador acoplado ao microscópio estereoscópico, para a contagem total dos ovos ou córions remanescentes. Os ovos depositados sobre as flores, observados apenas

nas sépalas, podiam ser facilmente visualizados sem que fosse necessário o clareamento. Assim, a contagem foi realizada utilizando um transiluminador acoplado ao estereomicroscópio, antes da eclosão das larvas. Diariamente, as larvas eclodidas eram contadas e removidas das placas.

Registrou-se, dessa maneira, das fêmeas partenogenéticas a fecundidade, a fertilidade, a duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e a longevidade; dos machos computou-se apenas a longevidade.

### **3.2.4 Análise numérica dos dados de biologia**

A partir dos dados obtidos foram calculadas médias, erros padrões e registrados os intervalos de variação. Os dados foram testados quanto à normalidade pelo teste Shapiro–Wilk, quando a distribuição da variável apresentou normalidade foi utilizado o teste t de Student e em caso contrário o teste de Mann-Whitney. A razão sexual (rs) foi calculada através da fórmula,  $rs = n^{\circ} \text{ de fêmeas} / n^{\circ} \text{ de fêmeas} + n^{\circ} \text{ de machos}$ , e, a tabela de vida de fertilidade, conforme Silveira Neto *et al.* (1976). Para estas análises foram utilizados os softwares Microsoft<sup>®</sup> Excel 2000, Bioestat<sup>®</sup> 4.0 e SPSS<sup>®</sup> for Windows 15.0.

## **3.3 Exigências térmicas de *Frankliniella occidentalis***

### **3.3.1 Criação de manutenção de *Frankliniella occidentalis***

A criação de *F. occidentalis*, que seguiu uma metodologia adaptada de Coll *et al.* (2006), foi iniciada a partir de insetos coletados em flores de morangueiros da cultivar Aromas, oriundas de Santa Lúcia do Piauí, Caxias do Sul, RS.

As flores trazidas do campo foram examinadas em laboratório, os adultos coletados com o auxílio de um aspirador entomológico e, mantidos em recipientes de vidro de 2 L, tampados com tecido TNT preso com atilho.

Vagens e mudas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) (Fabaceae) foram utilizadas como substrato para oviposição e alimentação. As mudas de feijão eram plantadas, semanalmente, em copos descartáveis de café (50 mL), tendo terra como substrato. Para impedir a passagem dos insetos para a terra, esta foi isolada utilizando-se filme plástico envolvendo o caule da muda. As plantas foram mantidas em câmara climatizada ( $18 \pm 1$  °C; fotofase de 14 horas) e diariamente irrigadas.

Antes de serem oferecidas aos insetos, as vagens e as mudas de feijão foram lavadas em água corrente e pinceladas com solução de açúcar a 5%. A cada dois dias, este material vegetal era substituído e o retirado, contendo ovos, acondicionado em outro recipiente. Nesses frascos, junto com o material retirado, novas mudas e vagens foram depositadas garantindo assim, alimento para as larvas que iam eclodindo. Este material foi renovado a cada dois dias. Como local alternativo para pupação, foi colocada no fundo do recipiente, uma espuma de 10 cm<sup>2</sup> e 1 cm de espessura.

As gaiolas de criação foram mantidas em câmara climatizada ( $25 \pm 1$  °C;  $60 \pm 10\%$  U.R.; fotofase de 12 horas), sendo a população periodicamente incrementada com novos tripes coletados a campo.

### **3.3.2 Determinação das exigências térmicas de *Frankliniella occidentalis* e estimativa do número de gerações**

As exigências térmicas para os estágios de ovo, larva e pupa de *F. occidentalis* foram avaliadas observando-se o desenvolvimento do inseto nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31 °C, em câmaras climatizadas (fotofase de 12 horas;  $60 \pm 10\%$  U.R.).

Para o registro do período de incubação nas diferentes temperaturas,

folíolos de morangueiro foram oferecidos a fêmeas provenientes da criação de manutenção, permitindo que estas ovipositassem, por um período de 5 horas. Os folíolos contendo ovos foram depositados em placas de vidro (4,4 cm de diâmetro x 2,5 cm altura) sobre um papel filtro umedecido com água destilada e estas distribuídas entre as seis temperaturas. Acompanhou-se o desenvolvimento embrionário de 91, 69, 105, 99, 73 e 80 ovos, respectivamente, nas temperaturas anteriormente descritas.

Registros diários foram feitos retirando-se, de cada placa, as larvas recém-eclodidas. A contagem do número total de ovos contido em cada folíolo foi realizada pelo exame dos folíolos. Após quatro dias, quando não era mais registrada a presença de larvas eclodidas nas placas, os ovos eram observados seguindo o procedimento descrito no item 3.2.3.

As exigências térmicas de larvas e pupas de *F. occidentalis* foram determinadas individualizando-se 34, 37, 33, 38, 37 e 51 larvas recém-eclodidas, respectivamente, nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31 °C, em placas de vidro (4,4 cm de diâmetro x 2,5 cm altura), contendo um disco de folíolo de morangueiro de 3 cm de diâmetro. Estas placas, após fechadas com parafilme, foram distribuídas entre as seis temperaturas.

Registros diários foram feitos sobre cada indivíduo até a emergência do adulto e o alimento foi substituído a cada três dias, ou antes disso, quando perdia a turgidez.

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 ( $T_b$ ) e a constante térmica ( $K$ ), utilizando o programa SAS, baseando-se na duração média dos períodos ovo-adulto, obtidos nas seis temperaturas. A significância das diferenças entre os períodos de

duração foram testadas através de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) utilizando-se o programa SPSS.

O número provável de gerações anuais de *F. occidentalis* foi estimado para cinco municípios produtores de morango do Rio Grande do Sul (Caxias do Sul, Pelotas, Vacaria, Porto Alegre e Taquari), com base nas exigências térmicas (Cividanes, 2000), utilizando-se as normais térmicas desses municípios. Embora Taquari não seja produtor de morango, as normais térmicas deste município foram utilizadas por ser este o mais próximo e que apresenta altitude semelhante à de Bom Princípio, importante produtor no estado.

As normais térmicas dos municípios foram obtidos no Centro de Meteorologia Aplicada - Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO e no 8º Distrito de Meteorologia – Porto Alegre.

### **3.4 Caracterização de danos de *Frankliniella occidentalis* em morangueiro**

O experimento de caracterização de danos de *F. occidentalis* foi conduzido na cultura do morangueiro descrita no item 3.1.

No período de novembro a dezembro de 2007, diariamente as plantas foram inspecionadas e todos os botões florais que estavam nos estádios 1 e 2 foram protegidos por gaiolas (Figura 2). Conforme descrição de Antunes *et al.* (2006), o estágio 1 consiste do aparecimento do botão floral na base da roseta foliar apresentando gemas floríferas com aspecto globoso e de coloração esverdeada e o estágio 2 é caracterizado pelo aparecimento das pétalas (estádio de balão).

As gaiolas utilizadas foram construídas com copo plástico transparente de 250 mL (7 cm de altura e 8 cm de diâmetro), cuja base inferior foi retirada e

substituída por tecido do tipo TNT permitindo a ventilação. Na abertura do copo foi presa uma manga (10 cm de comprimento) de tecido TNT. Na parte lateral do copo foi feita uma abertura circular (1 cm de diâmetro), que permaneceu protegida com parafilme, por onde eram feitas a polinização e a introdução dos tripes (Figura 2 A). Na base do copo foi também fixada uma estrutura de arame para suportar a gaiola, evitando a quebra do pecíolo das flores. Para a fixação das gaiolas protegeu-se o pecíolo da flor com uma cinta de algodão e sobre esta a manga foi fechada com uma fita de arame plástico (Figura 2 B). A gaiola foi construída com base na metodologia de Coll *et al.* (2006).

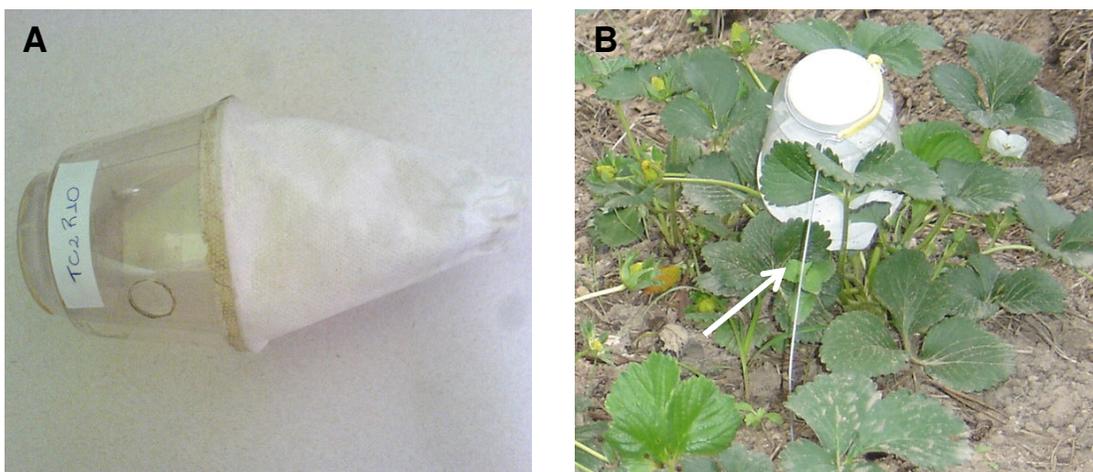


FIGURA 2. (A) Gaiola confeccionada com copo plástico transparente (250 mL), base fechada e manga acoplada na abertura, ambas com tecido TNT, e com orifício lateral; (B) gaiola protegendo flor de morangueiro cultivar Aromas na área experimental (seta indica o suporte da gaiola)

No momento em que os botões florais alcançavam o estágio fenológico 3 (flores completamente abertas), fase em que os estigmas estão receptivos para receber o grão de pólen (Antunes *et al.*, 2006), procedeu-se a polinização com o auxílio de um pincel.

A caracterização do dano causado por *F. occidentalis* foi registrada em

flores e frutos em diferentes estádios fenológicos. Os órgãos das plantas foram infestados com 20 adultos não sexados e de idade desconhecida. Os tratamentos avaliados foram: tratamento flor – infestação no estágio 3 (flores completamente abertas); tratamento fruto verde – infestação no estágio 7 (fruto com tamanho aumentado e com sementes perceptíveis no tecido do receptáculo) e tratamento fruto maduro - infestação no estágio 9 (fruto em início da maturação, apresentando 75% da superfície vermelha). Nestes três tratamentos, os adultos de *F. occidentalis* permaneceram confinados com o órgão vegetal por cinco dias. O quarto tratamento, referido como desenvolvimento completo, consistiu na infestação das flores a partir do estágio 3, até a maturação (100% da superfície vermelha), com 20 adultos de *F. occidentalis*, a cada cinco dias, sem a retirada dos indivíduos sobreviventes da infestação anterior.

Foram realizadas 20 repetições no tratamento flor, 25 no fruto verde, 17 no fruto maduro e 20 no desenvolvimento completo. Para cada repetição, em cada tratamento, uma gaiola testemunha foi mantida nas mesmas condições e período de tempo, sem a presença de tripes, sendo apenas polinizada manualmente.

Os adultos de *F. occidentalis* utilizados nas infestações foram coletados em flores de morangueiro cultivar Aromas provenientes de um cultivo comercial localizado no município de Caxias do Sul, RS. As flores coletadas eram trazidas em sacos plásticos para o laboratório onde os insetos eram retirados com auxílio de um aspirador entomológico e, imediatamente, transferidos para as gaiolas dos diferentes tratamentos.

Decorrido o período de infestação, as gaiolas (tratamentos e testemunhas) foram simultaneamente recolhidas do campo, cortando-se o pecíolo abaixo do ponto onde estas estavam fixadas. No laboratório as gaiolas foram abertas e, sob estereomicroscópio, contava-se o número de insetos remanescentes na gaiola e

na estrutura vegetal. Posteriormente, registraram-se, individualmente, as áreas com sinais de alimentação. Nas flores foram registrados apenas os locais onde os sinais ocorriam. Quantificou-se o número de frutos deformados e o percentual de área destes, com sinais de alimentação. Com base nas notas individuais de três avaliadores, calculou-se um percentual médio de área danificada. Em todos os tratamentos foram efetuados registros fotográficos.

Os resultados são apresentados com base na descrição dos danos nas flores e frutos e percentual de área danificada.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Biologia de *Frankliniella occidentalis* em morangueiro

#### 4.1.1 Fases imaturas

##### 4.1.1.1 Duração da fase de ovo

A duração média do desenvolvimento embrionário da prole de indivíduos de *F. occidentalis* alimentados com flores de morangueiro foi significativamente menor ( $3,7 \pm 0,03$  dias) ( $t = 7,383$ ,  $P = 0,0001$ ) do que aqueles mantidos em folíolos ( $4,4 \pm 0,09$  dias). Resultados similares foram obtidos por Hulshof *et al.* (2003), a 25°C, que observaram uma redução significativa na duração da fase de ovo, naqueles depositados por grupos de fêmeas de *F. occidentalis* alimentadas com pólen de três espécies de betuláceas, comparados com a do que recebeu apenas folhas de pepineiro. Cabe ressaltar que no presente estudo, diferentemente do trabalho de Hulshof *et al.* (2003), não apenas pólen foi oferecido para os insetos, mas as flores como um todo. Assim, as diferenças aqui registradas podem não estar relacionadas à ingestão unicamente de pólen, mas devido à alimentação em diferentes partes das flores, como sépalas, pétalas, carpelos e estames.

Os valores registrados para o período de incubação nas fêmeas de *F. occidentalis* mantidas em folíolos de morangueiro foram semelhantes aos observados por Gaum *et al.* (1994), em folhas de pepineiro ( $4,25 \pm 0,96$  dias), a 25 °C e inferiores ao verificado por Lowry *et al.* (1992),  $6,3 \pm 1,9$  dias, em folhas de

amendoineiro, nessa mesma temperatura. Valores menores para a duração do desenvolvimento embrionário, que os registrados neste estudo foram reportados por Zhang *et al.* (2007), para a mesma espécie, em folhas de pepineiro ( $2,90 \pm 0,04$  dias), repolho ( $3,07 \pm 0,05$  dias), feijoeiro ( $2,24 \pm 0,06$  dias), pimenteiro ( $3,06 \pm 0,03$  dias) e tomateiro ( $3,40 \pm 0,09$  dias), entretanto, os autores conduziram o experimento a  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ , fator que pode ter sido o responsável pela redução da fase embrionária. Segundo Messenger (1959) e Pedigo (1996), a temperatura é o fator abiótico que mais interfere sobre as taxas de desenvolvimento.

Para *F. schultzei*, em folhas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) (Solanaceae), Pinent & Carvalho (1998) verificaram um período médio de incubação semelhante ( $4,33 \pm 0,55$  dias) em temperaturas entre  $25,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $27,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Ovos de insetos geralmente contêm todos os nutrientes necessários para completar o desenvolvimento embrionário. Proteínas e lipídios acumulam-se no vitelo dos ovos e são derivados da alimentação de larvas e adultos. Considerando que o tempo de desenvolvimento de cada estágio é determinado por interações que envolvem fatores abióticos, mecanismos internos reguladores de crescimento e substâncias acumuladas por estágios de desenvolvimento anteriores (reservas nutritivas) (Huffaker & Gutierrez, 1999), a diferença observada na duração da fase embrionária pode ser atribuída à nutrição das fêmeas que os depositaram, uma vez que estas foram alimentadas desde a eclosão com o mesmo órgão da planta.

#### **4.1.1.2 Duração e viabilidade das fases de larva, pré-pupa e pupa**

A duração média do primeiro instar larval foi significativamente menor ( $t = 4,585$ ,  $P = 0,0001$ ) nos insetos alimentados em flores de morangueiro (Tabela 1). Sobre folhas, o valor médio foi superior aos  $1,1 \pm 0,3$  dias obtidos por Lowry *et al.*

(1992), em amendoineiro, a 25 °C, e semelhante ao obtido por Pinent & Carvalho (1998) para *F. schultzei* em tomateiro ( $2,1 \pm 0,36$  dias).

TABELA 1. Duração média em dias ( $\pm$  EP), intervalo de variação (IV) e viabilidade média ( $\% \pm$  EP), das fases de larva, pré-pupa, pupa e ciclo biológico (larva–adulto) de *Frankliniella occidentalis* mantidos em flores e folíolos de morangueiro da cultivar Aromas, (n = número de observações) ( $25 \pm 1$  °C;  $70 \pm 10\%$ ; fotofase 12 horas)

Estágio	Flor			Folíolo		
	Duração (n)	IV	Viabilidade	Duração (n)	IV	Viabilidade
1º instar	$1,6 \pm 0,07$ a (54)	1 - 3	$96,3 \pm 2,62$ a	$2,0 \pm 0,06$ b (53)	1 - 3	$96,2 \pm 2,64$ a
2º instar	$3,3 \pm 0,15$ a (52)	1 - 6	$86,5 \pm 4,78$ a	$3,5 \pm 0,20$ a (51)	1 - 10	$88,2 \pm 4,56$ a
Pré-pupa	$1,1 \pm 0,05$ a (45)	1 - 2	$91,1 \pm 4,29$ a	$1,0 \pm 0,02$ a (45)	1 - 3	$95,6 \pm 3,11$ a
Pupa	$2,4 \pm 0,11$ a (41)	1 - 4	$90,2 \pm 4,69$ a	$2,4 \pm 0,09$ a (43)	1 - 4	$93,0 \pm 3,93$ a
Ciclo Biológico	$8,49 \pm 0,18$ a (37)	7-11	$68,52 \pm 2,89$ a	$8,85 \pm 0,15$ a (40)	7-11	$75,47 \pm 1,41$ a

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem significativamente ( $\alpha = 0,05$ )

No segundo instar, o tempo de desenvolvimento de *F. occidentalis* não diferiu entre os indivíduos mantidos nos dois órgãos avaliados ( $t = 0,732$ ,  $P = 0,466$ ), variando de  $3,3 \pm 0,15$  dias, (flor) a  $3,5 \pm 0,20$  dias (folíolo) (Tabela 1). Lowry *et al.* (1992) observaram duração média similar ( $3,6 \pm 1,0$  dias).

Os diferentes órgãos vegetais oferecidos não afetaram a duração dos estágios de pré-pupa ( $t = 1,699$ ,  $P = 0,093$ ) e pupa ( $t = 0,192$ ,  $P = 0,842$ ) (Tabela 1). Esses valores se aproximam aos relatados por Lowry *et al.* (1992) e por Gaum *et al.* (1994), para as fases de pré-pupa ( $1,0 \pm 0,0$  e  $1,04 \pm 0,028$  dias) e pupa ( $2,0 \pm 0,6$  e  $2,96 \pm 0,028$  dias) em amendoineiro e pepineiro, respectivamente.

Na viabilidade, em ambos os instares larvais, na fase de pré-pupa e de

pupa não foram detectadas diferenças significativas entre os indivíduos mantidos em flor e folíolos de morangueiro (Tabela 1).

#### 4.1.1.3 Duração e viabilidade do ciclo biológico

A duração média do ciclo biológico (larva-adulto) não diferiu significativamente entre os insetos mantidos em flores e folíolos ( $P > 0,05$ ) (Tabela 1). Lowry *et al.* (1992) e Gaum *et al.* (1994) observaram para *F. occidentalis*, valores próximos quando os indivíduos foram criados apenas sobre folhas de amendoimzeiro ( $13,8 \pm 0,6$  dias) e de pepineiro ( $14,7 \pm 0,13$  dias), respectivamente.

Apesar de não ter sido detectada diferença no tempo de desenvolvimento de *F. occidentalis* mantida nos dois órgãos da planta, diversos trabalhos têm registrado que a presença do pólen na dieta alimentar apresenta um efeito positivo sobre o crescimento, desenvolvimento e fecundidade da espécie por melhorar a qualidade nutricional da dieta (Trichilo & Leigh, 1988; de Jager & Butôt, 1993; van Rijn & Sabelis, 1993; Hulshof *et al.*, 2003).

Neste sentido, Trichilo & Leigh (1988) e Hulshof *et al.* (2003) constataram que a adição de pólen sobre folhas de feijoeiro e pepineiro, respectivamente, aumentou significativamente ( $P < 0,0001$ ) a taxa de desenvolvimento de *F. occidentalis*, a 25 °C. Da mesma forma, Milne *et al.* (1996) observaram que a fase imatura de indivíduos de *F. shultzei* mantidos em folhas de malvaisco, a 25 °C foi mais longa ( $8,9 \pm 0,3$  dias), do que os alimentados com pólen, pétalas ou com a combinação de pólen, folha e pétala.

Embora o efeito dos diferentes recursos alimentares oferecidos (flores e folíolos) não tenha sido significativo no ciclo biológico (larva–adulto) em relação à duração, suas implicações na biologia são marcantes. O alimento ingerido na fase larval afeta, não só o tempo de desenvolvimento, mas também o tamanho corporal

do tripes, embora isso não tenha sido medido no presente trabalho. Assim, larvas maiores e mais rápidas são potencialmente menos suscetíveis a serem predadas por seus inimigos naturais (Gerin *et al.*, 1999; de Kogel *et al.*, 1999, Hulshof *et al.*, 2003).

A viabilidade média do ciclo biológico (larva–adulto) para *F. occidentalis* foi de 68,52 e 75,47% para insetos mantidos em flores e folíolos, respectivamente, sendo esta diferença não significativa ( $P > 0,05$ ) (Tabela 1)

Zhi *et al.* (2005) também não encontraram diferença significativa na sobrevivência de imaturos de *F. occidentalis* quando vagens de feijoeiro e pólen de macieira foram oferecidos isoladamente ou em conjunto.

#### **4.1.2 Fase adulta**

##### **4.1.2.1 Longevidade e razão sexual**

Os diferentes órgãos vegetais utilizados como substrato, não afetaram significativamente a longevidade de machos ( $t = 1,816$ ,  $P = 0,85$ ) e fêmeas ( $t = 1,023$ ,  $P = 0,311$ ) de *F. occidentalis* (Tabela 2). Machos e fêmeas mantidos em folíolos tiveram longevidade semelhante ( $t = 0,537$ ,  $P = 0,600$ ), porém, as fêmeas mantidas em flores foram significativamente ( $t = 3,315$ ,  $P = 0,003$ ), mais longevas do que os machos.

Trichilo & Leigh (1988), Hulshof *et al.* (2003) demonstraram que a adição de pólen no alimento de *F. occidentalis* resultou em maior longevidade. Outros autores, entretanto não detectaram essa influência (Zhi *et al.*, 2005), como no presente estudo.

Segundo van de Wetering *et al.* (1998), machos e fêmeas diferem no comportamento de alimentação, sendo que fêmeas se alimentam mais frequentemente e por longos intervalos, o que lhes garante recursos para

sobreviver por um período de tempo maior. Assim, a maior longevidade das fêmeas mantidas nas flores pode estar relacionada à qualidade do alimento disponível aliada ao comportamento de alimentação das mesmas.

TABELA 2. Longevidade de machos e fêmeas, períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição (dias) ( $\pm$  EP), fecundidade média diária e total, fertilidade média e respectivos intervalos de variação (IV), de *Frankliniella occidentalis* mantidos em flores e folíolos de morangueiro cultivar Aromas, (n = número de observações) ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ;  $70 \pm 10\%$ ; fotofase 12 horas)

Parâmetros Biológicos	Flor		Folíolo	
	Média $\pm$ EP (n)	IV	Média $\pm$ EP (n)	IV
Longevidade (dias)				
Fêmeas	14,8 $\pm$ 1,62 a A <sup>1</sup> (29)	1 – 31	12,8 $\pm$ 0,93 a A (27)	1 – 24
Machos	7,1 $\pm$ 1,64 a B (8)	4 – 18	11,8 $\pm$ 1,73 a A (13)	2 – 25
Período (dias)				
Pré-oviposição	2,5 $\pm$ 0,16 a (26)	1 – 4	3,3 $\pm$ 0,31 a (27)	1 – 8
Oviposição	10,5 $\pm$ 1,28 a (26)	1 – 23	5,1 $\pm$ 0,86 b (27)	1 – 17
Pós-oviposição	3,3 $\pm$ 0,62 a (26)	1 – 11	4,5 $\pm$ 0,46 b (27)	1 – 11
Fecundidade (número)				
Diária	7,4 $\pm$ 0,69 a (26)	0,7 – 15	2,4 $\pm$ 0,35 b (27)	0,3 – 8
Total	70,0 $\pm$ 9,18 a (26)	3 - 159	8,5 $\pm$ 1,13 b (27)	1 - 23
Fertilidade (porcentagem)	65,5 $\pm$ 0,01 a (1821)	1 - 8	74,3 $\pm$ 0,03 b (230)	2 - 8

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem significativamente ( $\alpha = 0,05$ )

Os insetos mantidos em flores e folíolos de morangueiro apresentaram uma razão sexual de 0,78 e 0,67 respectivamente, não diferindo estatisticamente ( $\chi^2 =$

1,147,  $P = 0,284$ ). Com base no presente estudo, não é possível avaliar a influência do alimento na razão sexual, uma vez que os ovos que originaram os adultos sobre os quais foi definida a razão sexual foram depositados por fêmeas providas do campo que poderiam ter se alimentado em flores, folhas ou em ambos.

A predominância das fêmeas encontradas nos dois grupos pode ser atribuída ao fato de que insetos que se reproduzem por arrenotoquia, geralmente produzem uma proporção sexual com valores desviados de 1: 1 (fêmea: macho), segundo Hamilton *apud* Kumm (2002). De acordo com Lewis (1973), espécies de tripes com reprodução arrenótoca, freqüentemente apresentam proporção sexual de 1: 0,25 (fêmeas: machos), o que é próximo aos valores encontrados neste trabalho.

#### **4.1.2.2 Parâmetros reprodutivos**

O impacto dos substratos de alimentação oferecidos aos indivíduos de *F. occidentalis* foram mais evidentes sobre os parâmetros reprodutivos (Tabela 2).

O período de pré-oviposição foi similar ( $U = 261,500$ ,  $P = 0,92$ ) entre os insetos mantidos sobre os dois órgãos vegetais, entretanto, o de oviposição foi significativamente maior ( $t = 3,443$ ,  $P = 0,001$ ) para fêmeas alimentadas com flores (Tabela 2). Este valor representa cerca de 70% da longevidade total, enquanto que nas mantidas em folíolos, o período de oviposição representou menos de 50% da longevidade (Tabela 2). O período médio de pós-oviposição também diferiu significativamente ( $t = 1,569$ ,  $P = 0,123$ ) entre os dois grupos, sendo maior nos insetos mantidos sobre os folíolos (Tabela 2).

A melhor performance reprodutiva de *F. occidentalis* ocorreu quando flores foram fornecidas como alimento, sendo significativamente mais elevadas a fecundidade média diária ( $t = 6,367$ ,  $P = 0,0001$ ) e a total ( $t = 6,652$ ,  $P = 0,0001$ ),

quando comparadas com a registrada em folíolos (Tabela 2 e Figura 4).

A oviposição iniciou um dia após a emergência, tanto no grupo mantido nas flores de morangueiro, como no que estava sobre os folíolos. O maior percentual de ovos (79,5%) foi depositado nas flores, entre o 4º e o 14º dia após a emergência (Figura 3). Já nos folíolos, a maior parte dos ovos (73,3%) foi depositada entre o 4º e o 8º dia (Figura 3). Em ambos os grupos, um pico de oviposição foi observado na primeira semana após a emergência (Figura 3). Entretanto, nas fêmeas que estavam nas flores, dois outros picos foram registrados respectivamente, no 10º e 13º dia. Van Rijin *et al.* (1995) e Wijkamp *et al.* (1995) relataram que fêmeas de *F. occidentalis* podem produzir ovos por muitas semanas, embora o pico de oviposição ocorra, geralmente, na primeira semana de vida.

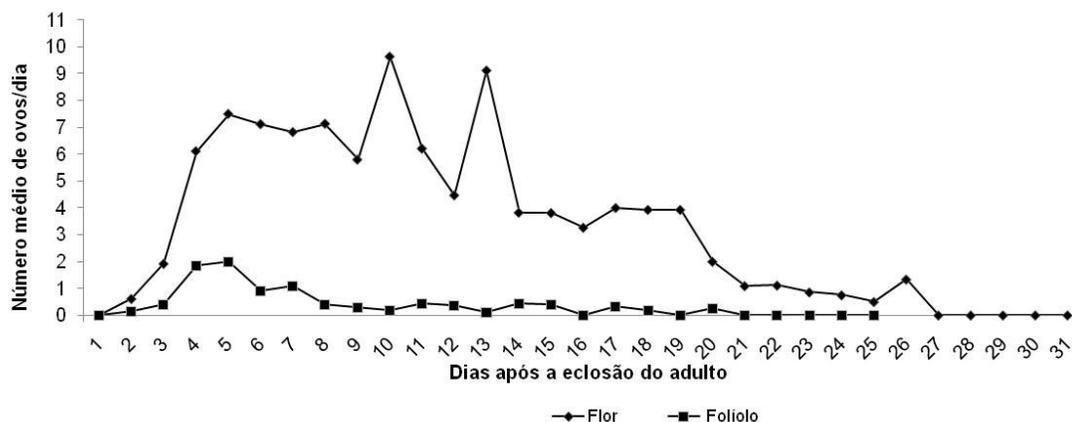


FIGURA 3. Fecundidade média diária de *Frankliniella occidentalis* em flores (n = 26) e folíolos (n = 27) de morangueiro cultivar Aromas (25 ± 1°C; 70 ± 10%; fotofase 12 horas).

Insetos tendem, de modo geral, a ovipositar sobre plantas hospedeiras que são nutricionalmente benéficas para o desenvolvimento de sua prole (Thompson, 1988), isto pode explicar as altas taxas de fecundidade observadas no presente

trabalho, em flores. Reforçando esta idéia, Kirk (1996) relata que em ambientes naturais, tisanópteros têm por costume ovipositar próximo às flores, apesar destas não serem um recurso estável na natureza e, normalmente, estarem restritas a curtos espaços de tempo.

Os resultados obtidos sobre o registro das flutuações populacionais de tisanópteros em cultivos comerciais de morangueiro cultivar Aromas, no município de Caxias do Sul, RS, evidenciaram, ao longo de todo o ano, sempre a maior abundância, tanto de adultos quanto de imaturos, nas flores, em comparação com o registrado nos frutos e folhas sendo, *F. occidentalis* a espécie mais abundante (Sílvia Pinent e colaboradores -Embrapa Uva e Vinho, comunicação pessoal).

A principal compensação às dificuldades de viver em flores é a possibilidade de obtenção de um recurso alimentar de melhor qualidade (Kirk, 1996). A qualidade do alimento encontrado nas flores é superior ao de outras partes vegetais, devido à intensa transferência de nitrogênio dos órgãos vegetativos para os reprodutivos (Bernays & Chapman, 1994; Salisbury & Ross, 1994). Grãos de pólen têm altas concentrações de nitrogênio e a preferência por este alimento é freqüentemente citada como uma das principais formas para obtenção de uma dieta rica em proteínas, podendo promover um aumento na produção de ovos, na taxa de crescimento e na longevidade de muitas espécies de tripes (Kirk, 1984, 1996).

Esta hipótese foi corroborada por resultados observados por Trichilo & Leigh (1988) e Hulshof *et al.* (2003), os quais verificaram um aumento significativo na fecundidade de *F. occidentalis* quando o pólen foi adicionado à dieta alimentar. Em *F. shultzei*, Milne *et al.* (1996) observaram o mesmo efeito.

O aumento da concentração de nitrogênio nas flores de tomateiro evidenciou uma alta correlação com a abundância populacional de *F. occidentalis*,

conforme demonstraram Brodbeck *et al.* (2001). Os autores registraram que o número de insetos foi significativamente maior nas flores das plantas que receberam as maiores doses de fertilização com nitrogênio.

Além do nitrogênio, Chau *et al.* (2005) apontaram que outras substâncias podem estar relacionadas com o maior número de indivíduos de *F. occidentalis* sobre flores, como a disponibilidade de carboidratos, metabólitos secundários e aminoácidos, mais do que ao conteúdo total de nitrogênio.

Embora *F. occidentalis*, como muitos outros “tripés das flores”, tenha o pólen como seu principal recurso alimentar (Grinfeld 1959; Kirk, 1984), as altas taxas de fecundidade em flores também podem ser decorrentes da combinação de recursos oferecidos (sépalas, pétalas, estames, carpelo, pólen), uma vez que foi possível observar marcas de alimentação dos tripés em todas as estruturas que constituem a flor.

Os resultados de Milne *et al.* (1996) para *F. shultzei* também corroboram esta hipótese, uma vez que os autores constataram que as fêmeas alimentadas com pétalas de malvaisco eram tão fecundas quanto às alimentadas com pólen e, em uma dieta combinada de pólen, pétalas e folhas, a fecundidade foi significativamente maior, quando comparada àquelas contendo apenas um destes recursos. Os autores sugeriram que os insetos podem se alimentar de dois ou mais recursos em porções que resultam num balanço nutricional mais favorável e, que o mesmo pode ocorrer com outras espécies.

O pólen não é o único atrativo das flores para estes insetos, tripés também são encontrados em flores femininas de pepineiro (Rosenheim *et al.* 1990; Kiers *et al.*, 2000). O néctar também servir como recurso alimentar Higgins (1992).

A grande quantidade de *F. occidentalis* encontrada nas flores pode também estar relacionada à atração decorrente da cor e/ou do odor das mesmas (Kirk,

1985; Terry, 1997).

Outro fator importante a ser considerado, que torna a flor um micro-hábitat adequado a *F. occidentalis* e outros tisanópteros, é o fato destes insetos apresentarem tigmotactismo positivo, ou seja, a tendência de se alojarem em pequenos espaços (Lewis, 1973; Crespi & Mound, 1997; Mound, 2005). Assim, além do fornecimento de um alimento de melhor qualidade, as flores podem atuar como abrigo para estes insetos, oferecendo locais protegidos das variações dos fatores meteorológicos e da ação de inimigos naturais.

Embora a maior persistência temporal das folhas no ambiente seja uma vantagem sobre as flores, a alimentação sobre elas, provavelmente, não é uma estratégia vantajosa para as espécies oportunistas (Mound & Teulon, 1995). Insetos que vivem sobre folhas precisam superar dificuldades associadas com essa forma de vida, refugiando-se entre elas, ou dentro de pequenas fissuras, onde ficam menos suscetíveis e encontram microclimas mais úmidos (Unwin & Corbet *apud* Kirk, 1985). Além destes fatores que poderiam explicar o sucesso reprodutivo de *F. occidentalis* sobre flores, ressalta-se ainda que grande parte das espécies de *Frankliniella* tende à polifagia (Mound & Teulon, 1995). Segundo Ananthakrishnan (1993), a polifagia permite uma melhor utilização dos recursos alimentares disponíveis, promovendo, conseqüentemente, um aumento do sucesso reprodutivo destes insetos, sendo particularmente vantajosa para espécies que utilizam recursos efêmeros como as flores.

Com relação à viabilidade dos ovos de *F. occidentalis*, valores significativamente maiores foram observados nos depositados nos folíolos, quando comparados aos depositados em flores ( $F = 7,1726$ ,  $P = 0,0075$ ) (Tabela 2). A diferença apresentada entre a viabilidade dos ovos depositados nas sépalas e nos folíolos de morangueiro pode ser atribuída à turgidez diferencial destes dois tipos

de tecidos, já que a umidade é, segundo Parra (2007), um fator fundamental que afeta a viabilidade de ovos, sendo estes, de uma forma geral, mais suscetíveis ao ressecamento, que os demais estágios de desenvolvimento. Durante a condução do experimento, tanto as flores como os folíolos foram mantidos nas mesmas condições, entretanto, foi possível observar um ressecamento mais rápido das flores, que perdiam a turgidez. Em contrapartida, os folíolos, que permaneceram com toda sua superfície em contato com papel de filtro umedecido, mantiveram-se túrgidos por mais tempo, proporcionando, provavelmente, condições mais adequadas ao desenvolvimento dos embriões.

A maior mortalidade observada nos ovos colocados nas flores poderia também ser atribuída ao fato das fêmeas terem depositado ovos pobres em nutrientes. A oviposição representa para fêmeas de insetos a fase na qual é investida a maior quantidade de energia e recursos (Gauvin *et al.*, 2001). Para a otimização deste investimento, há duas estratégias envolvidas (Gauvin *et al.*, 2001). A primeira é que fêmeas podem ovipositar menos, investindo mais recursos em cada ovo resultando em baixas taxas de fecundidade e de mortalidade. A outra estratégia é a deposição de uma quantidade maior de ovos, porém mais pobres em recursos resultando em maior taxa de fecundidade e mortalidade (Smith & Fretwell, 1974; McGinley *et al.*, 1987) o que pode ter ocorrido neste trabalho.

Em relação ao sítio de oviposição, observou-se que os ovos depositados em flores foram encontrados apenas sobre as sépalas. Pétalas e sépalas são essencialmente semelhantes em termos de estrutura, entretanto as últimas são mais espessas (Raven *et al.*, 2001), provavelmente conferindo ao ovo maior proteção à dessecação e menor exposição a predadores. Outro fator a ser considerado em relação à deposição de ovos nas sépalas, diz respeito a sua maior persistência temporal no ambiente quando comparada às pétalas.

Considerando o sucesso reprodutivo de *F. occidentalis* constatado em flores de morangueiro no presente estudo, e o fato de que, em campo, a variedade Aromas apresenta floração permanente por ser de dia neutro, acredita-se que indivíduos desta espécie teriam flores, como um alimento disponível, por um longo período do ano o que, na ausência de condições limitantes de temperatura, potencializaria o crescimento populacional.

#### 4.1.3 Tabela de vida de fertilidade

O desempenho geral dos indivíduos de *F. occidentalis* mantidos nas flores de morangueiro foi superior ao dos que permaneceram nos folíolos (Tabela 3). A duração média de uma geração variou em função do alimento oferecido, sendo maior em flores que em folíolos de morangueiro (Tabela 3).

A taxa líquida de reprodução ( $R_0$  - número de vezes que a população aumenta a cada geração), também apresentou diferença em função da dieta, sendo que, em folíolos, foi cerca de oito vezes menor do que em flores (Tabela 3). A razão infinitesimal de aumento populacional ( $r_m$ ) foi de 0,15 em flor e de 0,06 em folíolo. A razão finita de aumento ( $\lambda$ ), que representa o número de fêmeas adicionadas à população por fêmea de *F. occidentalis* numa unidade de tempo, foi maior para os insetos mantidos em flores (Tabela 3). Esses resultados indicam que indivíduos de *F. occidentalis* que se desenvolveram em flores de morangueiro tiveram uma performance melhor quando comparados aos mantidos em folíolos.

Esses valores são comparáveis aos obtidos por Trichilo & Leigh (1988), que demonstraram que o melhor desempenho reprodutivo de *F. occidentalis* ocorreu quando pólen de algodoeiro foi adicionado sobre folhas de feijoeiro. O mesmo foi registrado por Hulshof *et al.* (2003), que constataram um acréscimo na taxa líquida

de reprodução e na razão infinitesimal de aumento populacional com a adição de pólen de diferentes espécies sobre folhas de pepineiro, a 25 °C.

As diferenças obtidas no desempenho de *F. occidentalis*, nos dois órgãos vegetais, através da tabela de vida de fertilidade (Tabela 3), evidenciam que a qualidade do alimento tem grande influência sobre o desempenho desta espécie, como apontado por Brodbeck *et al.* (2002).

TABELA 3. Duração média de uma geração (T) taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), razão infinitesimal de aumento (rm) e razão finita de aumento ( $\lambda$ ) para indivíduos de *Frankliniella occidentalis* mantidos em flores e folíolos de morangueiro cultivar Aromas (25 ± 1 °C; 70 ± 10%; fotofase 12 horas)

Órgãos Vegetais	T (dias)	$R_0$	rm	$\lambda$
Flor	20,92	23,89	0,15	1,16
Folíolo	19,15	3,15	0,06	1,06

Taxas de desenvolvimento e de fecundidades altas indicam, por outro lado, uma maior suscetibilidade da planta hospedeira (van Lenteren & Noldus, 1990).

A falta de flores parece agir como fator restritivo no crescimento populacional dos tripes. Entre suas possíveis funções destaca-se o fornecimento de nutrientes especiais, como carboidratos, vitaminas, esteróis e proteínas. Portanto, a ausência das flores poderia afetar os parâmetros demográficos de *F. occidentalis*, como sobrevivência e fecundidade resultando num decréscimo populacional no campo (Gerin *et al.*, 1999).

## 4.2 Exigências térmicas

A duração de todas as fases do ciclo biológico de *F. occidentalis* apresentou relação inversa à elevação da temperatura (Tabela 4). No período embrionário, a maior duração foi registrada na temperatura de 16 °C ( $9,8 \pm 0,07$  dias) e a menor a 31 °C ( $3,2 \pm 0,05$  dias). Com exceção das temperaturas de 25 e 28 °C, os valores correspondentes à duração desta fase nas demais temperaturas diferiram entre si ( $F = 1249,54$ ,  $P = 0,0001$ ) (Tabela 4).

TABELA 4. Duração (média  $\pm$  EP), das fases de ovo, larval, pupal e ciclo biológico (ovo-adulto) de *Frankliniella occidentalis* mantidos em folíolos de morangueiro cultivar Aromas, nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31 °C ( $70 \pm 10\%$ ; fotofase 12 horas)

Temperatura °C	Duração (dias)			
	Ovos	Estágio Larval	Estágio Pupal	Ciclo Biológico (ovo-adulto)
16	$9,8 \pm 0,07$ a <sup>1</sup> (91) <sup>2</sup>	$14,4 \pm 0,84$ 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)

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras diferentes, na vertical, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ );

<sup>2</sup> Valores entre parênteses indicam o número de observações

A influência da temperatura sobre a velocidade de desenvolvimento embrionário de *F. occidentalis* também foi relatada por McDonald *et al.* (1998), para ovos depositados em folhas de crisântemo, em temperaturas que variaram de 10 a 35 °C. Os valores médios de duração dessa fase registrados pelos autores, nas temperaturas de 15 °C ( $9,2 \pm 0,1$  dias), 25 °C ( $4,1 \pm 0,1$  dias) e 30 °C ( $3,1 \pm$

0,1 dias) são próximos aos obtidos no presente estudo, respectivamente, para as temperaturas de 16, 25 e 31 °C (Tabela 4). A mesma tendência foi observada por Gaum *et al.* (1994), para os ovos da mesma espécie depositados em folhas de pepineiro em temperaturas entre 15 e 30 °C. A duração média do período embrionário registrado pelos autores a 23 °C ( $5,11 \pm 0,153$  dias), 25 °C ( $4,25 \pm 0,96$  dias) e 30 °C ( $3,09 \pm 0,079$  dias) foram semelhantes às deste estudo a 22, 25 e 31 °C, respectivamente.

A redução das durações médias para o estágio de ovo de *Thrips setosus*, foi detectada, nos experimentos conduzidos por Murai (2001) em temperaturas que variaram entre 17,5 e 30 °C, de  $9,83 \pm 0,042$  dias a  $3,73 \pm 0,47$  dias, respectivamente.

A viabilidade da fase de ovo foi elevada para as diferentes temperaturas, mantendo-se todas acima de 90% (Tabela 5).

TABELA 5. Viabilidade média (%  $\pm$  EP), das fases de ovo, larval, pupal e ciclo biológico (ovo-adulto) de *Frankliniella occidentalis* mantidos em folíolos de morangueiro cultivar Aromas, nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31 °C ( $70 \pm 10\%$ ; fotofase 12 horas)

Temperatura °C	Viabilidade (%)			
	Ovo	Estágio Larval	Estágio Pupal	Ciclo Biológico (ovo-adulto)
16	$96,8 \pm 1,81$ (91) <sup>1</sup>	$85,3 \pm 6,17$ (34)	$100 \pm 0,00$ (29)	$82,6 \pm 2,09$ (29)
19	$92,0 \pm 3,13$ (69)	$78,4 \pm 6,86$ (37)	$100 \pm 0,00$ (29)	$72,1 \pm 2,32$ (29)
22	$97,2 \pm 1,58$ (105)	$90,0 \pm 5,08$ (33)	$100 \pm 0,00$ (30)	$88,4 \pm 1,97$ (30)
25	$90,0 \pm 2,86$ (99)	$89,5 \pm 5,05$ (38)	$91,2 \pm 4,94$ (34)	$73,4 \pm 2,24$ (31)
28	$96,1 \pm 2,23$ (73)	$89,2 \pm 5,18$ (37)	$100 \pm 0,00$ (33)	$85,7 \pm 1,99$ (33)
31	$95,2 \pm 2,32$ (80)	$66,7 \pm 6,67$ (51)	$97,1 \pm 2,94$ (34)	$61,6 \pm 2,36$ (33)

<sup>1</sup>Valores entre parênteses indicam o número de observações.

O limiar térmico inferior de desenvolvimento ( $T_b$ ) para o estágio de ovo de *F. occidentalis* foi de 9,20 °C e a constante térmica (K) de 69,35 graus-dias (GD) (Tabela 6; Figura 4 A). Um valor de  $T_b$  próximo a este (9,9 °C) foi registrado para ovos da mesma espécie em folhas de crisântemo por McDonald *et al.* (1998). Por outro lado, a constante térmica, calculada por esses autores, foi de 59 GD. Para ovos de *F. schultzei*, em folhas de tomateiro, Bellenda & Guarinoni (1985) obtiveram valor de  $T_b$  superior ao do presente estudo, 12,75 °C e uma constante térmica inferior, 45,39 GD. Já para ovos de *T. setosus* em folhas de feijoeiro, os valores constatados por Murai (2001) de  $T_b$  e de K, foram respectivamente, 10,1 °C e 72,5 GD, semelhantes aos do presente estudo.

A duração média do estágio larval de *F. occidentalis* constatou-se um decréscimo significativo com o aumento da temperatura na faixa de 16 a 25 °C ( $F = 82,1560$ ,  $P = 0,0001$ ), sendo que esta última não diferiu das demais temperaturas avaliadas (Tabela 4).

TABELA 6. Limiar térmico inferior de desenvolvimento ( $T_b$ ), constante térmica (K), em graus-dia (GD), equação linear da velocidade de desenvolvimento ( $1/D$ ) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) das fases de ovo, larval, pupal e ciclo biológico (ovo-adulto) de *Frankliniella occidentalis* mantidos em folíolos de morangueiro cultivar Aromas, nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31 °C ( $70 \pm 10\%$ ; fotofase 12 horas)

Estágio	$T_b$ (°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
Ciclo Biológico	9,88	211,86	$y = -0,04662 + 0,00472 x$	0,98	271,46	0,0001

Em relação à fase larval, o primeiro instar, em outros grupos de insetos, como os hemípteros, tem sido relatado como o de menor duração. Este fato é

atribuído ao tamanho e a fragilidade das peças bucais que impedem as ninfas jovens de se alimentar, dependendo assim, da energia acumulada no estágio de ovo para seu desenvolvimento inicial (Panizzi & Parra, 1991). A alta viabilidade no primeiro instar para *Ceratothripoides claratris* (Shumsher) (Thripidae) em tomateiro, em temperaturas que variaram de 22 a 40 °C foi atribuída a este mesmo fator (Premachandra *et al.*, 2004). Os autores sugerem que larvas recém-eclodidas podem ainda reter algumas reservas nutritivas do estágio de ovo, garantindo uma maior sobrevivência nesta fase.

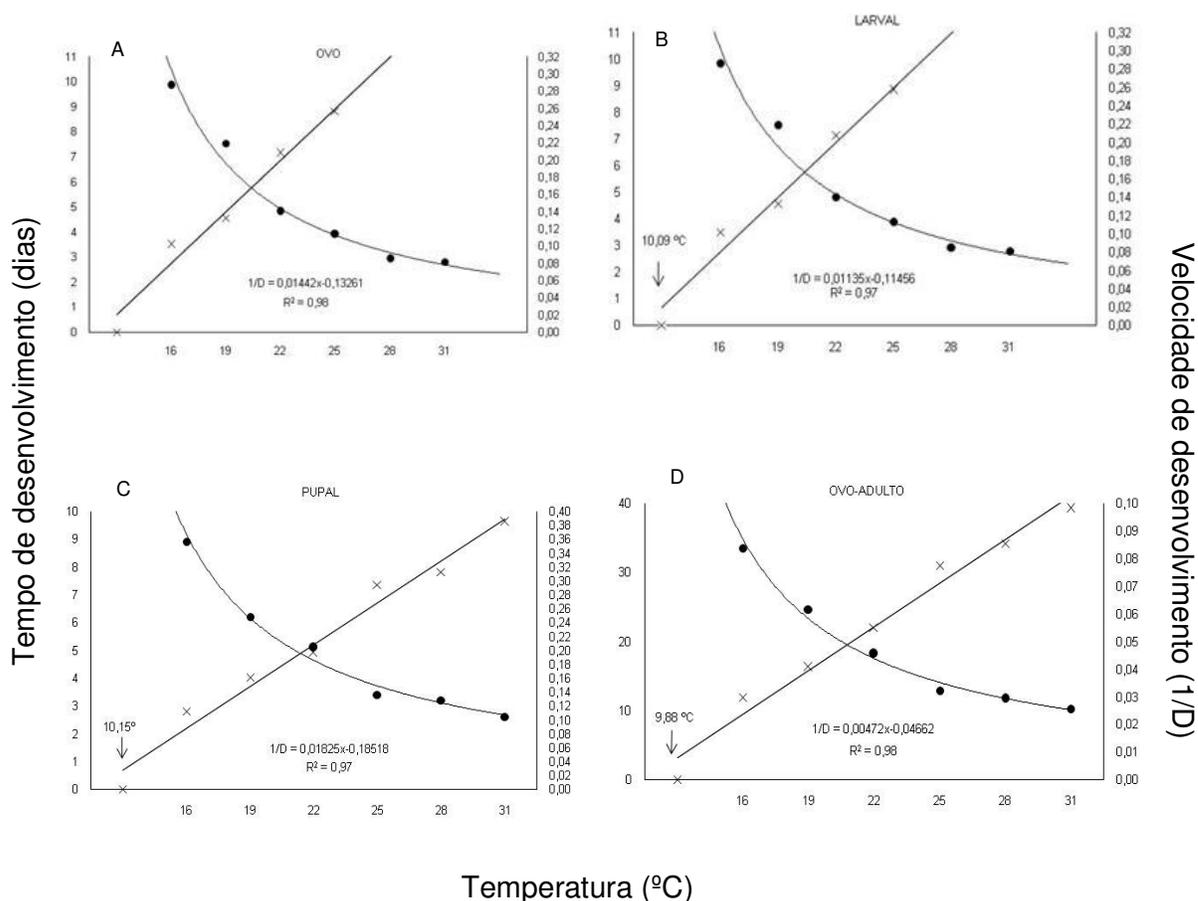


FIGURA 4. Relação entre temperatura, tempo de desenvolvimento (●) e velocidade de desenvolvimento (×) para as fases de ovo (A), larva de 1º instar (B), larva de 2º instar (C), pré-pupa (D), pupa (E) e período de ovo-adulto (F) de *Frankliniella occidentalis* mantidos em folíolos de morangueiro cultivar Aromas, nas temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28 e 31 °C (70 ± 10%; fotofase 12 horas)

Ainda em relação ao estágio larval o segundo instar, de acordo com Childers (1997), é o estágio que mais dano causa. Larvas neste estágio são mais rápidas podendo percorrer grandes distâncias, alimentando-se ativamente e consumindo cerca de três vezes mais alimento do que as de primeiro instar (Loomans *et al.*, 1995). Da mesma forma, Gaum *et al.* (1994) relataram que os maiores danos nas folhas de pepineiro foram causados, especialmente, pela alimentação das larvas de segundo instar de *F. occidentalis*.

Considerando a fase larval como um todo, Gaum *et al.* (1994) e McDonald *et al.* (1998) constataram para *F. occidentalis*, redução da duração com a elevação da temperatura, no entanto, os valores registrados por esses autores foram, em todas as temperaturas avaliadas, superiores aos obtidos neste trabalho.

A maior viabilidade foi encontrada nas temperaturas de 16, 22 e 28 °C, e a menor foi registrada a 31 °C (Tabela 5).

O limiar térmico inferior de desenvolvimento (Tb) para o estágio larval de *F. occidentalis* (Tabela 6; Figura 4 B) foi superior ao verificado para esta mesma fase (Tb = 6,1 °C) em indivíduos desta mesma espécie, por McDonald *et al.* (1998), assim como a constante térmica (143 GD). Para *T. setosus*, Murai (2001) obteve um valor de Tb de 7,2 °C e um K igual a 88,5 GD.

Inferências a partir da comparação desses resultados devem ser cautelosas, tendo em vista que, além da temperatura, características inerentes às populações da própria espécie e a qualidade do alimento no qual os insetos foram mantidos interferem nos resultados. Um recurso de pior qualidade nutricional pode exigir um tempo maior de alimentação para garantir os nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento (Strong *et al.*, 1984).

No estágio pupal as durações médias diminuíram significativamente, na faixa de temperatura de 16 °C a 25 °C (F = 204, 5960, P = 0,0001) (Tabela 4).

Com relação à viabilidade, em todas as temperaturas avaliadas, esta foi bem elevada, variando de 91 a 100%. (Tabela 5).

Redução no tempo de desenvolvimento de pupas de *F. occidentalis* com o aumento da temperatura também foi referida por Gaum *et al.* (1994) e McDonald *et al.* (1998), corroborando os resultados da presente pesquisa. Outras espécies como *H. haemorrhoidalis* e *T. setosus*, evidenciaram este mesmo padrão, conforme registrado por Del Bene *et al.* (1998) e Murai (2001), respectivamente.

O maior valor de Tb foi o obtido na fase pupal (10,15 °C) (Tabela 6; Figura 4 C).

A duração média do ciclo biológico (ovo-adulto) de *F. occidentalis* apresentou relação inversa à elevação da temperatura (Tabela 6; Figura 4 D). Aproximadamente 98% do decréscimo do tempo de desenvolvimento foi explicado pelo aumento na temperatura ( $R^2 = 0,98$ ).

No intervalo de temperatura avaliado, foi observada uma diferença significativa ( $P < 0,05$ ) na duração do ciclo biológico, dos 16 °C (33,5 dias) até 25 °C (12,9 dias), sendo que, a partir desta temperatura, os valores registrados não diferiram (Tabela 4). O alongamento do ciclo biológico em função de baixas temperaturas é comum entre os insetos, sendo esta uma das estratégias por eles utilizada, para enfrentar o inverno (Leather *et al.*, 1993).

Gaum *et al.* (1994) relataram uma duração do ciclo total de *F. occidentalis*, a 25 °C em pepineiro, de 14,71 dias. Em amendoineiro, Lowry *et al.* (1992), constataram 13,8 dias, valores estes superiores aos 12,91 dias encontrados neste experimento.

A menor viabilidade do ciclo biológico de *F. occidentalis* foi de 61,6% (31 °C) e a maior 88,4% (22 °C).

Com base nos valores registrados para duração do ciclo biológico e

viabilidade (Tabelas 4 e 5), verifica-se que a temperatura de 25 °C é a mais adequada para o desenvolvimento do inseto. Este resultado corrobora os obtidos na cultura do morangueiro, em Santa Lúcia do Piaí, distrito de Caxias do Sul, RS, por Sílvia Pinent e colaboradores (Embrapa Uva e Vinho, comunicação pessoal), que constataram a maior densidade populacional de *F. occidentalis* nos meses de outubro a fevereiro, período do ano em que as temperaturas foram mais elevadas.

Uma alta taxa de desenvolvimento a 30 °C foi verificada por Gaum *et al.* (1994) para *F. occidentalis*, o que segundo os autores explicaria o rápido crescimento populacional durante os meses de verão em cultivos de pepineiro. Resultado similar também foi observado por Robb *apud* Nothnagl (2006), para mesma espécie em crisântemo, sendo apontadas como ótimas para o desenvolvimento desta espécie, temperaturas em torno dos 30 °C.

O limiar térmico inferior para o desenvolvimento de *F. occidentalis* em folíolos de morangueiro foi de 9,88 °C (Tabela 6), valor similar ao encontrado para esta espécie, por Gaum *et al.* (1994) (9,4 °C) e por Robb *apud* Nothnagl (2006) em folhas de crisântemo (10 °C). Entretanto, é discrepante do observado por Lowry *et al.* (1992) em folhas de amendoizeiro (6,5 °C), por McDonald *et al.* (1998) em folhas de crisântemo (7,9 °C) e por Stacey & Fellowes (2002) em folhas de feijão (6,7 °C). Valores mais elevados que o obtido no presente estudo para o limiar térmico, têm sido relatados para indivíduos de outras espécies de Thripidae, como *T. setosus* (12,5 °C), *C. claratris* (16,37 °C) e *Scolothrips takahashii* Priesner (11,4 °C) respectivamente por Murai (2001), Premachandra *et al.* (2004) e Gotoh *et al.* (2004).

A relação negativa entre a constante térmica e o limiar 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 adaptadas às áreas quentes (tropicais) do que para as de áreas frias (temperadas).

Segundo Honěk (1996), o limiar térmico inferior de desenvolvimento diminui com o aumento da latitude. Espécies que vivem nos trópicos possuem uma temperatura base maior (13,7 °C) do que espécies 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 (9,88 °C) faz com que esta regra seja aplicável para *F. occidentalis*, que, embora oriunda de áreas temperadas, hoje está amplamente dispersa e, a população que originou à teste utilizada, teve origem em área subtropical.

No presente estudo, com base no limiar térmico inferior calculado (9,88 °C), constatou-se que *F. occidentalis* requerer 211,86 GD para completar seu desenvolvimento. Valores superiores e distintos ao observado foram registrados para a mesma espécie, por Lowry *et al.* (1992), em folhas de amendoizeiro (253,9 GD), por Gaum *et al.* (1994), em folhas de pepineiro (249,8 GD), por McDonald *et al.* (1998), em folhas de crisântemo (268,0 GD) e por Stacey & Fellowes (2002) em folhas de feijoeiro (233,4 GD). Esta variação verificada nos valores estimados para diferentes populações de *F. occidentalis* se devem, segundo Stacey & Fellowes (2002) e Bergant & Trdan (2006) à qualidade nutricional da planta hospedeira, à adaptação da população, às condições climáticas do local no qual vivem e ao fotoperíodo.

A influência do fotoperíodo sobre parâmetros biológicos de *F. occidentalis*, foi relatada por Brodsgaard (1994) em indivíduos mantidos sob regime de fotoperíodo longo (18L: 6E), os quais apresentaram decréscimo no tempo de desenvolvimento na mortalidade larval e na longevidade. Neste sentido, Whittaker & Kirk (2004) verificaram que a atividade locomotora, o consumo de pólen e a taxa

de oviposição aumentaram sob fotofases longas (acima de 18L), implicando em um rápido crescimento populacional.

O número estimado de gerações anuais de *F. occidentalis* para os municípios produtores de morango de Vacaria, Caxias do Sul, Pelotas, Porto Alegre, e Taquari foram, respectivamente, de 10,70, 12,6, 13,6, 16,5, e 20,3 (Tabela 7; Figura 5). Assim, um maior número de gerações durante o período de cultivo é esperado nas regiões mais quentes, e, conseqüentemente, maior potencial de dano.

TABELA 7. Municípios produtores de morango no Rio Grande do Sul, temperaturas médias anuais (°C), graus-dias anuais acumulados (GD) e número provável de gerações de *Frankliniella 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 provável de gerações/ano
Vacaria	16,11	2266,9	10,7
Caxias do Sul	17,19	2662,9	12,6
Pelotas	17,80	2881,0	13,6
Porto Alegre	19,49	3498,1	16,5
Taquari <sup>1</sup>	20,27	3785,22	20,3

<sup>1</sup> Taquari, não é produtor de morangos mas representa as condições climáticas de Bom Princípio

A determinação das exigências térmicas de *F. occidentalis* em morangueiro poderá ser utilizada como uma ferramenta para auxiliar na previsão de picos populacionais, indicando quando as amostragens para monitoramento do tamanho populacional devem ser iniciadas ou intensificadas, e em que momento o controle deve ser implementado. Entretanto, os resultados aqui apresentados não podem ser considerados como definitivos, uma vez que em condições naturais, a população não é regulada apenas pela temperatura.

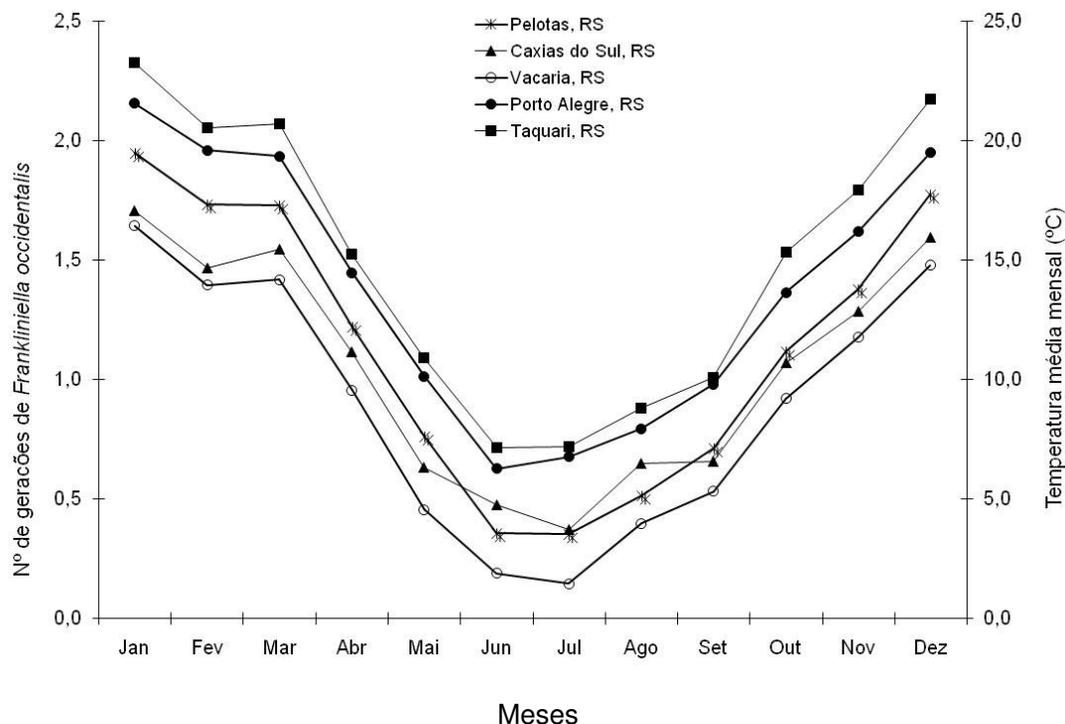


FIGURA 5. Estimativa do número de gerações/mês de *Frankliniella occidentalis* para os municípios de Vacaria, Caxias do Sul, Pelotas, Porto Alegre e Taquari (RS).

A variedade Aromas, por ser uma cultivar de dia neutro, apresenta floração permanente, entretanto, convém ressaltar que nos meses mais frios, no Rio Grande do Sul (junho a setembro), há uma maior quantidade de flores, uma vez que em temperaturas baixas, o desenvolvimento floral é favorecido. Em temperaturas acima de 25 °C, a diferenciação floral pode ser inibida e, temperaturas superiores a 32 °C podem provocar abortos florais (Ronque, 1998). Desta forma, no Rio Grande do Sul, o pico da colheita de morango acontece entre os meses de setembro a novembro e o período de entressafra, de dezembro a março (Embrapa, 2008).

Considerando o sucesso de *F. occidentalis* sobre flores, altas populações deveriam ocorrer nas épocas em que o alimento se encontra mais disponível em campo (período que antecede a colheita dos frutos), entretanto, no município de

Caxias do Sul, maior densidade foi observada nos meses de novembro e dezembro, a partir daí há um decréscimo na quantidade de flores em função das altas temperaturas (Sílvia Pinent e colaboradores - Embrapa Uva e Vinho, comunicação pessoal).

Vários fatores bióticos e abióticos podem reduzir o tamanho populacional de insetos no campo, dentre eles, a disponibilidade de alimento e a temperatura são os mais importantes (Huffaker & Gutierrez, 1999). Os resultados gerados nesta pesquisa sugerem que a população de *F. occidentalis* na cultivar Aromas, nas condições climáticas de Caxias do Sul, é controlada por estes dois fatores, mas em épocas diferentes. Pela soma dos graus-dias acumulados, em Caxias do Sul, esperar-se-ia um aumento na população de *F. occidentalis* entre os meses de outubro e março. Entretanto, a partir de janeiro foi observada uma redução da população (Sílvia Pinent e colaboradores - Embrapa Uva e Vinho, comunicação pessoal). Neste caso, provavelmente, a disponibilidade de alimento é que estaria suprimindo a população, uma vez que é o período no qual se encontra a menor quantidade de flores de morangueiro em campo.

Nos meses em que há maior disponibilidade de alimento, a soma dos GD em Caxias do Sul, é menor do que a requerida para espécie completar uma geração. Neste período a temperatura é que poderia estar exercendo maior influência sobre o crescimento populacional de *F. occidentalis* na cultura do morangueiro, corroborando os resultados de Sílvia Pinent e colaboradores (Embrapa Uva e Vinho, comunicação pessoal).

Considerando as temperaturas médias anuais e os graus-dias acumulados, espera-se um maior número de gerações ao longo do ano no município de Bom Princípio (Tabela 7 e Figura 5), e, conseqüentemente a probabilidade de que cultivos de morangueiro neste município venham a sofrer danos maiores. Por

outro lado, em Vacaria é alta a probabilidade de que os danos venham a ser menores.

### **4.3 Caracterização de danos de *Frankliniella occidentalis* em morangueiro**

No tratamento em que os tripes foram infestados na fase de flor (estádio 3) constatou-se sinais de alimentação pelos indivíduos de *F. occidentalis* em todas as repetições (Figura 6 A). Foi observado marcas nos estames e receptáculo floral (Figura 6 C, D). No tratamento testemunha para este mesmo estágio, em nenhuma repetição foi detectado dano, ocorrendo o desenvolvimento das flores normalmente (Figura 6 B).

Os sintomas decorrentes da alimentação caracterizaram-se por áreas de coloração amarronzada (Figura 6 C), acompanhadas por pequenos pontos pretos (Figura 6 D). Durante a alimentação, os tripes, ao succionar o conteúdo intracelular, esvaziam as células, as quais ficam preenchidas com ar adquirindo, inicialmente, uma coloração prateada, que, devido à oxidação dos tecidos, torna-se posteriormente, amarronzada (Figura 6 A). Junto ao ponto de alimentação são depositadas fezes que se caracterizam por pontos pretos, os quais indicam a presença de tripes (Lewis, 1973, Kirk, 1997).

A coloração amarronzada em anteras e estigmas decorrentes da alimentação de *F. occidentalis* também foi detectada por Allen & Gaede (1963). Os autores afirmam, contudo, que esta alimentação não tem efeito prejudicial sobre a polinização. A presença de manchas marrons e de pequenos pontos necróticos em estigmas, anteras e no cálice, também foi relatada por Coll *et al.*, (2006). Estes autores, através da medida do receptáculo floral, sugerem que somente densidades acima de dez adultos de *F. occidentalis*/flor reduzem

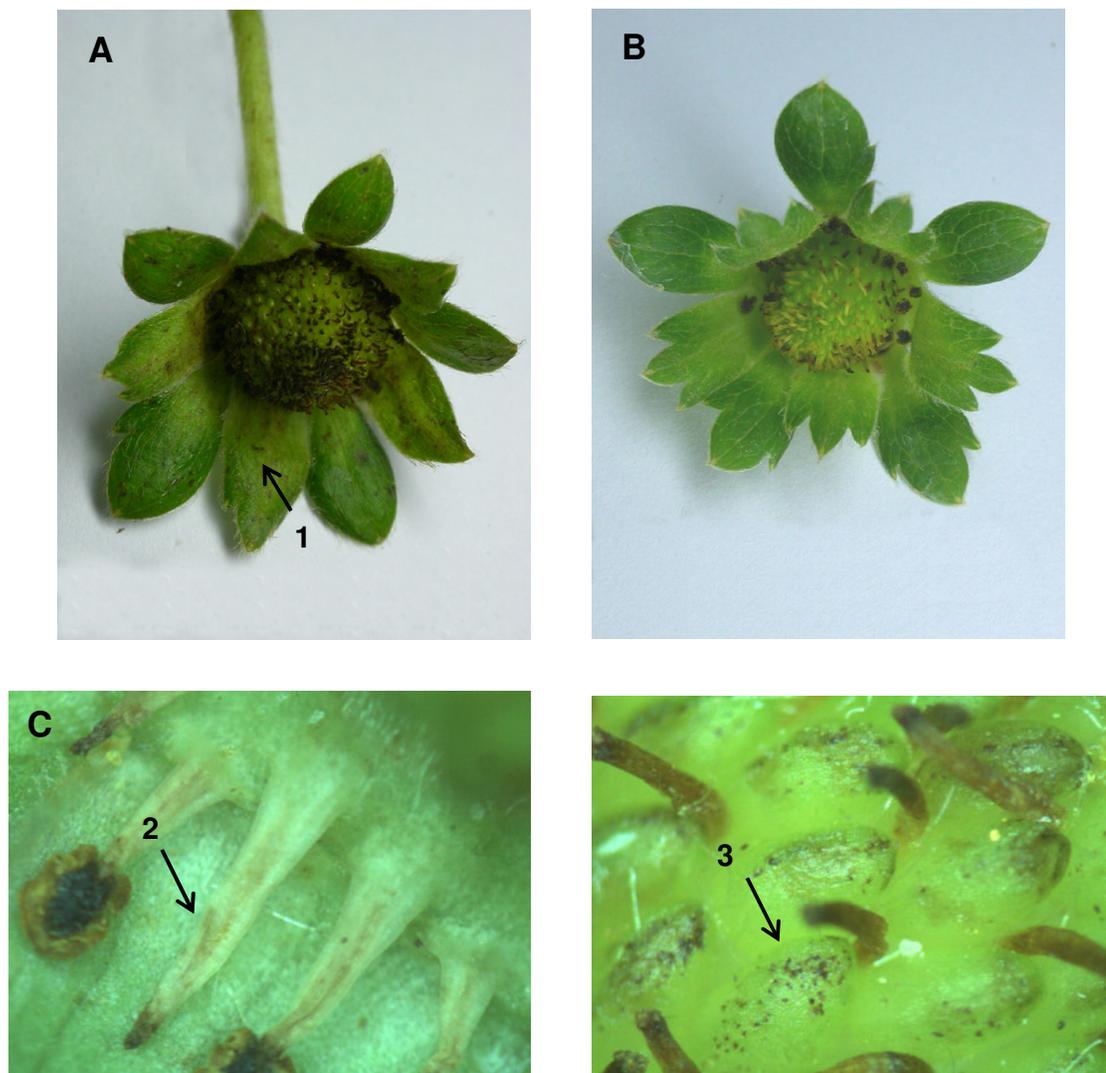


FIGURA 6. Flores de morangueiro cultivar Aromas. (A) com sinais de alimentação após a infestação com adultos de *Frankliniella occidentalis*, durante cinco dias (1) marca na sépala; (B) testemunha; (C) estame com área amarronzada no filete (2) da antera; (D) receptáculo floral com pontos pretos (3) na superfície. Porto Alegre, RS. (novembro/dezembro, 2007).

significativamente o tamanho desta estrutura, entretanto, não apresentam as implicações decorrentes deste dano na formação do fruto. No presente estudo, não foram efetuadas medidas do tamanho do receptáculo floral.

Evidências de murchamento em estigmas e anteras conforme relatadas por Gonzalez-Zamora & Garcia-Mari (2003) e Coll *et al.* (2006) não foram constatadas, apesar de terem sido observadas marcas de alimentação. Steiner & Goodwin (2005) referem que danos de tripes em flores, provavelmente, não têm importância, exceto quando altas populações (45% de flores infestadas com no mínimo cinco adultos ou 41% destas com no mínimo 10 adultos), danificam os estames impedindo a maturação do pólen. Este aspecto, entretanto, no presente estudo, não foi observado, tendo em vista que as flores foram colhidas cinco dias após a infestação.

No tratamento fruto verde (estádio 7), um maior percentual de frutos apresentou entre 1 e 20% de área com bronzeamento (Figura 7 A) (Tabela 8). No tratamento testemunha (Figura 7 B) não foram registrados danos. Dentre os frutos infestados, em apenas uma repetição não se verificou sinais de alimentação por adultos de *F. occidentalis*. Estes sinais consistiram de áreas de tamanho variável com bronzeamentos na região do cálice (Figura 7 C) e/ou ao redor dos aquênios (Figura 7 D). Dos 24 frutos com sinais de alimentação, em apenas 4% a área com bronzeamento foi superior a 50% em relação à superfície total (Tabela 8, Figura 7 E).

Estes resultados são corroborados pelos apresentados por Steiner & Goodwin (2005), os quais verificaram que em frutos verdes, a alimentação de *F. occidentalis* causou bronzeamento na superfície da polpa, resultando em um fruto opaco, com curta vida de prateleira após a maturação. Da mesma forma, Coll *et al.* (2006) constataram que, em altas densidades (> 25 tripes/fruto), os morangos

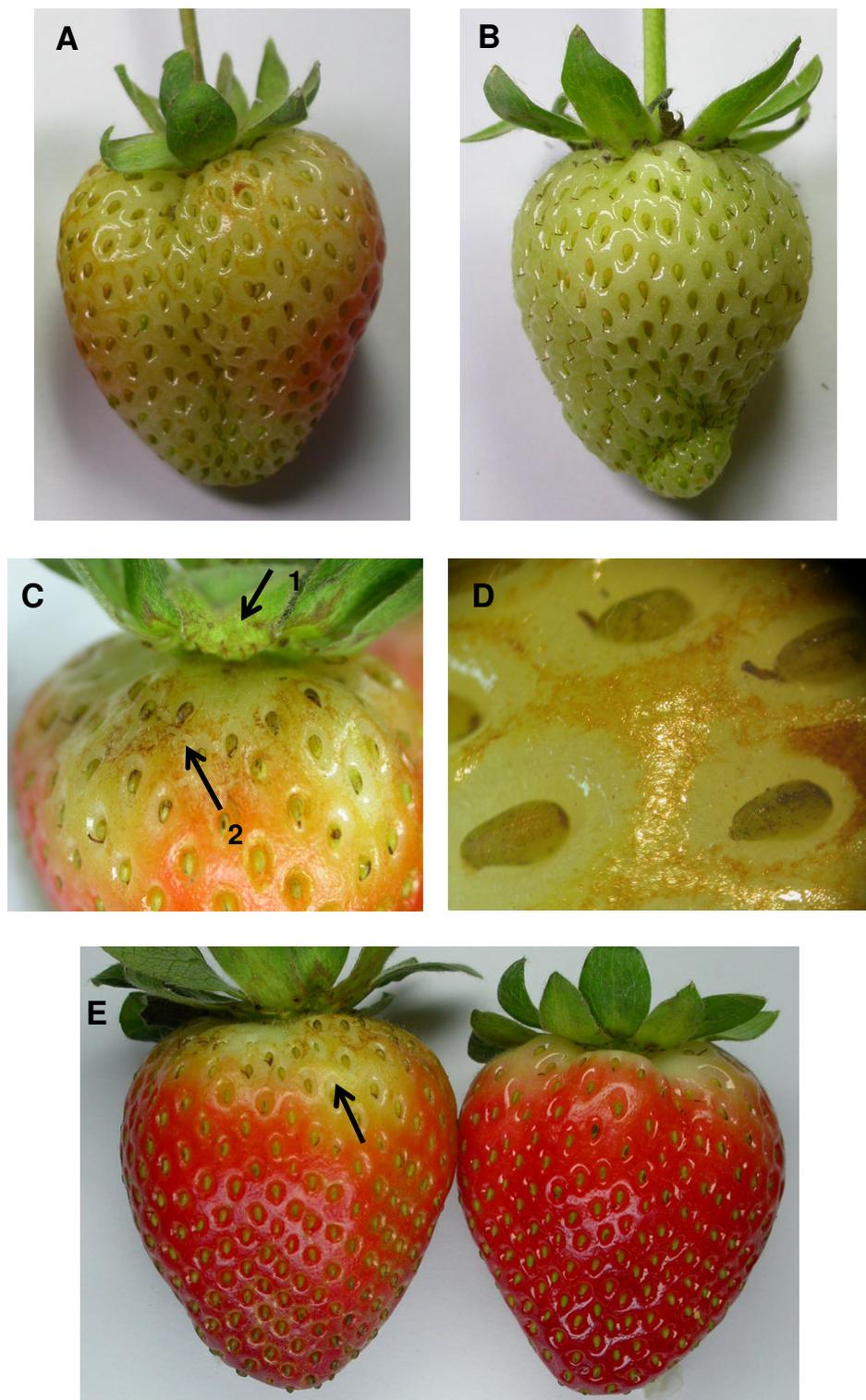


FIGURA 7. Frutos verdes de morangueiro cultivar Aromas. (A) com danos após a infestação com adultos de *Frankliniella occidentalis*, durante cinco dias; (B) testemunha; (C) detalhe dos danos da região do cálice, (1) nas sépalas e (2) na superfície do fruto; (D) detalhe da área bronzeada na superfície do fruto; (E) esquerda - infestado (seta indica área bronzeada), direita - testemunha. Porto Alegre, RS. (novembro/dezembro, 2007).

apresentaram bronzeamento, manchas prateadas e puncturas ao redor dos aquênios, principalmente sob o cálice.

TABELA 8. Porcentagem de frutos de morangueiro da cultivar Aromas com diferentes percentuais de área com bronzeamento após a infestação com adultos de *Frankliniella occidentalis* em dois estádios fenológicos do fruto (verde e maduro) e durante todo o desenvolvimento (n = número de unidades experimentais). Porto Alegre, RS. (novembro e dezembro/2007)

Tratamento (n)	Área danificada em frutos (%)					
	1 a 10	11 a 20	21 a 30	31 a 40	41 a 50	>de 50
	Frutos (%)					
Fruto verde (25)	36	40	8	4	4	4
Fruto maduro (16)	43,75	12,5	12,5	6,25	12,5	0
Desenvolvimento completo (20)	40	15	15	0	5	10

No tratamento fruto maduro (estádio 9), nas 16 repetições avaliadas, sinais de alimentação não foram detectados em apenas dois frutos, sendo que nenhum evidenciou mais do que 50 % da área danificada (Tabela 8). O maior percentual, da mesma forma que em frutos verdes, apresentou de 1 a 20% da superfície com bronzeamento (Figura 8 A). Os frutos testemunhas não apresentaram marcas de alimentação ou bronzeamento (Figura 8 B). Nos frutos com sinais de alimentação, estes se concentravam ao redor dos aquênios (Figuras 8 C e D), constatou-se também que a coloração era opaca, em comparação com os frutos testemunhas que tinham uma aparência brilhante (Figura 8 A e B).

Segundo Steiner & Goodwin (2005), o bronzeamento nos frutos maduros restringe-se à área ao redor das sementes, e é menos evidente em função da coloração que estes adquirem na maturação. Ainda, em relação aos frutos

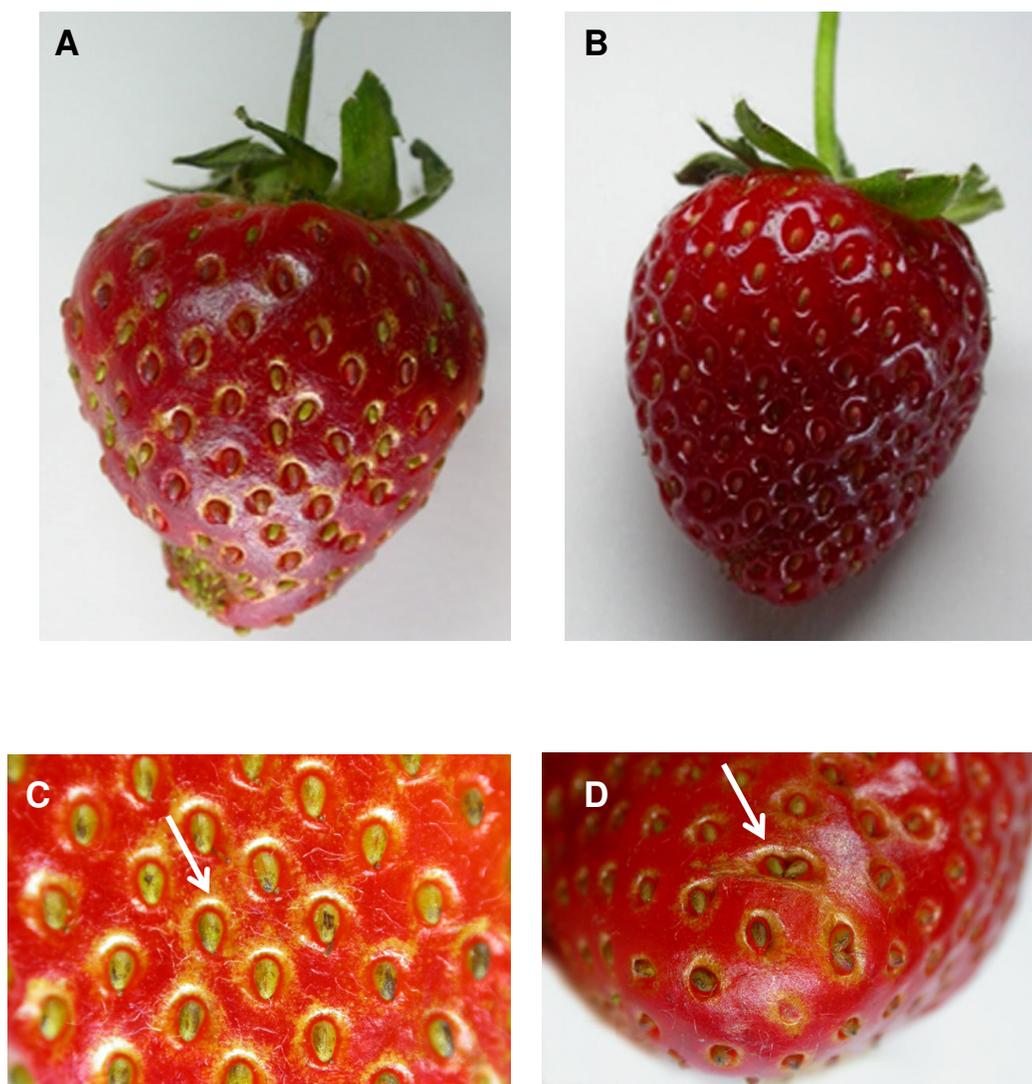


FIGURA 8. Frutos maduros de morangueiro cultivar Aromas. (A) com danos após a infestação com adultos de *Frankliniella occidentalis*, durante cinco dias; (B) testemunha; (C e D) detalhe da área bronzeada na superfície do fruto (seta indica bronzeamento ao redor do aquênio) Porto Alegre, RS. (novembro/dezembro, 2007).

maduros, Coll *et al.* (2006) relataram que uma grande infestação (> 25 tripses/fruto) pode tornar os frutos com aparência opaca, irregular e de consistência mole, além de terem a meia vida de prateleira reduzida, tornando-os inadequados para exportação.

No tratamento desenvolvimento completo, no qual infestações foram efetuadas durante todo o período de desenvolvimento a partir da flor, dentre os 20 frutos avaliados, 15% não se formaram, 10% apresentaram mais do que 50% da superfície com bronzeamento (Figuras 9 A e C) e o maior percentual (55%) de frutos danificados, até 20% (Tabela 8). Da mesma forma que nos tratamentos anteriores, as testemunhas não evidenciaram marcas de alimentação (Figura 9 B).

Em relação à deformação de frutos, no tratamento onde os insetos permaneceram durante todo o período de desenvolvimento nas estruturas vegetativas a partir da floração, verificou-se que 35% dos frutos estavam deformados quando maduros (Figuras 10 A, B e C) enquanto que, no grupo testemunha (Figuras 10 D, E e F) (sem infestação), este percentual atingiu 50% sem haver diferenças significativas ( $F = 0,4521$ ,  $gl = 1$ ,  $P = 0,5127$ ). As deformações registradas foram de leves (desvio da forma característica do fruto, com ápice retorcido) (Figuras 10 A e D) a graves (apenas uma parte dos aquênios se desenvolvendo, conhecido como “cara de gato”) (Figuras 10 B, C, E e F) (Brazanti, 1989).

Estes resultados sugerem que a presença de *F. occidentalis* na cultura do morangueiro não está associada às deformações encontradas em campo e comumente relatadas pelos produtores. Resultados semelhantes a estes foram referidos por Allen & Gaede (1963). A esse respeito, Coll *et al.* (2006), pelo fato de não terem encontrado frutos deformados nos experimentos, afirmam que os tripses não são responsáveis por tal dano.

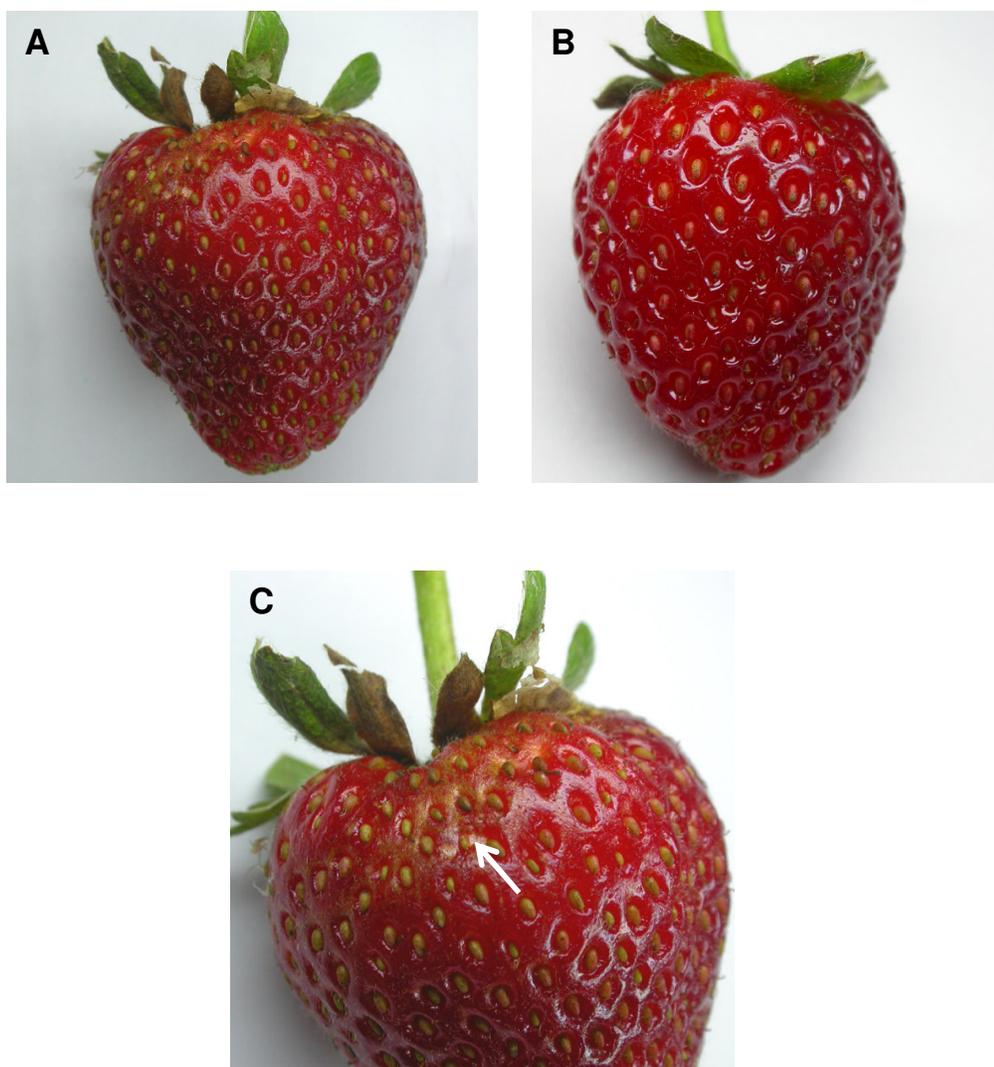


FIGURA 9. Frutos maduros de morangueiro cultivar Aromas. (A) com danos após a infestação com adultos de *Frankliniella occidentalis*, durante todo período de desenvolvimento; (B) testemunha; (C) detalhe da superfície do fruto, seta indica área bronzeada. Porto Alegre, RS. (novembro/dezembro, 2007).

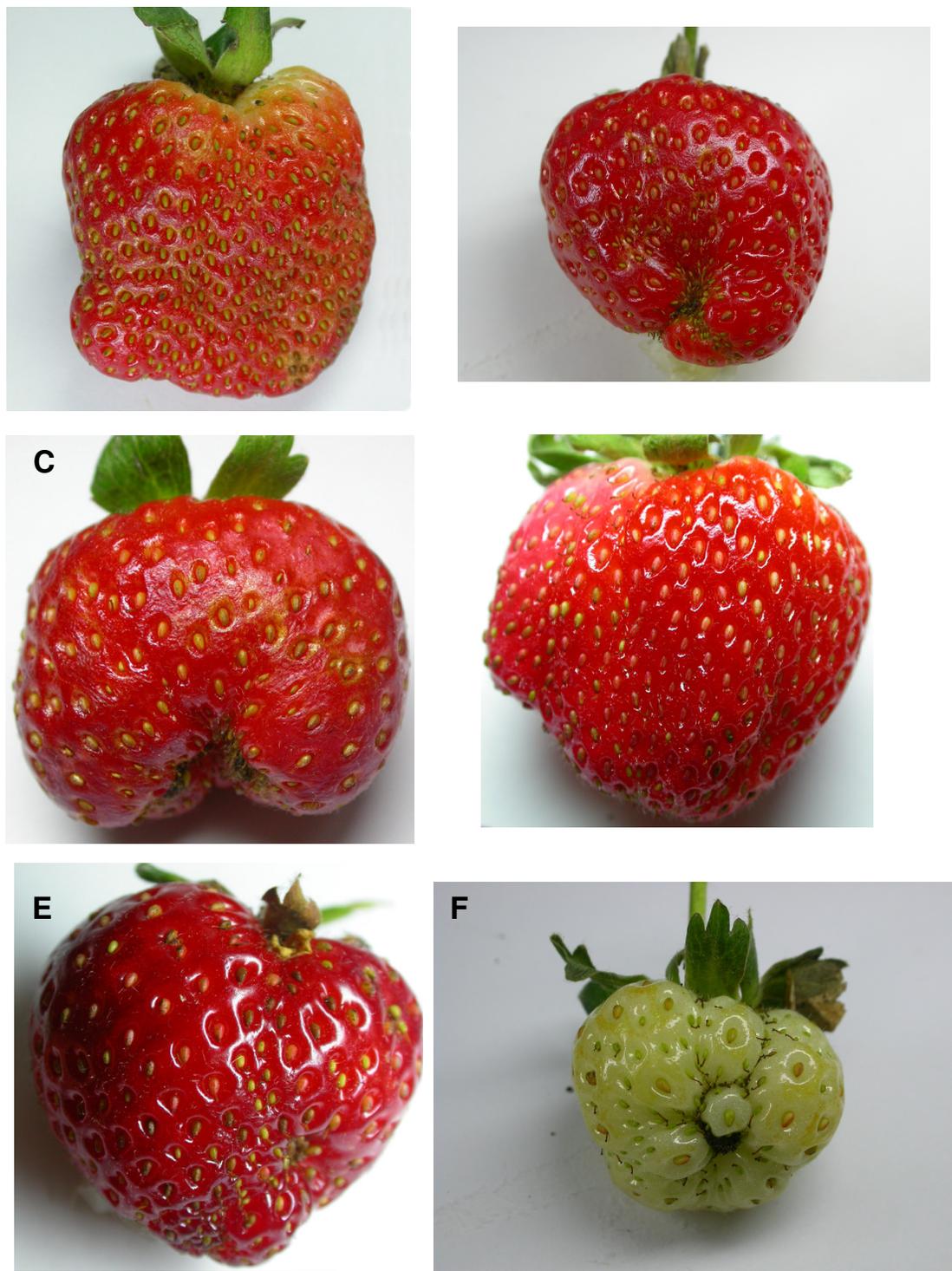


FIGURA 10. Fruto de morangueiro cultivar Aromas. (A, B e C) infestados com adultos de *Frankliniella occidentalis*; (D, E e F) testemunha; (A e D) com deformações leves; (B, C, E e F) com deformações graves. Porto Alegre, RS. (novembro/dezembro, 2007).

No presente estudo, tanto no tratamento fruto verde, quanto no fruto maduro, foram constatados, respectivamente, 84 e 37% de frutos deformados, não diferindo de suas respectivas testemunhas 56% ( $F = 2,5840$ ,  $gl = 1$ ,  $P = 0,1111$ ) e 29,4% ( $F = 0,1270$ ,  $gl = 1$ ,  $P = 0,7241$ ). Considerando que, em ambos os tratamentos, todas as unidades experimentais (fruto) haviam permanecido protegidas por gaiolas, portanto livres de tripes desde o estágio de botão floral, atribui-se as deformações como decorrentes de outros fatores como deficiência de polinização, micronutrientes no solo e exposição a temperaturas extremas (Brazanti, 1989, Passos, 1991, e Calvete *et al.*, 2005). Segundo Calvete *et al.* (2005), existe uma alta correlação entre a polinização, o peso, o formato e o tamanho dos frutos do morangueiro.

Em relação ao número de adultos de *F. occidentalis* computados no momento da avaliação (Tabela 9), verificou-se que no tratamento flor, na maioria das repetições, esse número esteve acima de 15 indivíduos, ou seja, 80% do insetos infestados foram recuperados. Por outro lado, nos demais tratamentos, fruto verde, maduro e desenvolvimento completo, constatou-se, respectivamente, em média, 6, 3 e 2 indivíduos nesta classe. Dentre as causas pelas quais os adultos de *F. occidentalis* não foram recapturados no momento da avaliação, estão a morte, em diversas ocasiões registradas e a fuga. Esta distinta recaptura, poderia ser explicada pelo fato das flores serem apontadas por diversos autores como o hábitat preferencial de *F. occidentalis*. Estudos têm mostrado que as flores podem fornecer aos tripes, recursos essenciais como sítios de acasalamento (Rosenheim *et al.* 1990), alimento de alta qualidade na forma de pólen (Lublinkhof & Foster, 1977; Trichilo & Leigh, 1988), além de proteção (Lewis, 1973, Kirk, 1997). Por outro lado, a baixa recaptura nos frutos ressalta a não preferência por este micro-hábitat corroborando os registros de Sílvia Pinent e colaboradores

(Embrapa Uva e Vinho, comunicação pessoal), nos quais apenas 3,9% do total de tripes amostrados estavam nos frutos. Levando em conta que nos cultivos de morangueiro, simultaneamente, flores e frutos estão disponíveis, uma alta densidade em frutos seria improvável, porém, não se descarta uma probabilidade de ocorrerem bronzeamento nestes.

TABELA 9. Número de flores e frutos de morangueiro cultivar Aromas, por classe de densidade de adultos de *Frankliniella occidentalis* recuperados nos diferentes tratamentos, no momento da avaliação. (n = número de unidades experimentais). Porto Alegre, RS. (novembro e dezembro/2007).

Tratamento (n)	Densidade de <i>F. occidentalis</i> por intervalo de classe			
	< 5	5 - 9	10-15	> 15
Flor (23)	0	5	7	11
Fruto Verde (25)	5	6	8	6
Fruto Maduro (17)	5	4	5	3
Desenvolvimento completo (20)	5	7	3	2

No manejo atual da cultura do morangueiro na Encosta Superior da Serra do Nordeste do RS, aplicações de inseticidas nas épocas de safra têm sido direcionadas para o controle de tripes, com o objetivo de evitar as deformações dos frutos. Entretanto, no presente estudo, as mesmas não estiverem associadas à presença de tripes, assim como nos trabalhos de Allen & Gaede (1963) e Coll *et al.* (2006).

Os resultados deste trabalho demonstraram que os danos de adultos de *F. occidentalis* são mais perceptíveis em frutos verdes e maduros. Contudo, frutos não são os locais de preferenciais destes insetos e sim as flores, conforme apontado por Steiner & Goodwin (2005). O mesmo foi registrado por Sílvia Pinent

e colaboradores (Embrapa Uva e Vinho, comunicação pessoal) que no levantamento de tisanópteros, em cultivo comercial de morangueiro cultivar Aromas, no município de Caxias do Sul, RS, detectaram 95,8% dos indivíduos em flores.

Com base nos resultados do presente trabalho, aliados aos da literatura, sugere-se que seja observado pelos produtores o dano aqui registrado, sem considerar as deformações de frutos. Entretanto, estudos mais aprofundados visando estabelecer níveis de dano para a cultura nas condições locais são necessários, uma vez que o controle químico tem sido realizado com produtos de amplo espectro, o que pode estar afetando insetos polinizadores e, com isso, aumentando ainda mais o percentual de frutos deformados. Além disso, as populações de inimigos naturais de *F. occidentalis* e de ácaros predadores também pode estar sendo reduzida, da mesma forma que o crescimento populacional de ácaros fitófagos pode estar sendo favorecido.

## 5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, nas condições em que os experimentos foram realizados, conclui-se que:

- indivíduos de *Frankliniella occidentalis* desenvolvem-se em flores e folíolos de morangueiro, sendo a duração do ciclo biológico (ovo-adulto) semelhante em ambos os órgãos;
- fêmeas de *Frankliniella occidentalis*, em flores, apresentam taxas mais elevadas de fecundidade do que quando alimentadas em folíolos de morangueiro;
- a velocidade de desenvolvimento de *Frankliniella occidentalis* aumenta com a elevação da temperatura;
- a faixa de temperatura entre 25 °C e 28 °C é a mais adequada para o desenvolvimento de *Frankliniella occidentalis*;
- a temperatura base e a constante térmica para o ciclo total (larva-adulto) de *Frankliniella occidentalis* em morangueiro é de 9,88 °C e 211,86 graus-dia, respectivamente;
- as deformações nos frutos de morangueiro não estão associadas à presença de *Frankliniella occidentalis*;
- a alimentação de *Frankliniella occidentalis* em flores causa manchas amareladas e frutos verdes e maduros bronzeamentos.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, W. W.; GAEDE, S. E. The relationship of lygus bugs and thrips to fruit deformity in strawberries. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 56, n. 6, p. 823-825, 1963.
- ANANTHAKRISHNAN, T. N. Bionomics of thrips. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 38, p. 71-92, 1993.
- ANTUNES, L. E. C. Situação da Produção Integrada de Morango (PIMo) no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 3, ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 2, 2006, Pelotas. **Palestras...** Pelotas, 2006. p. 101-104.
- ANTUNES, O. T.; CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C.; NIENOW, A. A.; MARIANI, F.; WESP, C. L. Floração, frutificação e maturação de frutos de morangueiro cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 426-430, 2006.
- BELLENDI, B.; GUARINONI, A. **Bionomia de *Frankliniella schultzei* (Trybon) (Thysanoptera: Thripidae) y variación estacional de especies de trips asociadas al cultivo de tomate**. 1985. 85f. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Agrônoma – Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, 1985.
- BERGANT, K.; TRDAN, S. How reliable are thermal constants for insect development when estimated from laboratory experiment? **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 120, p. 251-256, 2006.
- BERNAYS, E. A.; CHAPMAN, R. F. **Host-plant selection by phytophagous insects**. New York: Chapman & Hall, 1994. 312 p.
- BRAZANTI, E. C. **La Fresca**. Madrid: Mundi-Prensa, 1989. 389p.
- BRODBECK, B. V.; FUNDERBURK, J.; STAVISKY, J.; ANDERSEN, P. C.; HULSHOF, J. Recent advances in the nutritional ecology of Thysanoptera, or the lack thereof. In: MARULLO, R.; MOUND, L. (ed). **Thrips and Tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera**. Canberra: Australian National Insect Collection (ANIC), 2002. p. 145-153.
- BRODBECK, B. V.; STAVISKY, J.; FUNDERBURK, J. E.; ANDERSEN, P. C.; OLSON, S. M. Flower nitrogen status and populations of *Frankliniella occidentalis* feeding on *Lycopersicon esculentum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**,

Dordrecht, v. 99, p. 165-172, 2001.

BRODSGAARD, H. F. Effect of photoperiod on the bionomics of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 117, p. 498-507, 1994.

CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C.; ANTUNES, O. T.; NIENOW, A. A. **Morangueiro polinizado pela abelha jataí em ambiente protegido**. Passo Fundo: UPF, 2005. 53p.

CHAU, A.; HEINZ, K. M.; DAVIES JR. F. T. Influences of fertilization on population abundance, distribution and control of *Frankliniella occidentalis* on chrysanthemum. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 117, p. 27-39, 2005.

CHILDERS, C. C. Feeding and oviposition injuries to plants. In: LEWIS, T. **Thrips as Crop Pests**. Wallingford: CABI International, 1997. p. 505-537.

CIVIDANES, F. J. **Uso de graus-dia em entomologia**: com particular referência ao controle de percevejos pragas da soja. Jaboticabal: Funep, 2000. 31p.

COLL, M.; SHAKYA, S.; SHOUSTER, I.; NENNER, Y. Decision-making tools for *Frankliniella occidentalis* management in strawberry: consideration of target markets. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 121, p. 1-9, 2006.

CRESPI, B. J.; MOUND, L. A. Ecology and evolution of social behaviour among Australian gall thrips and their allies. In: CHOE, J.; CRESPI, B. J. (ed.). **Evolution of social behaviour in insects and arachnids**. Cambridge: University Press, 1997. p. 166-180.

de JAGER, C. M.; BUTÔT, R.P.T. Chrysanthemum resistance to two types of thrips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) feeding damage. In: **Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society (N.E.V)**. Dordrecht: Kluwer, 1993. p. 27-31.

de KOGEL W. J.; MOLLEMBA, M.; van der HOEK, C. Effect of host plant on body size of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) and its correlation with reproductive capacity. **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 96, p. 365-368, 1999.

DE SANTIS, L. La presencia en la República Argentina del trips californiano de las flores. **Academia Nacional de Agronomía & Veterinaria**, Buenos Aires, v. 49, n. 14, p. 3-16, 1995.

DEL BENE, G.; GARGANI, E.; LANDI, S. *Heliethrips haemorrhoidalis* (Bouché) and *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera Thripidae): life cycle, harmfulness, control. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v. 12, p. 31-37, 1998.

EMATER. **Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul – 2003/2004**. Porto Alegre, 2004. 89p.

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO - **Sistema de Produção do Morango**. 2008. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/sistemas/morango/cap05.htm>>. Acesso: 06 jan. 2008.

FILHO, J. D. Cultivares de morango. In: CARVALHO, S.P. de (Coord.). **Boletim do morango**: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico. Belo Horizonte: CeasaMinas, 2005. 160p.

GAUM, W. G.; GILIOME, J. H.; PRNGLE, K. L. Life history and life table of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), on English cucumbers. **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 84, p. 219-224, 1994.

GAUVIN, M. J.; BOIVIN, G.; NÉNON, J. P. Hydropy and ultrastructure of egg envelopes in *Aleochara bilineata* (Coleoptera, Staphylinidae). **Zoomorphology**, Berlin, v. 120, p. 171-175, 2001.

GERIN, C.; HANCE T. H.; VAN IMPE G. Impact of flowers on the demography of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Thy., Thripidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 123, p. 569–574, 1999.

GONZÁLEZ, R. **El trips de California y otros tisanópteros de importancia hortofrutícola en Chile (Thysanoptera: Thripidae)**. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Ciências Agronómicas, 1999. 149p.

GONZALES-ZAMORA, J. E.; GARCIA-MARI, F. The efficiency of several sampling methods for *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in strawberry flowers. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 127, p. 516 – 521, 2003.

GOTOH, T.; YAMAGUCHI, K.; FUKAZAWA, M.; MORI, K. Effect of temperature on life history traits of the predatory thrips, *Scolothrips takahashii* Priesne (Thysanoptera: Thripidae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 39, n. 3, p. 511-519, 2004.

GRINFELD, E. K. Feeding of thrips on the pollen of flowers and the origin of asymmetry in their mouthparts. **Entomological Review**, Moscou, v. 38, p. 715-720, 1959.

HADDAD, M. L., PARRA, J. R. P.; MORAES, R. C. B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1999. 29p.

HANCOCK, J. F. Ecological genetics of natural strawberry species. **HortScience**, Alexandria, v. 25, p. 869-871, 1999.

HIGGINS, C. J. Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) in greenhouses: population dynamics, distribution on plants, and associations with predators. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 85, p. 1891-1903, 1992.

HONĚK, A. Geographical variation in thermal requirements for insect development. **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 93, p. 303-312,

1996.

HUFFAKER, C. B.; GUTIERREZ, A. P. **Ecological Entomology**. London: John Wiley and Sons, 756p. 1999.

HULSHOF, J.; KETOJA, E.; VÄNNINEN. Life history characteristics of *Frankliniella occidentalis* on cucumber leaves and without supplemental food. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 108, p. 19-32, 2003.

KIERS, E.; de KOGEL, W. J.; BALKEMA-BOOMSTRA, A.; MOLLEMA, C. Flower visitation and oviposition behaviour of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber plants. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 124, p. 27-32, 2000.

KIRK, W. D. J. Pollen-feeding in thrips (Insecta: Thysanoptera). **Journal of Zoology**, London, v. 204, p. 107-117, 1984.

KIRK, W. D. J. Pollen-feeding and the host specificity and fecundity of flower thrips (Thysanoptera). **Ecological Entomology**, London, v. 10, p. 281-289, 1985.

KIRK W.D.J. **Thrips**. Naturalists' Handbooks . Slough: The Richmond Publishing Co.Ltd., 1996. 70p.

KIRK, W. D. J. Feeding. In: LEWIS, T. (ed.). **Thrips as Crop Pests**. Wallingford: CABI International, 1997. p. 65-173.

KUMM, S. **Reproduction, progenesis, and embryogenesis of thrips (Thysanoptera, Insecta)**. 2002. 140f. Dissertação - Developmental Biology, University of Halle-Wittenberg, Halle, 2002.

LARSON, K. D. Strawberry. In: SCHAFFR, B.; ANDERSEN, P. C. **Handbook of environmental physiology of fruit crops**. Florida: CRC Press, 1994. v. 1, p. 271-297.

LEATHER, S. R.; WALTERS, K. F. A.; BALE, J. S. **The ecology of insect overwintering**. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. 255p.

LEWIS, T. **Thrips: their biology, ecology, and economic importance**. London: Academic Press, 1973. 349p.

LIMA, A. C. **Insetos do Brasil: Ordem Thysanoptera**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1938. Tomo I. 470p.

LOOMANS, A. J. M.; van LENTEREN, J. C.; TOMASINI, M. G. **Biological control of thrips pests**. Wageningen: Agricultural University Papers, 1995. 201p.

LOPES R. B.; ALVES, S. B. Criação e observações preliminares da biologia de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) em feijão-de-porco *Canavalia ensiformis* (L.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 1, p. 39-47, 2000.

LOWRY, V. K.; SMITH, JR. J. W.; MITCHELE, F. L. Life-fertility tables for

*Frankliniella fusca* (Hisnds) and *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) on peanut. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 85, p. 744-754, 1992.

LUBLINKHOF, J.; FOSTER, D. E. Development and reproductive capacity of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) reared at three temperatures. **Kansas Entomological Society**, Manhattan, v. 50, n. 3, p. 313-316, 1977.

MARULLO, R.; TREMBLAY, E. Le specie italiane Del genere *Frankliniella* Karny. Potenza, **Informatore Fitopatologico**, Bologna, v. 11, p. 37-44, 1993.

MASS, J. L. **Compendium of strawberry diseases USDA**. Maryland: APS Press, 1998. 98p.

McDONALD, J.; BALE, J.; WALTERS, K. Effect of temperature on development of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 95, p. 301-306, 1998.

McGINLEY, M. A.; TEMME, D. H.; GEBER, M. A. Parental investment in offspring in variable environments: theoretical and empirical considerations. **American naturalist**, Chigago, v. 130, p. 370-398, 1987.

MESSENGER, P. S. Bioclimatic studies with insects. **Annual Review of Entomology**. Stanford, v. 4, p. 183-206, 1959.

MILNE J. R.; WALTER G. H.; KAONGA D. J.; SABIO G. C. The importance of non-pollen plant parts as food sources for the common blossom thrips, *Frankliniella schultzei*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 78, p. 271-281, 1996.

MONTEIRO, R. C. **Espécies de tripes (Thysanoptera, Thripidae) associadas a algumas culturas no Brasil**. 1994. 85p. Dissertação de Mestrado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Quieroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

MONTEIRO, R. C.; MOUND, L. A.; ZUCCHI, R. A. Thrips (Thysanoptera) as pests of plants production in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 43, p. 163-171, 1999.

MONTEIRO, R. C.; MOUND, L. A.; ZUCCHI, R. A. Espécies de *Frankliniella* (Thysanoptera: Thripidae) de importância agrícola no Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, p. 65-72, 2001.

MORITZ, G.; KUMM, S.; MOUND, L. A. Tospovirus transmission depends on thrips ontogeny. **Virus Research**, Amsterdam, v.100, p. 143-149, 2004.

MORITZ, G.; MOUND, L. A.; MORRIS, D. C.; GOLDARAZENA, A. **ThripsID: pest thrips of the world**. An interactive identification and information system. Canberra: ACIAR, 2004. 1 CD-ROM.

MOUND, L. A. Thysanoptera: diversity and interactions. **Annual Review**

**Entomology**, Palo Alto, v. 50, p. 247-269, 2005.

MOUND, L. A.; TEULON, D. A. J. Thysanoptera as phytophagous opportunists. In: PARKER, B. L., SKINNER, M.; LEWIS, T. (eds). **Thrips Biology and Management**. New York: Plenum Press, 1995. p. 3–21.

MURAI, T. Life history of *Thrips setosus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 100, p. 245-251, 2001.

NOTHNAGL, M. **Interaction between greenhouse grown chrysanthemum and *Frankliniella occidentalis***. 2006. 41f. Tese - Faculty of Landscape Planning, Horticulture and Agricultural Science - Department of Crop Science, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, 2006.

OLIVEIRA JÚNIOR, M. E.; MANICA, I. Principais países produtores de frutas no ano de 2002. **Jornal da Fruta**, Lages, v. 11, n. 127, p. 14, 2003.

PADOVANI, M. I. **Morango**: o delicado e saboroso fruto da integração dos povos. São Paulo: Ícone, 1991.

PAGOT, E.; HOFFMANN, A. Produção de pequenas frutas no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1, Vacaria, 2003. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho (Documentos 37), 2003. 64p.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P (ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manoele, 1991. 359p.

PARRA, J. R. P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manoele, 1991. 359p.

PARRA, J. R. P. A Biologia de insetos e o manejo de pragas: da criação em laboratório à aplicação em campo. In: GUEDES, I.C.; COSTA I.D.; CASTIGLIONI E. (eds). **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: Pallotti, 2000. p. 1-30.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. Piracicaba: FEALQ, 2007. 137p.

PASSOS, F. A. Desenvolvimento de cultivares de morangueiro. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO MORANGUEIRO, 1996, Cabreúva. **Resumos...** Jaboticabal: UNESP, 1991. p. 111.

PEDIGO, L. P. **Entomology & pest management**. 2ªed. New Jersey: Prentice Hall, 1996. 679p.

PINENT, S. M. J.; BOTTON, M. REDAELLI, L. R. Espécies de tripes (Thysanoptera) associadas ao morangueiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10, 2004, Gramado. **Anais...** Gramado: Embrapa, 2004. p. 282.

PINENT, S. M. J.; BOTTON, M. REDAELLI, L. R. Identificação da tisanopterofauna

associada ao cultivo do caqui, morangueiro e videira no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 9, 2005, Recife. **Anais...Recife:** Fiocruz, 2005. p. 134.

PINENT, S. M. J.; CARVALHO, G. S. Biologia de *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) em tomateiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 27, p. 519-524, 1998.

PIRES, R. C de M. **Desenvolvimento da produtividade do morango sob diferentes níveis de água e coberturas de solo**. 1998. 116 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

PREMACHANDRA, W. T. S. D.; BORGEMEISTER, C.; CHABI-OLAYE, A.; POEHLING, A. M. Influence of temperature on the development, reproduction and longevity of *Ceratothripoides claratris* (Thysanoptera: Thripidae) on tomatoes. **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 94, p. 377-384, 2004.

RADAELLI, D. C.; FERNANDES, R. G. Nova praga da parreira no Estado. **Boletim Agrônomico**, Porto Alegre, v. 8, p. 39-40, 1944.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 906p.

REBELO, J. A.; BALARDIN, R. S. A cultura do Morangueiro. **Boletim Técnico**, Florianópolis, v. 46, 1993, 40p.

RONQUE, E. R. V. **Cultura do morangueiro**: revisão e prática. Curitiba: Emater – PR, 1998, 206p.

ROSENHEIM, J. A.; WELTER, S. C.; JOHNSON, W.; MAU, R. F. L.; GUSUKUMAMINUTO, L. R. Direct feeding damage on cucumber by mixed species infestations of Thrips *palmi* and *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, p. 1519-1525, 1990.

SALISBURY F. B. & ROSS C. W. **Fisiología Vegetal**. México: Grupo Editorial Iberoamérica, 1994. 759p.

SILVA, A. G. A.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; J. GOMES; SILVA, M. M.; SIMONI, L. Ordem Thysanoptera. In: **Quarto catálogo de insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitos e predadores**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. p. 18-33.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARDIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1976. 419p.

SMITH, C. C.; FRETWELL, S. D. 1974. The optimal balance between size and number of offspring. **American naturalist**, Chicago, v. 108, p. 499-506, 1974.

STACEY, D. A.; FELLOWES, M. D. E. Temperature and the development rates of thrips: evidence for a constraint on local adaptation? **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 99, p. 399-404, 2002.

STEINER, M.Y.; GOODWIN, S. Management of thrips (Thysanoptera: Thripidae) in Australian strawberry crops: within-plant distribution characteristics and action threshold. **Australian Journal of Entomology**, Melbourne, v. 44, p.175-185, 2005.

STRONG, D. R.; LAWTON, J.; SOUTHWOOD, R. **Insects on the plants**. Cambridge: Harvard University Press, 1984. 313p.

TERRY, L. I. Host selection, communication and reproductive behavior. In: LEWIS, T. (ed). **Thrips as crop pests**. Oxon: CAB International, 1997. p. 84-85

THOMPSON, J. N. Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 47, p. 3-14, 1988.

TRICHILO, P. J.; LEIGH, T. F. Influence of resource quality on the reproductive fitness of flower thrips (Thysanoptera:Thripidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 81. p. 64–71, 1988.

TRURDGILL, D. L. Why do tropical poikilothermic organisms tend to have higher threshold temperature for development than temperate ones? **Functional Ecology**. Oxford, v. 9, p. 136-137, 1995.

TRUDGILL, D. L.; HONEK, A. D. L. I.; VAN STRAALLEN, N. M. Thermal time – concepts and utility. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 146, p. 1-14, 2005.

TRURDGILL, D. L.; PERRY, J. N. Thermal time and ecological strategies – a unifying hypothesis. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 125, p. 521-532, 1994.

van de WETERING, F.; HULSHOF, J.; POSTHUMA, K.; HARREWIJN, P.; GOLDBACH, R.; PETERS, D. Distinct feeding behavior between sexes of *Frankliniella occidentalis* results in higher scar production and lower tospovirus transmission by females. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 88, p. 9-15, 1998.

van LENTEREN, J. C.; NOLDUS, L. P. J. J. Whitefly-plant relationships: behavioural and ecological aspects. In: GERLING, (ed). **Whiteflies: their bionomics, pest status and management**. Andover: Intercept, 1990. p. 47-89.

van RIJN, P. J. C.; SABELIS, M. W. Does alternative food always enhance biological control? The effect of the pollen on the interaction between the western flower thrips and its predator. **IOBC/WPRS Bulletin**, Montfavet, v. 16, p. 123-125, 1993.

van RIJN, P. C. J.; MOLLEMA, C.; STEENHUIS-BROERS, G. M. Comparative life history studies of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber. **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 85, p. 285-297, 1995.

WHITTAKER, M. S. ; KIRK, W. D. J. The effect of photoperiod on walking, feeding,

and oviposition in the western flower thrips. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 111, p. 209-214, 2004.

WIJKAMP, I.; ALMARZA, N.; GOLDBACH, R.; PETERS, D. Distinct levels of specificity in thrips transmission of tospoviruses. **Phytopathology**, St. Paul, v. 85, n. 10, p. 1069-1074, 1995.

ZHANG, Z. J.; WU, Q. J.; LI, X. F.; ZHANG, Y. J.; XU, B. Y.; ZHU, G. R. Life history of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thy.:Thripidae), on five different vegetable leaves. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 131, n. 5, p. 347-345, 2007.

ZHI, J.; FITCH, G. K.; MARGOLIES, D. C.; NECHOLS, J. R. Apple pollen as a supplemental food for the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*: response of individuals and populations. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 117, p. 185-192, 2005.