

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MACIEIRA À MOSCA-DAS-FRUTAS
***Anastrepha fraterculus* (WIED., 1830) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

ELISABETE DA SILVA BRANCO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ DJAIR VENDRAMIM

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de
São Paulo, para a obtenção do título de
Mestre em Ciências, Área de Concentração:
Entomologia.

PIRACICABA

Estado de São Paulo – Brasil

Fevereiro - 1998

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Branco, Elisabete da Silva

Resistência de genótipos de macieira à mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus*
(Wied., 1830)(Diptera: Tephritidae) / Elisabete da Silva Branco. - - Piracicaba, 1998.
119 p. : il.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1998.
Bibliografia.

1. Genótipo vegetal 2. Maçã 3. Melhoramento genético 4. Mosca-das-frutas 5.
Resistência a inseto I. Título

CDD 634.11

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MACIEIRA À MOSCA-DAS-FRUTAS
***Anastrepha fraterculus* (WIED., 1830) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

ELISABETE DA SILVA BRANCO

Aprovada em: 23.04.98

Comissão julgadora:

Prof. Dr. José Djair Vendramim

ESALQ/USP

Dr. Adalécio Kovaleski

EMBRAPA/CNPV

Dr. Adalton Raga

INSTITUTO BIOLÓGICO


Prof. JOSÉ DJAIR VENDRAMIM

Orientador

A meus pais,
Sebastião Tadeu e Maria Neci,
a meu irmão, sobrinho e cunhada,
Manoel, Marlon e Fátima, e
ao meu namorado,
Nicholas David,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Djair Vendramim, pela orientação, incentivo e apoio para a realização deste trabalho e pela amizade e compreensão durante esse período.

Ao MSc. Frederico Denardi, da Estação Experimental de Caçador (EECD)/ Empresa de Pesquisa e Difusão de Tecnologia (EPAGRI), pelo fornecimento dos genótipos de maçã utilizadas neste trabalho, pelo incentivo e colaboração para a realização deste trabalho e pela amizade.

Ao MSc. Ildelbrando Nora, da EECD/EPAGRI, pelo uso do laboratório e material de trabalho, incentivo para a realização deste trabalho e pela amizade.

À amiga MSc. Regina Lúcia Sugayama, pelo apoio e sugestões, durante a realização deste trabalho e pela amizade.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida durante a realização do curso de Pós-graduação.

À EECD/EPAGRI, pela cessão dos equipamentos e instalações durante a realização deste trabalho.

Ao Dr. Adalécio Kovaleski, EMBRAPA/Vacaria, pelo fornecimento de mosca-das-frutas para a criação estoque do inseto e pela amizade.

Ao Dr. Aldo Malavasi, Instituto de Biociências/USP, pelo incentivo e apoio ao referido trabalho e pela amizade.

À MSc. Márcia Mondardo, da EECD/EPAGRI e à Dra. Marinéia de Lara Haddad, do Departamento de Entomologia (ESALQ/USP), pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos técnicos de campo e de laboratório da EECD/EPAGRI, que auxiliaram na realização dos experimentos: Anita, Vitor, Marcos, Daniel, Eduardo e Tortato.

Ao Dr. Tetsuya Sugiura, JICA/Japão, pelo auxílio com sugestões, fotos, "slides" e pela amizade.

Aos amigos do curso de Pós-Graduação da ESALQ/USP, pelo auxílio e pela amizade, Ana Maria, Miguel, Marcos, Tereza Cristina, Celso Omoto, Crébio, Alfredo, Jairo, Mauro, Elton, Shirley, Alexandre, Sérgio, Rossi, Fabrício, Martinha e Romarina.

E a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho, com sugestões, auxílio técnico e amizade. Muito obrigado.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO.....	xi
SUMMARY.....	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Considerações gerais sobre as moscas-das-frutas.....	4
2.1.1 Taxonomia.....	4
2.1.2 Distribuição geográfica.....	5
2.1.3 Comportamento de oviposição.....	6
2.2 Hospedeiros de <i>A. fraterculus</i>	8
2.3 Aspectos biológicos de <i>A. fraterculus</i>	10
2.4 Resistência de maçãs às moscas-das-frutas.....	11
2.4.1 Fatores de resistência nos frutos.....	11
2.4.2 Resistência a <i>A. fraterculus</i>	12
2.4.3 Resistência a outras espécies de mosca-das-frutas	14

2.5 Fatores de resistência a mosca-das-frutas em outras frutíferas.....	16
2.5.1 Citros.....	16
2.5.2 Mamão papaia.....	19
2.5.3 Manga.....	20
2.5.4 Pêssego.....	21
2.5.5 Outras frutíferas.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Flutuação populacional de <i>A. fraterculus</i> em pomar de macieira.....	24
3.2 Dano de <i>A. fraterculus</i> em genótipos de macieira em condições de campo.....	24
3.3 Preferência para oviposição de <i>A. fraterculus</i> em genótipos de macieira em condições de semi-campo.....	25
3.4 Avaliação do grau de dano de <i>A. fraterculus</i> em diferentes genótipos de macieira em condições de laboratório.....	27
3.4.1 Experimento I (Ciclo 94/95).....	29
3.4.2 Experimento II (Ciclo 95/96).....	30
3.4.3 Experimento III, IV e V (Ciclo 96/97).....	31
3.4.3.1 Experimento III.....	32
3.4.3.2 Experimento IV.....	32
3.4.3.3 Experimento V.....	33
3.5 Correlação do ataque de <i>A. fraterculus</i> com fatores morfológicos e fisiológicos de genótipos de macieira.....	33

3.6	Correlação do número de larvas com o volume de suco dos frutos de macieira.....	35
3.7	Biologia de <i>A. fraterculus</i> em 4 cultivares de macieira.....	36
3.8	Análise estatística.....	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1	Flutuação populacional de <i>Anastrepha</i> spp. em pomar de macieira....	40
4.2	Dano da mosca-das-frutas em genótipos de macieira em condições de campo.....	41
4.2.1	Avaliação do número de puncturas.....	42
4.2.2	Caracterização da mancha de cortiça.....	45
4.3	Preferência para oviposição de <i>A. fraterculus</i> em genótipos de macieira em condições de semi-campo.....	50
4.4	Avaliação do grau de dano de <i>A. fraterculus</i> em diferentes genótipos de macieira em laboratório.....	53
4.4.1	Experimento I (Ciclo 94/95)	53
4.4.2	Experimento II (Ciclo 95/96)	55
4.4.3	Experimentos III,IV e V (Ciclo 96/97)	58
4.4.3.1	Experimento III.....	57
4.4.3.2	Experimento IV.....	61
4.4.3.3	Experimento V.....	64
4.5	Correlação do ataque de <i>A. fraterculus</i> com fatores morfológicos e fisiológicos de genótipos de macieira.....	67

4.5.1 Dureza da epiderme.....	67
4.5.1.1 Comparação entre genótipos.....	67
4.5.1.2 Correlações analisadas.....	68
4.5.2 Coloração da epiderme.....	70
4.5.2.1 Comparação entre genótipos.....	70
4.5.2.2 Correlações analisadas.....	71
4.5.3 Outros parâmetros.....	77
4.6 Correlação entre o número de larvas e o volume de suco dos frutos de macieira.....	78
4.7 Biologia de <i>A. fraterculus</i> em 4 cultivares de macieira.....	81
4.7.1 Fase de ovo.....	81
4.7.2 Fase larval.....	82
4.7.3 Fase pupal.....	86
4.7.4 Período total de desenvolvimento (ovo à emergência do adulto).....	90
4.7.5 Fase adulta.....	92
5. CONCLUSÕES.....	99
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Gaiola utilizada para a infestação de <i>A. fraterculus</i> em frutos de macieira em laboratório.....	30
2 Gaiola utilizada para a infestação de <i>A. fraterculus</i> em frutos de macieira em laboratório.....	31
3 Número médio de adultos de <i>Anastrepha</i> spp. coletados no período de outubro a março, nos ciclos 94/95, 95/96 e 96/97, no pomar de germoplasma de macieira da EECD/EPAGRI, SC... ..	41
4 Danos de oviposição (A), manchas de cortiça provocados pela mosca-das-frutas (B) e sintomas de "cork spot" provocados por deficiência de cálcio (C), em maçã, em condições de campo. EECD/EPAGRI, janeiro/fevereiro, 1997.....	47
5 Corte transversal no ponto da punctura da mosca e a presença do ovo/córion, caracterizando o dano pela mosca-das-frutas.....	48
6 Dano de <i>A. fraterculus</i> em frutos de 5 genótipos de macieira, em condições de laboratório, EECD/EPAGRI, SC. Março, 1995.....	53
7 Distribuição dos graus de danos de <i>A. fraterculus</i> em frutos das	

principais cultivares dos grupos 'Golden Delicious' e 'Delicious'.....	54
8 Dano de <i>A. fraterculus</i> em frutos de 8 genótipos de macieira, em condições de laboratório, EECD/EPAGRI, SC. Março, 1996.....	55
9 Porcentagem do "pedigree" da 'Golden Delicious' e/ou 'Delicious' nos genótipos infestados.....	56
10 Danos causados por <i>A. fraterculus</i> em genótipos de macieira, suscetíveis (A) e resistentes (B), em condições de laboratório.....	60
11 Relação entre o volume de suco dos frutos em 8 genótipos de macieira e o número de larvas de <i>A. fraterculus</i>	80
12 Relação entre a duração da fase de ovo + larva e a % de pupação de <i>A. fraterculus</i> em frutos de 4 cultivares de macieira, em laboratório Temperatura: 25 ± 1°C; UR: 70 ± 10%; fotofase: 12 h.....	83
13 Relação entre a duração da fase pupal e a % de emergência de <i>A. fraterculus</i> em frutos de 4 cultivares de macieira, em laboratório. Temperatura: 25 ± 1°C; UR: 70 ± 10%; fotofase: 12 h.....	88
14 Produção diária de ovos por fêmeas de <i>A. fraterculus</i> criadas em laboratório, em maçãs 'Gala' e 'EPAGRI-408 Condessa'. Temperatura: 25 ± 1°C; UR: 70 ± 10%; fotofase: 12 h.....	96
15 Relação entre a duração da fase adulta (longevidade) e a mortalidade (%) de <i>A. fraterculus</i> em frutos de 4 cultivares de macieira, em condições de laboratório. Temperatura: 25 ± 1°C; UR: 70 ± 10%; fotofase: 12 h.....	98

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Genótipos de macieira dos grupos 'Golden Delicious' e 'Delicious' avaliados em condições de semi-campo.....	27
2 Genótipos de macieira avaliados em condições de laboratório.....	29
3 Escala de notas referentes à coloração dos frutos de genótipos de macieira.....	35
4 Número de puncturas de <i>Anastrepha</i> spp. por fruto de diferentes genótipos de macieira, em condições de campo. Caçador, SC. Ciclo de 1996/97.....	43
5 Número de puncturas da mosca-das-frutas e porcentagem delas que resultaram em manchas de cortiça. EECD/EPAGRI, janeiro de 1997	49
6 Número de visitas (V) e puncturas (P) de <i>A. fraterculus</i> em genótipos de macieira dos grupos 'Golden Delicious' e 'Delicious' em condições de semi-campo. EECD/EAPGRI, março/abril de 1994.....	51

7	Dano de <i>A. fraterculus</i> em frutos de 12 genótipos de macieira, em condições de laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h.....	59
8	Grau de dano de <i>A. fraterculus</i> em frutos de 8 genótipos de macieira, em condições de laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h.....	62
9	Número médio de larvas de <i>A. fraterculus</i> por fruto em 8 genótipos de macieira submetidos à infestação em laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h.....	63
10	Grau de dano de <i>A. fraterculus</i> em frutos de 6 cultivares de macieira, em condições de laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h.....	65
11	Número médio de larvas de <i>A. fraterculus</i> por fruto em 6 cultivares de macieira submetidas à infestação em laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h.....	66
12	Dureza da epiderme dos frutos de 16 genótipos de macieira.....	68
13	Coloração da epiderme de frutos de diferentes genótipos de macieira e respectivo número médio de puncturas de <i>A. fraterculus</i> . EECD/EPAGRI.....	72
14	Coloração da epiderme de frutos de diferentes genótipos de macieira e respectivos níveis de danos de <i>A. fraterculus</i> . EECD/EPAGRI.....	73

- 15 Coloração da epiderme de frutos de diferentes genótipos de macieira e os respectivos número de larvas de *A. fraterculus*. EECD/EPAGRI..... 74
- 16 Fatores morfológicos e fisiológicos de frutos de genótipos de macieira e os respectivos valores de correlação com o nível de dano por *A. fraterculus*..... 78
- 17 Volume de suco extraído e número de larvas de *A. fraterculus* em frutos de 8 genótipos de macieira, durante o ciclo 1996/97..... 79
- 18 Viabilidade média dos ovos de *A. fraterculus* inoculados em frutos de 4 cultivares de macieira, em laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h..... 81
- 19 Duração e viabilidade da fase larval de *A. fraterculus* em frutos de 4 cultivares de macieira, em laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h..... 82
- 20 Duração e viabilidade da fase pupal de *A. fraterculus* em frutos de 4 cultivares de macieira, em laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h..... 87
- 21 Peso e diâmetro das pupas de *A. fraterculus* obtidas de frutos de 4 cultivares de macieira, em laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h..... 89
- 22 Duração e viabilidade do período de ovo à emergência do adulto de *A. fraterculus* em frutos de 4 cultivares de macieira, em laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h..... 90

- 23 Duração do período de pré-oviposição de *A. fraterculus* em frutos das cultivares de macieira Gala e EPAGRI-408 Condessa, em laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h..... 93
- 24 Fecundidade das fêmeas de *A. fraterculus* criadas nas cultivares EPAGRI-408 Condessa e Gala. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h..... 94
- 25 Longevidade dos adultos de *A. fraterculus* obtidos de 4 cultivares de de macieira em condições de laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h..... 96

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MACIEIRA À MOSCA-DAS-FRUTAS
***Anastrepha fraterculus* (WIED., 1830) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

Autora: ELISABETE DA SILVA BRANCO

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ DJAIR VENDRAMIM

RESUMO

Neste trabalho, foram avaliados a flutuação populacional, ataque, grau de dano e aspectos biológicos de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) em genótipos de macieira, na Estação Experimental de Caçador, EPAGRI, SC. Com base na preferência para oviposição avaliada nos ciclos de 94/95, 95/96 e 96/97, foi estudado o grau de dano da mosca em genótipos dos grupos 'Golden Delicious' e 'Delicious'. Os dados do grau de dano, número de puncturas e número de larvas por fruto foram correlacionados com alguns fatores fisiológicos e morfológicos dos frutos. A partir dos dados do grau de dano, foram selecionadas duas cultivares suscetíveis (EPAGRI-408 Condessa e Gala) e duas resistentes (Granny Smith e Fuji 2) para os estudos de biologia. Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões: existem fontes de resistência à mosca-das-frutas *A. fraterculus* em genótipos de macieira; o pico populacional da mosca-das-frutas em pomares de maçã, na região de Caçador, SC, ocorre nos meses de dezembro e janeiro; o dano (punctura) da mosca-das-frutas em maçã pode levar à formação de manchas de cortiça; há menor

preferência para oviposição e, conseqüentemente, menor grau de dano e menor número de larvas de *A. fraterculus*, em maçãs do grupo 'Delicious' em relação às do grupo 'Golden Delicious' em condições de semi-campo, campo e laboratório; maçãs com epiderme amarela e/ou com epiderme vermelha sobre fundo amarelo são mais atacadas e danificadas que aquelas com epiderme verde ou vermelha sobre fundo verde; as cultivares Fuji 2 e Granny Smith são as menos adequadas ao desenvolvimento do inseto, alongando a fase larval, reduzindo as viabilidades larval e pupal e o peso de pupas; adultos provenientes de larvas criadas em 'Gala' apresentam menor fecundidade que aquelas provenientes de 'EPAGRI-408 Condessa', sendo esta a cultivar mais adequada ao inseto; considerando o desenvolvimento de *A. fraterculus* nas quatro cultivares testadas, a seguinte escala de adequação pode ser estabelecida: EPAGRI-408 Condessa > Gala > Fuji 2 > Granny Smith; as cvs. Fuji 2 e Granny Smith podem ser recomendadas para programas de melhoramento genético, visando à resistência a *A. fraterculus*.

**RESISTANCE OF APPLE GENOTYPES TO THE SOUTH AMERICAN FRUIT
FLY *Anastrepha fraterculus* (WIED., 1830) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

Author: ELISABETE DA SILVA BRANCO

Adviser: Prof. Dr. JOSÉ DJAIR VENDRAMIM

SUMMARY

The adult population dynamics, attack, damage level, number of larvae and biological aspects of *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) were evaluated on apple genotypes, at the Experimental Station of Caçador, EPAGRI, SC. Based on experiments related to preference for oviposition, damage level of the fruit flies in genotypes of the groups 'Golden Delicious' and 'Delicious' was evaluated under laboratory conditions over the years 94/95, 95/96 and 96/97. Data on damage level, number of punctures per fruit and number larvae were correlated with some physiological and morphological characteristics of the fruits. Based on the damage level, two susceptible cultivars (EPAGRI-408 Condessa e Gala) and two resistant (Granny Smith and Fuji 2) ones were chosen for the biological studies. It was concluded that: there are resistance sources to fruit fly *A. fraterculus* on apple genotypes; the puncture of fruit fly may cause cork spot on apple fruit; fruit fly population peak occurs during the months of December and January; *A. fraterculus* has less preference for oviposition in the 'Delicious' group when compared to the 'Golden Delicious' group, under semi-field, field and laboratory conditions; apples with yellow

and/or with red epidermis on yellow background colour, are more attacked and damaged than those with green or red epidermis on green background colour; cultivars Fuji 2 and Granny Smith are the least adapted to the development of the insect, prolonging the larval phase, reducing the larval and pupal viability and the pupal size; flies reared on cultivar Gala presented smaller fecundity than those reared on 'EPAGRI-408 Condessa', which is the most adapted to the insect; the following ranking was established based on *A. fraterculus* biology: EPAGRI-408 Condessa > Gala > Fuji 2 > Granny Smith; Fuji 2 and Granny Smith cultivars should be used in breeding programs.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da macieira foi estabelecida na Região Sul do Brasil na década de 70 e sofreu rápida expansão. A área plantada que era de 137 ha em 1970 passou para 28.000 ha em 1994, distribuídos em três regiões principais: Fraiburgo (SC), São Joaquim (SC) e Vacaria (RS) (Kovaleski et. al., 1995).

A produção de maçãs na safra 1996/97 foi de 670 mil toneladas (Mondin, 1997). Santa Catarina, com 52% da área cultivada (14.200 ha) e 60 % da produção total, e Rio Grande do Sul com 9.500 ha da área cultivada e 28 % da produção total (Hentschke, 1994), são os dois maiores estados produtores. As cultivares mais plantadas são: Gala (45%), originária da Nova Zelândia, Fuji (45%), do Japão, Golden Delicious (6%), dos EUA e outras (4%) (Kovaleski et. al., 1995).

A mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830), conhecida como mosca sul-americana, é considerada a principal praga da cultura da macieira no Sul do Brasil (Orth et al., 1986). Se não controlada, compromete 100% da produção (Lorenzato, 1988). Além dos danos diretos que causa nos frutos, é uma praga com severas restrições quarentenárias, o que limita grandemente as exportações (Martins et al., 1995), em função das barreiras fitossanitárias impostas pelos países livres desta praga (Ortiz, 1992).

Cerca de 17 espécies de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* são encontradas com maior frequência na região produtora de maçãs no Sul do Brasil (Orth et al., 1986). Na região produtora de maçã, *A. fraterculus* é a espécie dominante, representando mais de 97% dos indivíduos capturados nos

pomares de rosáceas de Santa Catarina (Lorenzato, 1988) e mais de 98% das capturas de mosca-das-frutas em pomares comerciais de maçã (Canal et al., 1993).

As fêmeas ovipositam desde os estágios iniciais de desenvolvimento dos frutos, resultando na queda precoce e/ou na sua deformação; nos frutos maduros há formação de galerias pelas larvas, culminando com o aparecimento de podridão (Orth et al., 1986).

O ataque da mosca em frutos de macieira, em condições de campo, também pode levar à formação de manchas similares às aquelas causadas por deficiência de cálcio, que normalmente são chamadas de "bitter pit" e ao "cork spot" (Ebert, 1986).

Com a implantação de pomares comerciais e diminuição da mata nativa, *A. fraterculus*, uma das espécies mais polífagas do gênero, passou a ter "status" de praga primária. O ataque em maçãs ocorre em surtos, possivelmente relacionados a picos de frutificação dos hospedeiros nativos (Lorenzato, 1988).

A grande variedade de plantas hospedeiras nativas e cultivadas, com diferentes épocas de frutificação, proporciona a reprodução sucessiva de *A. fraterculus* durante quase todo o ano (Orth et al., 1986).

O controle da mosca-das-frutas, atualmente, é feito através de pulverizações em cobertura e com iscas-tóxicas. Segundo Humeres et al. (1996), nos últimos quinze anos o controle populacional de *A. fraterculus* tem sido feito, basicamente, através de pulverizações em cobertura com o inseticida fenthion, produto mais utilizado e há mais tempo no mercado.

Mesmo com o emprego dos diferentes métodos de controle químico, a mosca ocasiona perdas anuais de cerca de 3% da produção de maçãs no sul do Brasil (Kovaleski, 1997). Os gastos com agrotóxicos para o controle de pragas da macieira, no Brasil, representam em torno de um terço dos custos de produção com os problemas fitossanitários.

Representam também os principais agroquímicos prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente (Denardi et al., 1994).

No controle tradicional, o uso de agrotóxicos, devido a sua inespecificidade, reduz a população de espécies polinizadoras e de inimigos naturais. O controle feito com iscas tóxicas, embora menos drástico, também provoca danos indesejáveis, pois atrai grande diversidade de insetos.

O melhoramento genético de plantas visando resistência a doenças vem sendo desenvolvido desde longa data; entretanto, no que se refere à resistência a insetos, somente nos últimos 30 anos é que se têm concentrado esforços nesse sentido (Lara, 1991). Reissig et al. (1990) relataram sobre a importância de estudar a preferência para oviposição e a sobrevivência larval da mosca-das-frutas, em testes de campo e laboratório.

Produtores, pesquisadores e extensionistas constataram que há variação no ataque de moscas-das-frutas em cultivares de macieiras, o que indica que pode existir algum mecanismo de resistência. No entanto, resultados experimentais sobre este assunto são bastante escassos.

A resistência de plantas a insetos que danificam frutos, como é o caso da mosca-das-frutas, deveria ser considerado como um item básico no melhoramento genético das fruteiras em geral. A identificação de genótipos portadores de resistência à mosca e o uso de variedades suscetíveis como planta armadilha na periferia dos pomares, são de grande utilidade para o manejo integrado da mosca-das-frutas.

Assim, objetivou-se no presente trabalho identificar, dentre o germoplasma de macieira existente, possíveis fontes de resistência à mosca-das-frutas *A. fraterculus*. Através de avaliações do grau de dano e de estudos da biologia do inseto, procurou-se verificar os fatores de resistência envolvidos, visando fornecer subsídios para futuras pesquisas em melhoramento genético, bem como auxiliar os produtores no manejo dessa praga no sul do Brasil.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Considerações gerais sobre as moscas-das-frutas

2.1.1 Taxonomia

As moscas-das-frutas pertencem à família Tephritidae e são consideradas pragas mundiais da fruticultura devido a sua ampla distribuição geográfica e aos severos danos que causam à produção, quando não são adotadas rígidas medidas de controle. Ocorrem em todos os países de clima temperado e até subtropicais, atacando cerca de 230 espécies vegetais (Quesada, s.d.).

Os gêneros mais importantes de moscas-das-frutas que infestam os frutos são: *Dacus*, *Bactrocera*, *Ceratitis*, *Toxotrypana*, *Anastrepha* e *Rhagoletis*. No Brasil, as espécies de moscas-das-frutas que causam danos à produção pertencem aos gêneros *Anastrepha* e *Ceratitis* (Morgante, 1991).

No gênero *Anastrepha* são conhecidas aproximadamente 190 espécies, das quais 91 ocorrem no Brasil (Zucchi¹). Ocorrem praticamente em todos os estados brasileiros (Zucchi, 1988) e desenvolvem-se, preferencialmente, em frutos nativos (Malavasi et al., 1980). A mosca-das-frutas *C. capitata* pode infestar mais de 300 espécies de frutos (Liquido et al., 1991). Norrbon e Kim

¹ ZUCCHI, R. A. Comunicação pessoal, 1998.

(1988) relataram que *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) infesta mais de 80 espécies de hospedeiros.

2.1.2 Distribuição geográfica

A família Tephritidae é cosmopolita, com distribuição limitada pela disponibilidade de hospedeiros e condições climáticas extremas. O complexo *fraterculus* é constituído por 19 espécies e nove delas ocorrem no Brasil (Zucchi, 1977). *A. fraterculus* é a espécie mais polífaga e amplamente distribuída.

Espécies polípagas ovipositam em frutos não hospedeiros na ausência dos hospedeiros preferenciais, favorecendo a manutenção da polifagia. No caso do gênero *Anastrepha*, a polifagia parece ocorrer apenas em algumas das espécies. Assim, enquanto as fêmeas de *A. dissimilis* não ovipositam em maçãs, mesmo quando privadas de hospedeiro (Sugayama, 1995), *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. suspensa* e *A. ludens* ovipositam em frutos artificiais, objetos inanimados e em frutos que não favorecem o desenvolvimento larval (Silva, 1991).

Segundo Bateman (1972), os tefritídeos estão divididos em dois grupos, de acordo com suas características fisiológicas e ecológicas: a) espécies univoltinas (*Rhagoletis* spp.), que apresentam diapausa de inverno, baixa capacidade de dispersão, ocorrem nas regiões temperadas, são geralmente monófagas ou oligófagas e têm baixa fecundidade; b) espécies multivoltinas (*Anastrepha* spp., *Bactrocera* spp. e *Ceratitis* spp.), que não entram em diapausa, ocorrem em regiões tropicais e subtropicais, apresentam maior raio de vôo, alta fecundidade e muitas vezes são polípagas.

Os adultos de tefritídeos realizam quatro atividades fundamentais: busca de parceiros sexuais, de alimento, de sítios de oviposição e fuga de inimigos naturais. Em *A. fraterculus* e *C. capitata*, o comportamento sexual não

está confinado à planta ou fruto hospedeiro (Hendrichs & Hendrichs, 1991 e Malavasi et al., 1983) e os machos agregam-se em leques, atraindo as fêmeas através de sinais acústicos e feromônios (Hendrichs & Hendrichs, 1991).

As principais fontes de hidratos de carbono e alimento nitrogenado para adultos de mosca-das-frutas são os exsudatos de afídeos (Bateman, 1972), excrementos de aves (Branco et al., 1995 e Prokopy et al., 1993) e exsudatos de frutos maduros (Malavasi et al., 1983 e Smith, 1984).

2.1.3 Comportamento de oviposição

Prokopy & Owens (1983) dividem a busca por sítios de oviposição em várias etapas, com estímulos químicos e visuais alternando-se em importância: a) encontro do habitat do hospedeiro, b) encontro da árvore hospedeira e c) reconhecimento e aceitação do fruto como sítio de oviposição.

Barros et al. (1983) caracterizaram o comportamento de oviposição de *A. fraterculus*, em condições naturais, em quatro etapas: a) chegada da mosca no fruto hospedeiro; b) reconhecimento do local de oviposição; c) oviposição; d) arrasto do ovipositor pela superfície do fruto. Nesta etapa, é depositado um feromônio (HPM - "host marking pheromone") o qual sinaliza para as fêmeas que o fruto já foi utilizado (Prokopy et al., 1982). A função do feromônio é distribuir os ovos de maneira mais uniforme entre os frutos disponíveis, evitando a superpopulação e interações competitivas (Prokopy, 1981). Este feromônio já foi constatado em quinze espécies de tefritídeos (Averill & Prokopy, 1989).

O comportamento de oviposição de *A. fraterculus* é influenciado pela estrutura, tamanho, cor e composição química e física dos frutos (Prokopy & Roitberg, 1984). Em termos químicos, a aceitação do fruto pela fêmea depende, não só de estímulos positivos como açúcar e ácido, como também de estímulos negativos, como fenóis, alcalóides e glicosídeos.

Nakagawa et al. (1978), estudando a atratividade de objetos de madeira de diferentes cores, formas e tamanhos para *C. capitata*, observaram que esferas pretas e amarelas foram mais atrativas entre uma série de combinações de formatos e cores. Segundo este autor, a cor verde atraiu um menor número de fêmeas de *C. capitata*, diferindo estatisticamente das cores preta, amarela, vermelha e azul.

Sugayama et al. (1994, 1997) encontraram correlação positiva entre o diâmetro do fruto de macieira e o número de puncturas por *A. fraterculus*, constatando-se preferência por frutos com diâmetro maior que 20 mm e que frutos de 15 mm podem ser considerados não suscetíveis ao ataque. Magnabosco (1994), estudando o comportamento de oviposição dessa espécie, em maçã 'Gala', verificou que ela reduz a oviposição com o aumento do tamanho dos frutos e que teria maior potencial de dano do início à metade do estágio de crescimento dessa cultivar de maçã, do que no período de maturação.

Em laboratório, *C. capitata* e *A. fraterculus* são mais atraídas pelas cores amarela, verde e laranja (Cytrynowics et al., 1982 e Bakri, 1990). Uma combinação de diferentes características do hospedeiro são integradas hierarquicamente. As moscas-das-frutas selecionam o hospedeiro pela forma, depois pela cor e, finalmente, pelos extratos dos frutos. O tamanho do hospedeiro foi a característica mais importante para a oviposição de *C. capitata* (Freeman & Carey, 1990).

Light & Jang (1994) consideram a olfação como o fator chave para o comportamento da maioria dos tefritídeos. Segundo estes autores, os semioquímicos voláteis, os frutos hospedeiros, o alimento e o acasalamento, incitam a orientação, discriminação e preferência hospedeira. Estes semioquímicos são complexos constituídos por numerosos compostos voláteis.

Segundo Carvalho (1988), a limitação ao estudo da resistência varietal de fruteiras às mosca-das-frutas, se deve ao grande número de espécies de

moscas e de plantas atacadas, o que forma um complexo praga-hospedeiro, ao qual se soma a variação ambiental e a época do ano. A importância das mosca-das-frutas varia de região para região, havendo diferentes graus de suscetibilidade das variedades ao ataque da praga.

O número de ovos depositados por punctura faz parte da estratégia de forrageamento da espécie (Skinner, 1985 e Godfray, 1987). *A. fraterculus* e *A. obliqua* ovipositam em frutos imaturos (Malavasi et al., 1983; Malavasi, 1984 e Barros, 1986;). *A. obliqua* deposita um ovo por punctura (Liedo et al., 1992), enquanto *A. grandis* pode depositar mais de 100 ovos por punctura (Silva, 1991). Em *A. fraterculus*, a média de ovos por punctura é de 1,29; 1,16; 1,04 e 1,00 em goiaba, café, pêssigo e maçã (Barros et al., 1983 e Souza et al., 1983).

2.2 Hospedeiros de *A. fraterculus*

A mosca-das-frutas *A. fraterculus* é uma espécie multivoltina, que tem propensão a invadir novos habitats (Branco et al., 1995 e Kovaleski et al., 1995), e cujas atividades não estão confinadas à planta hospedeira (Malavasi et al., 1983). Esta espécie colonizou diversas frutíferas introduzidas, sem que ocorresse diferenciação entre populações ligadas a esses hospedeiros (Malavasi et al., 1983).

No Sul do Brasil, *A. fraterculus* infesta, preferencialmente, espécies da família Myrtaceae, tendo como hospedeiros principais: guabiroba (*Eugenia variabilis*), uvaia (*E. uvalha*), goiaba serrana (*Feijoa sellowiana*) e pitanga (*E. sulcata* e *E. pitanga*). Dentre as espécies da família Rosaceae são citadas: pêssigo (*Prunus persicae*), ameixa comum ou ameixa-do-japão (*P. domestica*) (Malavasi et al., 1980). Com o objetivo de comparar diferentes hospedeiros de *A. fraterculus*, Salles & Leonel (1996) avaliaram a infestação desse inseto em *Campomanesia xanthocarpa*, *F. sellowiana*, *E. involucrata*, *Psidium guajava*, *P.*

domestica e *Eriobotrya japonica*, determinando o número de pupários por fruto e as dimensões e peso de pupas.

Em maçãs, de acordo com Magnabosco (1994) e Orth et al. (1986), as fêmeas ovipositam desde os estágios iniciais de desenvolvimento dos frutos, resultando na queda precoce e/ou na sua deformação, até em frutos maduros, onde ocorre a formação de galerias pelas larvas, culminando com o aparecimento de podridões. Logo após a punctura, as células dos tecidos adjacentes morrem, levando à formação de uma zona escurecida, de aproximadamente 0,5 mm de diâmetro. Em frutos na fase de crescimento, os tecidos circunvizinhos à postura continuam crescendo, formando depressões nestes locais, tornando o fruto totalmente deformado.

Nos frutos verdes, que ainda não completaram o desenvolvimento, as larvas podem causar “manchas de cortiça”. Apenas em frutos próximos da maturação é que as larvas se desenvolvem, formando galerias, degradando os tecidos e conferindo aspecto de podridão aos frutos (Orth et al., 1986). Magnabosco (1994) citou que durante a alimentação das larvas em maçãs, estas formam galerias na polpa dos frutos, ainda nos estágio iniciais de desenvolvimento; entretanto, devido à acidez dos frutos, as larvas morrem e os tecidos que formam as paredes das galerias tornam-se secos, escuros e fibrosos, não acompanhando o desenvolvimento do fruto e adquirindo aspecto de cortiça semelhante ao “bitter pit, que segundo Ebert (1986), é um dano de origem fisiológica causado por deficiência de cálcio. Existem dois tipos diferentes de sintomas causados pela deficiência de cálcio: a) manchas grandes, de até 2 cm, normalmente presentes nos frutos ainda no pomar denominadas “cork spot” ou manchas de cortiça; b) manchas pequenas, que geralmente aparecem durante a fase de frigoconservação e que aos poucos tornam-se marrons, de sabor amargo, atingindo normalmente 3 a 5 mm de diâmetro, estando localizadas na metade inferior do fruto, próximo à região pistilar e com maior frequência logo abaixo da película.

2.3 Aspectos biológicos de *A. fraterculus*

O fruto hospedeiro pode influenciar o desenvolvimento da mosca-das-frutas. O tempo de desenvolvimento larval depende da qualidade do fruto e Foote & Carey (1987) mencionam que o desenvolvimento é mais rápido em hospedeiros mais adequados. O tempo de desenvolvimento larval depende também do grau de amadurecimento do fruto (Bateman, 1972).

A sobrevivência até o estágio de pupa depende da qualidade do hospedeiro, do grau de competição e da estratégia de sobrevivência, enquanto o tempo de desenvolvimento pupal depende do fruto hospedeiro e de fatores abióticos como a temperatura (Carey, 1984 e Sugayama, 1995). O tamanho das pupas depende da qualidade do hospedeiro (Sugayama, 1995) e do grau de competição (Debouzie, 1977).

A longevidade de *A. fraterculus* varia em função de diferentes condições ambientais e alimentares. Estudos em condições de laboratório mostraram que os machos sobrevivem até 127 dias e as fêmeas até 84 dias, com fecundidade média de 415 ovos. Em alguns casos, observou-se que a fêmea colocou cerca de 800 ovos durante toda sua vida (Morgante, 1991). Martins (1986) constatou longevidade média de 156,6 dias para os machos e de 87,8 dias para as fêmeas de *A. fraterculus*, quando mantidas a 25°C.

Em maçãs, Sugayama (1995) verificou que o número médio de puncturas por fruto para as cultivares Golden Delicious, Gala e Fuji, foi de 3,0; 2,7 e 2,1, respectivamente. As pupas obtidas em 'Golden Delicious' apresentaram diâmetros médios de 2,16 mm. O início do período de oviposição em 'Golden Delicious' foi 19,1 dias e em feijoa, 30,1 dias. A taxa reprodutiva bruta (ovos/fêmea) foi de 121 para feijoa e 88 para 'Golden Delicious' e o número médio de ovos/fêmea/dia foi de 2,0 para feijoa e 1,5 para 'Golden Delicious'. O tempo médio da geração foi de 43,3 dias para feijoa e 31,3 dias para 'Golden Delicious'.

Comparando o ciclo de vida de *A. fraterculus* criada em frutos de goiaba e em frutos de maçã 'Gala' por uma geração em laboratório, (Sugayama, 1995) verificou que em 'Gala' ocorre um atraso de 11 dias para iniciar a oviposição. A população obtida em maçãs foi reduzida à metade mais rapidamente e a produção de ovos foi menor. O período de pré-oviposição foi mais curto em goiaba (15,0 dias) do que em 'Gala' (18,4 dias). Em 'Gala', 100% das fêmeas que sobreviveram até a idade de 60 dias produziram 251 ovos, e em goiaba, 40 % das fêmeas não atingiram essa idade.

2.4 Resistência de maçãs às moscas-das-frutas

2.4.1 Fatores de resistência nos frutos

Chitarra & Chitarra (1990) descreveram que durante o processo de maturação dos frutos, ocorrem diversas alterações que incluem mudanças de cor, de permeabilidade dos tecidos, de textura; produção de substâncias voláteis e formação de ceras na casca, além de alterações na composição química de carboidratos, ácidos orgânicos, proteínas, compostos fenólicos, pigmentos, pectinas, etc.

Durante o desenvolvimento dos frutos, normalmente o nível inicial de ácidos é baixo, aumentando rapidamente com o crescimento e atingindo um máximo na fase final de crescimento, quando declina rapidamente com a maturação (Bollard, 1970 e Valio, 1986). Smock & Neubert (1950) observaram que, em maçã em fase de maturação, a acidez titulável diminui enquanto o pH sofre acréscimo. Magnabosco (1994) observou que a maior quantidade de frutos de maçã 'Gala' com galerias e larvas vivas no final do desenvolvimento estaria relacionado com o constante acréscimo de pH e decréscimo de acidez, que, segundo (Fagundes, 1971), têm grande influência no desenvolvimento larval de *A. fraterculus*.

Smock & Neubert (1950) descreveram que o ácido predominante é o málico, embora outros como o cítrico, oxálico, láctico e ascórbico tenham sido encontrados sem contribuir muito para a acidez do fruto. Com relação aos compostos fenólicos, os taninos têm ampla variação (até 100% de um ano para outro). Com relação aos sólidos solúveis totais (Brix) Magnabosco (1994), com base no tamanho das larvas encontradas nos últimos estágios de crescimento do fruto, afirmou que este fator contribui para o maior desenvolvimento larval,

Magnabosco (1994) estudou a influência de fatores físicos e químicos da maçã 'Gala', no ataque e desenvolvimento larval de *A. fraterculus*, e verificou que as larvas desta espécie desenvolvem nos frutos, desde o início do desenvolvimento destes e que a introdução do ovipositor, mesmo sem ocorrer a postura, causa lesão que deforma as maçãs em crescimento. Verificou ainda que as larvas não se desenvolvem bem no período inicial de desenvolvimento das maçãs e o desenvolvimento larval é favorecido pela baixa atividade de peroxidase e inibido pelo aumento dos compostos fenólicos totais.

2.4.2 Resistência a *A. fraterculus*

Em Santa Catarina, as cultivares de maçã mais plantadas são Gala, Fuji e Golden Delicious com 40, 38 e 16% da área cultivada, respectivamente, as quais diferem quanto à fenologia e suscetibilidade ao ataque por *A. fraterculus* (Hentschke, 1994). Kovaleski (1992) observou que frutos verdes de 'Fuji' foram menos ovipositados do que frutos verdes de 'Gala' e 'Golden Delicious', e que os frutos de 'Fuji' são mais atacados próximo à colheita (Kovaleski, 1995).

Dentre as cultivares mais plantadas em Santa Catarina, 'Golden Delicious' e 'Gala' são as mais suscetíveis à mosca-das-frutas (Orth et al., 1986). Em estudos realizados em um pomar de macieira, em frutos com diâmetro médio de 30 mm, Nora & Reis Filho (1984) verificaram as seguintes porcentagens de oviposição de *A. fraterculus* nas principais cultivares de

maceira: Golden Delicious (65%), Mollies Delicious (14,5%), Fuji (10%) e Royal Red Delicious (2%).

Sugayama (1995) realizou estudos em um pomar de maçãs 'Golden Delicious', verificando forte pressão comportamental de *A. fraterculus* para colonização de maçãs. Nesse trabalho, o nível de infestação foi 0,22 pupa/fruto. Embora todos os frutos tenham sido severamente atacados (mais de 20 puncturas/fruto), provavelmente, ocorreu alta mortalidade nos estágios de ovo e larva. A dissecação dos frutos imaturos mostrou grande proporção de ovos sem eclosão das larvas. O desenvolvimento larval levou até 90 dias em condições naturais. Pupas selvagens obtidas de maçãs e hospedeiros primários não diferiram no tamanho, e os adultos obtidos de maçãs apresentaram menor sobrevivência e menor taxa reprodutiva, mas não houve efeito na taxa intrínseca de crescimento, o que reflete a característica de colonização da espécie. Os adultos provenientes de maçãs foram tão agressivos quanto os oriundos dos hospedeiros primários. Maçãs 'Golden Delicious' podem ser consideradas hospedeiros satisfatórios de *A. fraterculus*. Na ausência dos hospedeiros primários, os alternativos podem suportar crescimento populacional (Sugayama et al., 1996).

Sugayama (1995), em estudos de comportamento de *A. fraterculus* em três cultivares de maçã no sul do Brasil, verificou que as cultivares Golden Delicious, Gala e Fuji diferiram como substrato para o desenvolvimento ovo-pupa de *A. fraterculus*. A autora verificou que os frutos imaturos de 'Gala' e 'Golden Delicious' foram substratos inadequados ao desenvolvimento do inseto. Em frutos maduros, entretanto, a espécie atingiu o estágio de pupa após 21,6 dias (em 'Gala'); 19,10 dias (em 'Golden Delicious') e 25,5 dias (em 'Fuji'), mas a viabilidade larval foi afetada pelo substrato, com menor valor em 'Fuji' (11,60%) que em 'Gala' e 'Golden Delicious' (39,30 e 38,10%, respectivamente). De acordo com estes dados, a autora estabeleceu a seguinte escala de adequação: 'Golden Delicious' > 'Gala' > 'Fuji'.

2.4.3 Resistência a outras espécies de mosca-das-frutas

As maçãs têm sido repetidamente apontadas como hospedeiros pouco adequados para tefritídeos, dependendo da cultivar e estágio de desenvolvimento (Bower, 1977; Pree, 1977 e Reissig et al., 1990). As espécies de moscas-das-frutas *Bactrocera tryoni* (Froggatt) e *Rhagoletis completa* (Cresson) atacam diferentes cultivares de macieira, com o resultado dependendo da maturação do fruto (Dean & Chapman, 1973; Goonewardene et al., 1975; Bower, 1977; Pree, 1977; Reissig, 1979). Segundo Bower (1977) e Reissig (1979), isto estaria mais relacionado às diferenças químicas do que às físicas. Rivnay (1950), porém, verificou que a larva era mal adaptada a maçãs. Bower (1977) considerou antibiose o tipo de resistência ao desenvolvimento larval de *B. tryoni* em maçãs.

Bower (1977), em estudos sobre a infestação natural de *B. tryoni* em maçãs, verificou que o desenvolvimento larval foi mais afetado em frutos não colhidos do que em frutos colhidos. Segundo este autor, o nível de inibição pareceu diminuir com a maturação dos frutos.

Dean e Chapman (1973) mostraram que ocorrem grandes diferenças na sobrevivência larval em cultivares comerciais. Cultivares com frutos duros, como, por exemplo, 'Ben Davis' foram hospedeiros inadequados.

Goonewardene et al. (1975) encontraram variação nos graus de resistência em genótipos de maçãs à larva de *R. pomonella* e identificaram algumas seleções para uso em estudos de melhoramento genético. Maçãs silvestres (*Malus toringoides*) foram altamente resistentes a *R. pomonella* (Neilson, 1967; Pree, 1977). Este último autor verificou que 8 das 19 espécies de maçãs silvestres expostas à oviposição por fêmeas de *R. pomonella* manifestaram completa ou quase completa resistência ao desenvolvimento larval desta praga. O conteúdo total de fenóis foi maior nas maçãs silvestres do que nas cultivares suscetíveis, sugerindo haver diferenças qualitativas entre os

genótipos resistentes e suscetíveis. O conteúdo total de fenóis nas cultivares comerciais variou de 50 a 4500 ppm, sendo todas elas muito ácidas. Constataram haver correlação do conteúdo de fenóis com a resistência à mosca-das-frutas. De acordo com Pree (1977), quando extratos fenólicos de Almey, uma cultivar resistente e de Pink, uma cultivar suscetível, foram incorporados à uma dieta, na concentração de 5000 ppm, houve efeito no desenvolvimento larval de *R. pomonella*, não ocorrendo pupação. Vários ácidos derivados foram incorporados à uma dieta na concentração de 1000 ppm, sendo constatado que os ácidos o-cumárico, gálico e tânico, quercetina, naringenina e d-catequina impediram o desenvolvimento larval, destacando-se ácido o-cumárico como o mais tóxico.

A resistência ao desenvolvimento larval de *R. pomonella* em maçãs silvestres pode estar relacionada aos altos níveis de certos compostos fenólicos. Neilson (1969) relatou que pupas produzidas em dieta artificial contendo compostos fenólicos resultaram em adultos anormais. Leyva et al. (1991) também observaram que o aleloquímico naringina, presente na casca de citros, possivelmente está associado à resistência de frutos à mosca. Esse aleloquímico foi citado por Szentesi et al. (1979) como deterrente de oviposição para *A. suspensa*.

Goonewardene et al. (1979) observaram, em estudos de não-preferência, que a cv. Starking Delicious (do grupo Delicious) foi mais resistente ao dano por *R. pomonella* que as cultivares Jonathan e Golden Delicious (do grupo Golden Delicious). McDonald (1986) constatou que as fêmeas de *C. capitata* ovipositam prontamente em maçãs 'Golden Delicious'.

Reissig et al. (1990) realizaram alguns estudos de resistência em 25 clones de macieira, em condições de campo e laboratório, avaliando a oviposição e o desenvolvimento larval de *R. pomonella*, uma séria praga em maçãs na região leste da América do Norte, controlada exclusivamente com inseticidas em pomares comerciais. Estes autores verificaram que os genótipos

com frutos maiores eram preferidos e aqueles com frutos menores e mais duros como 'Sparkler', 'Fuji', 'Vilmorin', *Malus sikkinensis*, *M. zumi calocarpa* e *M. hupehensis* foram apenas levemente infestados, não ocorrendo desenvolvimento larval nas cultivares Fuji, Henry F. Dupont, Frettingham, NA 40298, Sparkler, *M. sikkinensis*, *M. zumi calocarpa* e *M. hupehensis*. Pree et al. (1990) relataram que existe diferença no tempo médio de desenvolvimento larval nos diferentes clones infestados em laboratório. A duração do período larval foi de 38 dias em 'Sikora' e 23 dias em 'Virginia' e 'Whitney'.

Pree (1977) mencionou que a incorporação da resistência em cultivares de macieira seria desejável como método de controle e citou a importância deste trabalho no cultivo de maçãs produzidas organicamente ou em pequenas áreas de produção, na qual se tolere leve dano interno da larva no fruto. A resistência também poder ser utilizada juntamente com outros métodos de controle, reduzindo-se com isso o uso de inseticidas.

2.5 Fatores de resistência a mosca-das-frutas em outras frutíferas

2.5.1 Citros

A resistência de frutos cítricos ao ataque da moscas-das-frutas *A. suspensa* é um dos exemplos mais evidentes de resistência de frutos a essa praga. Nos estágios iniciais de maturação, quando o fruto ainda está verde, não ocorre oviposição de tefritídeos, entretanto, após a mudança de cor, quando a casca se torna amarelada, as fêmeas começam a oviposição. Esta resistência está associada, provavelmente, à presença de óleos essenciais como o limoneno, que são substâncias ovicidas (Greany et al., 1983).

Greany et al. (1983) e Greany et al. (1985) mencionam que a suscetibilidade do citros às moscas-das-frutas varia de acordo com a espécie de mosca, o grau de senescência do fruto e o tipo de fruto, sendo que três

fatores determinantes parecem estar envolvidos: o comportamento de oviposição do inseto, a concentração de óleo na casca e a consistência da casca. Variações na composição química do óleo, bem como características internas do fruto como o pH do suco, parecem ser menos importantes.

O ácido giberélico (GA_3), hormônio regulador de crescimento, que ocorre naturalmente nos frutos cítricos, pode ser usado para retardar a senescência da casca sem interferir no amadurecimento interno dos frutos, permitindo que os mesmos permaneçam por mais tempo na planta. Segundo Greany (1994) e Greany et al. (1994), isto permite que os frutos tratados com essa substância permaneçam resistentes à mosca-das-frutas por, no mínimo, 2 a 3 meses além do período normal de resistência. No entanto, isto dependerá do tipo de fruto, (por exemplo, laranjas são mais resistentes e respondem melhor ao tratamento com GA_3 do que toranjas, *Citrus paradisi*); da espécie de mosca-das-frutas; das doses do produto e do tipo de surfactante usado no tratamento. Os tratamentos com GA_3 provocam aumento no conteúdo de óleo da casca e dos tecidos (Mc Donald et al., 1994).

Têm sido desenvolvidos estudos visando o uso de GA_3 para controle da mosca-das-frutas em citros por vários autores (Greany et al., 1983; Greany et al., 1994; Malavasi et al., 1994 e Mc Donald et al., 1994). Segundo Mc Donald et al. (1994), aplicações de ácido giberélico em toranja 'Marsh' tornaram os frutos mais resistentes a puncturas de *A. suspensa* e retardaram o desenvolvimento da coloração amarela do fruto. Em estudos com gaiolas em condições de campo, os autores verificaram redução significativa na proporção de frutos de toranja atacados por *A. suspensa*.

Trabalhos desenvolvidos no Brasil revelam que, de modo geral, há menor ataque de moscas-das-frutas nas cultivares precoces de citros do que nas tardias (Puzzi & Orlando, 1965; Orlando & Sampaio, 1973; Prates, 1978). Nas cultivares cítricas precoces, ocorre ataque por *A. fraterculus* em frutos ainda verdes, não havendo formação de larvas na polpa. Nesse caso, as

sucessivas puncturas na tentativa de ovipositar, provocam o aparecimento de inúmeras manchas de coloração parda. Nas cultivares tardias, o ataque por *C. capitata* ocorre quando os frutos atingem o desenvolvimento máximo e quando inicia o amarelecimento. Neste caso, normalmente, não aparecem as manchas pardas (Puzzi & Orlando, 1965). Segundo Malavasi et al. (1994), o uso de ácido giberélico em laranja, tangerina e limão reduziu o número de pulverizações com inseticidas para apenas 3 ou 4 durante a safra.

Fernandes & Teles (1993), avaliando a infestação de moscas-das-frutas em pomares de citros no Estado de São Paulo, observaram que o dano causado em laranjas é maior que em tangerinas. Segundo Back & Pemberton (1915), esta menor preferência por citros estaria relacionada aos seguintes mecanismos de resistência: a) glândulas presentes no flavedo (porção amarela da casca) que, ao serem rompidas, liberam óleo, tóxico aos ovos e larvas de primeiro ínstar; b) gomas produzidas por certas cultivares de pomelo (*C. paradisi*), lima (*C. aurantifolia*) e limões, que invadem os orifícios de oviposição; c) endurecimento dos tecidos em torno do orifício de oviposição.

Diversos estudos confirmaram a toxicidade do óleo presente no flavedo para ovos e larvas de *C. capitata* (Bodenheimer, 1951; Ortu, 1978, 1979) e *A. suspensa* (Greany et al., 1983; Styer & Greany, 1983). Segundo Greany et al. (1983), a toxicidade do óleo ao inseto é função dos componentes voláteis, especialmente monoterpenóides oxigenados, que causam inviabilidade dos ovos. É o caso dos limões, praticamente imunes ao ataque desta praga, devido à maior concentração de monoterpenóides oxigenados, como o citral, maior espessura do albedo (uma das camadas da casca do fruto) e maior teor de óleo por unidade de área, em comparação às laranjas doces e aos pomelos (Kerfford e Chanderr, 1970; Shaw, 1977, 1979; Greany et al., 1983; Styer & Greany, 1983 e Spitler et al., 1984). Visando comprovar a “quase imunidade” dos limões, Spitler et al. (1984) submeteram duas cultivares deste cítrico à

elevada infestação artificial de *C. capitata*. Dos mais de 500 mil ovos colocados em cerca de 1.600 frutos, apenas 5 pupas vivas foram obtidas.

Malavasi et al. (1994), citando diversos autores, mencionam que, além do óleo presente na casca, a secreção de gomas também pode inviabilizar os ovos. A acidez da polpa, por outro lado, não afeta a viabilidade dos ovos e, tampouco, o desenvolvimento larval. O aleloquímico naringina, presente na casca de citros, foi mencionado por Szentesi et al. (1979) como deterrente de oviposição para *A. suspensa*.

A menor consistência da casca em frutos senescentes de citros também é considerada um fator chave na suscetibilidade do fruto ao ataque de *C. capitata* (Bodenheimer, 1951; Coggins & Lewis, 1965; Coggins et al., 1969). Além de ocorrer redução no conteúdo de óleos, verifica-se diminuição da firmeza da casca. Isto permite maior sobrevivência larval, devido à menor dificuldade da larva em migrar através da casca para dentro da polpa, onde estão os aleloquímicos não deletérios. No caso dos limões, entretanto, isto não ocorre, uma vez que estes cítricos apresentam o mesmo grau de imunidade, tanto no início quanto no estágio de frutos maduros (Greany et al., 1983 e Spitler et al., 1984).

2.5.2 Mamão papaia

Outro exemplo de resistência de fruto à mosca está relacionado ao mamão papaia que, quando verde tem alta concentração da substância benzil isotiocianato (BITC), considerada ovicida. O BITC causa um impacto direto na população de mosca-das-frutas por causa da toxicidade e deterrência para oviposição (Seo et al., 1982, 1983). Esta substância diminui à medida que o fruto vai amadurecendo (Malavasi & Martins, 1994), o que sugere que, apenas os frutos em estágio de maturação e os maduros podem ser infestados. Estes autores, no entanto, amostrando quase 60 mil frutos de mamão papaia, em

cinco estágios de maturação e em seis fazendas no Estado do Espírito Santo, não encontraram qualquer infestação em nenhuma das amostragens.

Sugayama & Malavasi (1994), comparando o desenvolvimento de *C. capitata* em mamão papaia, maçã, laranja e banana, encontraram que o mamão maduro foi o melhor hospedeiro em condições de laboratório, com viabilidade larval de 38% e fase larval de 12 a 16 dias, enquanto nos demais hospedeiros estes valores foram, no máximo, 11% e 17 a 50 dias, respectivamente.

2.5.3 Manga

Os frutos de manga caracterizam-se por apresentar dutos de resina na casca, formando uma rede com diversas camadas no exocarpo (parte mais externa do pericarpo). A rede é ramificada e os dutos comunicam-se entre si em todas as direções. Segundo Joel (1978, 1980), a resistência varietal a *C. capitata* em manga está diretamente relacionada com o número e volume ocupado por estes dutos no pericarpo e com a espessura da camada que recobre o duto principal. O sistema de dutos confere proteção contra dois tipos de movimentos do inseto no exocarpo: o movimento vertical do ovipositor e o movimento da larva no seu interior. Quando a camada que recobre o duto de resina é maior do que 1,5 mm, que é o valor médio do comprimento do ovipositor desta espécie, os ovos são colocados no interior da referida camada, impedindo o desenvolvimento larval. Se a camada é menor que 1,5 mm, os ovos são colocados abaixo desta camada. Neste caso, o fruto será resistente apenas se a camada que recobre o duto impedir a oviposição. O autor menciona ainda que, quando o ovipositor atravessa o duto, a cavidade por ele formada é preenchida com resina, que apresenta função de defesa contra o inseto.

Trabalhos visando avaliar a resistência de cultivares de manga à mosca-das-frutas têm sido desenvolvidos no Brasil (Rossetto et al., 1989; Setoguchi, 1991; Carvalho et al., 1996). Avaliando o ataque de *A. obliqua* em

20 cultivares de manga em Jaboticabal e 15 em Mococa, SP, Setoguchi (1991) constatou que existe diferença na infestação dos frutos em função do ciclo das cultivares, sendo que as de ciclo meia-estação são mais danificadas.

Carvalho et al. (1996), em estudos de laboratório com diversas cultivares de manga constataram que quando os frutos maduros foram expostos a adultos da praga, todas as cultivares estudadas foram infestadas e permitiram o desenvolvimento completo de *A. obliqua*, mesmo aquelas não infestadas em condições de campo. Os dados indicaram que, a polpa dos frutos de manga não limita o desenvolvimento do inseto, sugerindo que na natureza, a seleção do hospedeiro para oviposição é feita com base nas características da casca.

2.5.4 Pêssego

Em pêssego, Malavasi & Morgante (1980) verificaram que 72,21% das infestações por moscas-das-frutas, corresponde a *Anastrepha* spp. e 26,85% a *C. capitata*. Arrigoni (1984) relata que o pêssego é preferido para ataque de moscas-das-frutas, em comparação com diversas outras fruteiras.

Segundo Carvalho (1988), no Rio Grande do Sul, as cultivares precoces são mais danificadas por *A. fraterculus* que as cultivares de ciclos médio e tardio. O autor sugere que as moscas-das-frutas estejam migrando de plantas silvestres e de citros para o pessegueiro, e que as cultivares precoces, por se encontrarem mais próximas da maturação, sejam preferidas. Hickel & Ducroquet (1993), no entanto, observaram menor infestação das cultivares precoces em relação às de ciclos médio e tardio, justificando que as primeiras tendem a escapar da época de maior incidência de *Anastrepha* spp. Fehn (1981) verificou maior ataque de *A. fraterculus* e *C. capitata* em cultivares de ciclo mais tardio.

Em pêssego, a resistência à oviposição pela mosca-das-frutas diminui com o amadurecimento dos frutos, ocorrendo infestação máxima naqueles em estágio final de maturação (Leyva et al., 1991). Matioli et al. (1988), avaliando a infestação de moscas na região de Caldas, MG, constataram que os frutos de coloração amarela foram mais atrativos que os mais claros, principalmente quando possuíam consistência mais firme e maior pilosidade, como no caso das cultivares Real e Campinas. Estes mesmos autores deduziram que, como a coloração amarela é considerada um dos principais estímulos visuais à mosca-das-frutas, estas cultivares apresentariam maior atratividade aos adultos, em condições de livre escolha para a oviposição. As mesmas cultivares também apresentaram os maiores níveis para a infestação larval, sugerindo que as fêmeas tenderiam a deixar maior número de ovos por fruto.

2.5.5 Outras frutíferas

Em goiaba, Suplicy et al. (1984) constataram que a infestação por *Anastrepha* spp. é influenciada pelo pH dos frutos, e em menor intensidade pelo grau brix e umidade relativa. O peso do fruto não influenciou.

Em abacate, Bush Jr. (1957) observou que algumas cultivares e linhagens foram moderadamente resistentes a *A. ludens*. Armstrong et al. (1983) verificaram que a cultivar Sharwill foi resistente a *C. capitata*, *B. cucurbitae* e *B. dorsalis*, no estágio em que os frutos, embora fisiologicamente maduros, apresentam a casca verde. Hennessey & Knight (1994), com o objetivo de avaliar a resistência 17 clones de abacate à *A. suspensa*, inocularam ovos na polpa de frutos recém-colhidos e observaram o número de adultos emergidos. Todas as cultivares testadas foram altamente resistentes. Os autores sugeriram o cultivo destes genótipos em áreas de alcance da mosca, visando reduzir o risco de introdução da praga em outras regiões através da importação de abacates do exterior.

Leite et al. (1986) e Schram et al. (1986) relatam sobre a resistência de cultivares de pereira e ameixeira à *A. fraterculus*. Mencionam que as diferenças de ciclo dessas cultivares, possivelmente, sejam responsáveis pela diferença na resistência.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados durante os ciclos de 1994/95, 1995/96 e 1996/97, em condições de campo, semi-campo e em laboratório, na Estação Experimental de Caçador (EECD), Empresa de Pesquisa e Difusão de Tecnologia (EPAGRI), SC, com o objetivo de avaliar a resistência de genótipos de macieira *Malus domestica* Borkh à mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae). Todos os genótipos utilizados foram provenientes do Banco de Germoplasma da EECD.

3.1 Flutuação populacional da mosca-das-frutas *Anastrepha* spp. em pomar de macieira

A flutuação populacional de mosca-das-frutas foi determinada no Banco de Germoplasma da EECD (pomar com cerca de 10 ha), no período de outubro a março nos ciclos de 94/95, 95/96 e 96/97, época em que os frutos de maçãs estão sujeitos à infestação pela mosca.

Para o levantamento populacional da mosca, foram utilizados 5 frascos caça-mosca modelo McPhail e como atrativo, suco de uva à concentração de 25%, cuja troca era feita duas vezes por semana. O número e a distribuição dos frascos no pomar está de acordo com o descrito por Nora & Hickel (1997). Os frascos foram pendurados na parte mediana da planta para cima, dentro da copa da árvore para evitar a luz direta do sol nos momentos mais quentes do dia (Nora & Hickel, 1997).

3.2 Dano de *Anastrepha* spp. em genótipos de macieira em condições de campo

O dano da mosca-das-frutas foi avaliado, em condições de campo, nos frutos dos seguintes genótipos: Pome 3, Belgolden 17, Pome 17, Duquesa, Melrose, Sansa, Granny Smith, D1R99T188, Senshu, King Delicious, 21.300/21 e Fuji 2. Os frutos foram coletados na fase inicial de maturação, no período de janeiro a fevereiro de 1997, levando-se em conta o ciclo de maturação de cada genótipo. Foram coletados 10 frutos de 3 plantas por genótipo e avaliado o número de puncturas em laboratório, com o auxílio de lupa. A região correspondente a cada mancha, no local da punctura, foi cortada com um estilete, com o objetivo de visualizar o ovo, a larva da mosca ou a galeria.

Neste mesmo experimento, foi avaliado o número de puncturas da mosca, que ocasionaram manchas de cortiça, que se assemelharam ao sintoma de "cork spot".

Foram coletados 10 frutos de três plantas, por genótipo. A avaliação em laboratório foi feita através de pequeno corte transversal no ponto da mancha (ferimento cicatrizado), para a constatação da possível presença de ovo e/ou larva mumificada da mosca, sendo a visualização feita com auxílio de lupa.

3.3 Preferência para oviposição de *A. fraterculus* em genótipos de macieira em condições de semi-campo

Nesse experimento, foram testados 31 genótipos de macieira (Tabela 1), a maioria dos quais são oriundos dos cruzamentos entre diversas cultivares e seleções, incluindo 'Golden Delicious' e 'Delicious'. Para uma melhor discriminação, os genótipos foram denominados como pais (P), filhos (F1), netos (F2) e bisnetos (F3) dos dois grupos ('Golden Delicious' e 'Delicious').

Para atender a demanda de moscas no experimento, foi estabelecida uma criação estoque de *A. fraterculus*, oriunda de frutos dos seguintes hospedeiros: guabiroba, uvaia, goiaba serrana, pitanga, pêssigo e ameixa comum ou ameixa-do-japão, coletados na região do Alto Vale do Rio do Peixe, SC, e/ou da criação mantida pela Estação Experimental de Vacaria, EMBRAPA, RS. Os frutos destes hospedeiros foram coletados e armazenados em caixas contendo vermiculita para obtenção das pupas. Como substrato para o desenvolvimento larval, foram utilizados frutos de mamão papaia. Os adultos foram mantidos em caixas de criação telada (malha 0,2 mm) medindo 50 cm x 50 cm, em laboratório (com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h), recebendo como alimento uma dieta contendo 150 g de açúcar mascavo, 270 g de açúcar branco, 36 g de levedo de cerveja, 3 g de Sustagem[®], 60 ml de mel e 180 g de hidrolizado de proteína e água.

Foram realizados 3 testes de semi-campo. Após serem colhidos do pomar os frutos foram armazenados em câmara fria a temperatura de 4°C , até a data dos testes. Vinte e quatro horas antes de cada teste os frutos foram retirados da câmara e deixados à temperatura ambiente. Foi utilizada uma planta de macieira cultivar Fuji de 6 anos de idade e altura e diâmetro de copa de 2,5 m, localizada no meio do pomar e envolta por uma gaiola de tela de 4m x 4m x 4m na qual foram distribuídos de forma casual 10 frutos por genótipo (um por régua) em 3 etapas (10 frutos na primeira e segunda etapas e 11 frutos na terceira etapa). Os frutos foram pendurados em réguas de madeira (10 réguas), somando um total de 100 ou 110 frutos, dependendo do teste. A posição nas réguas foi sorteada e cada maçã foi individualmente numerada. Após a distribuição dos frutos nas réguas, foram liberados os casais (60 em cada teste), com cerca de 25 dias de idade, no centro da planta às 10 horas. Foram registrados os números de visitas e puncturas por fruto até às 17 horas do mesmo dia.

Tabela 1 - Genótipos de macieira dos grupos 'Golden Delicious' e 'Delicious' avaliados em condições de semi-campo.

Grupo Golden Delicious		Grupo Delicious	
P	Golden Delicious Auvil	P	Hi-Early Red King Ruby
F1	Gala Rainha Hatsuaki	F1	Fuji Romu 50 Melrose
F2	Princesa Fred. Hough Malus 18/92 Sansa Malus 1/89 Mollie's Delicious	F2	Malus 55/91 Malus 67/90 Chieftain Malus 70/90 Senshu Malus 49/90
F3	Malus 13/91 Malus 23 Malus 51/90 Coop 25 Malus 1/90	F3	Malus 24/93 Priscilla Malus 72/90

3.4 Avaliação do grau de dano de *A. fraterculus* em diferentes genótipos de macieira em condições de laboratório

Foram desenvolvidos seis experimentos, envolvendo 30 genótipos (Tabela 2), com número variável de genótipos por experimento, cujos frutos foram provenientes dos ciclos de 94/95, 95/96 e 96/97.

Os referidos frutos foram ensacados dois meses antes da colheita para evitar danos por ataque de mosca-das-frutas no campo e protegê-los contra possível deriva de inseticidas. Os frutos foram colhidos na fase de maturação de acordo com o ciclo de cada cultivar e armazenados em câmara fria até a realização dos experimentos. Os frutos foram retirados da câmara fria sempre um dia antes dos testes, lavados em água corrente e, em seguida, limpos com pano umedecido, primeiro em álcool e depois em água destilada. A seguir, os frutos foram mantidos em prateleira para perderem o excesso de umidade.

Para atender a demanda da mosca-das-frutas *A. fraterculus*, nos experimentos, foram utilizadas as moscas da criação estoque conforme descrito no item 3.4.

Em cada experimento, os frutos foram distribuídos nas gaiolas ao acaso e submetidos à infestação por *A. fraterculus* durante dois dias consecutivos. Após este período, os frutos foram retirados da gaiola cuidadosamente, reunidos por clone, colocados em sacos plásticos e mantidos em prateleira (em condições ambientais ou em sala climatizada à 25°C, fotofase de 12 h e UR de 70 ± 10 %, de acordo com o experimento), durante 10 dias, para posterior avaliação do grau de dano. Os sacos plásticos foram abertos diariamente para renovação do ar. Nas avaliações, cada fruto foi cortado transversalmente em fatias, avaliando-se a presença de puncturas, galerias e/ou larvas de acordo com a seguinte escala de notas:

NOTA 1 = frutos sem dano;

NOTA 2 = frutos com puncturas e/ou deformações, sem galerias;

NOTA 3 = frutos com puncturas e/ou deformações e galerias;

NOTA 4 = frutos com puncturas e/ou deformações, galerias e larvas.

Tabela 2 - Genótipos de macieira avaliados em condições de laboratório.

Grupo Golden Delicious	Grupo Delicious	Outro grupo
Golden Delicious	Royal Red Delicious	Missouri
Belgolden 17	Red Delicious	
Ozark Golden	King Delicious	
Malus 18/92	Romu 50	
Malus 21/92	Priscilla	
Gala	Fuji	
Mutação Gala	Fuji 2	
Gala RW1	EPAGRI-406 Baronesa	
Imperatriz	Melrose	
EPAGRI-403 Fred Hough	Senshu	
EPAGRI-408 Condessa	21.300/21	
Primicia	Malus 72/94	
Sansa		
Coop 14		
Coop 7		
NY 454		
Pome 21		

3.4.1 Experimento I (Ciclo 94/95)

Neste experimento, foram utilizados frutos de 5 cultivares (Golden Delicious, Gala, Sansa, Fuji e Royal Red Delicious) provenientes do ciclo 94/95. Os frutos foram pendurados, com auxílio de um clipe, na parte superior de gaiolas teladas medindo 40 x 110 cm e malha de 2 x 2 mm (Figura 1).

Em cada gaiola, contendo os frutos de cada cultivar, foram liberadas 65 fêmeas de *A. fraterculus*, da geração F1, com cerca de 25 dias de idade. O experimento constou de 5 tratamentos (cultivares) com 5 repetições.



Figura 1 - Gaiola utilizada para a infestação de *A. fraterculus* em frutos de macieira em laboratório.

3.4.2 Experimento II (Ciclo 95/96)

Neste experimento, foram testados os frutos das cultivares Coop 14, Mutação Gala, Ozark Golden, Coop 7, Primícia, NY 454, Missouri e Priscilla, que se destacaram pela produtividade, adaptação climática e fitossanidade (algumas resistentes à sarna *Venturia inaequalis*) em SC, provenientes do ciclo 95/96. O experimento constou de 8 tratamentos (cultivares) com 15 repetições. A metodologia utilizada foi a mesma descrita no experimento I (item 3.5.1).

3.4.3 Experimentos III, IV e V (Ciclo 96/97)

Para os experimentos desta etapa, cujos genótipos foram todos provenientes do ciclo 96/97, foram preparadas gaiolas (80 x 70 cm e malha de 2 x 2 mm) com três suportes de ferro na parte superior (Figura 2), para facilitar a colocação das maçãs sem precisar prender os frutos com clipe, o que diminuiu o tempo de manutenção dos frutos em prateleira, para as avaliações do grau de dano.



Figura 2 - Gaiola utilizada para a infestação de *A. fraterculus* em frutos de macieira em laboratório.

Nestes experimentos, a densidade de moscas foi aumentada, liberando-se 100 fêmeas por gaiola, com o objetivo de aumentar a pressão de seleção para resistência. Foi avaliado também o número de larvas em cada fruto, por genótipo. Com base nos experimentos dos ciclos anteriores, foram selecionados os genótipos Fuji 2 e Gala RW1 como padrões de resistência (R)

e suscetibilidade (S), respectivamente, para serem testados nos experimentos III e V e Fuji 2 e Gala (comum), respectivamente, no experimento IV.

3.4.3.1 Experimento III

Para esse experimento, foram selecionados os frutos de 12 genótipos, sendo 8 deles com base nos resultados dos experimentos do ciclo 95/96: 4 genótipos do grupo Golden Delicious (Belgolden 17, Malus 18/92, Mutação Gala RW1 e Imperatriz com 100; 75; 50 e 25% do pedigree deste grupo, respectivamente) e 4 genótipos do grupo Delicious (King Delicious, Romu 50, Fuji 2 e Senshu com 100; 75; 50 e 25% do pedigree deste grupo, respectivamente). Com base nas características de cor e sabor foram selecionados outros 4 clones, sendo um com sabor doce e epiderme amarela (Pome 3), um doce e com epiderme vermelha (Malus 21/92), um ácido e com epiderme verde (Granny Smith) e um ácido e com epiderme vermelha (Primícia).

O experimento constou, portanto, de 12 tratamentos (genótipos), sendo 10 genótipos testes e os padrões Fuji 2 (R) e Gala RW1 (S). Em cada gaiola foram colocados 2 frutos de cada genótipo, num total de 24 frutos distribuídos ao acaso. Foram utilizadas 5 gaiolas (repetições).

3.4.3.2 Experimento IV

Os genótipos testados foram: 1) Grupo Golden Delicious: Belgolden 17 (100%), Gala comum (50%), Malus 21/92 (25%); 2) Grupo Delicious: King Delicious (100%) (clone em teste), Fuji 2 (50%), Baronesa (25%), além de Pome 3 (representante do grupo de sabor doce e epiderme amarela) e Granny Smith (representante do grupo verde e ácido).

O experimento constou, portanto, de 8 tratamentos (genótipos), sendo 6 genótipos testes e os padrões Fuji 2 (R) e Gala (S). Em cada gaiola foram colocados 3 frutos de cada genótipo, num total de 24 frutos distribuídos ao acaso. Foram utilizadas 4 gaiolas (repetições).

3.4.3.3 Experimento V

Neste experimento foram testadas 6 genótipos, sendo 4 genótipos testes (EPAGRI-403 Fred Hough, Melrose, EPAGRI-406 Baronesa e EPAGRI-408 Condessa) e os padrões Fuji 2 (R) e Gala RW1 (S).

Em cada gaiola, foram colocados 4 frutos de cada genótipo, num total de 24 frutos distribuídos ao acaso. Foram utilizadas 3 gaiolas (repetições).

3.5 Correlação do ataque de *A. fraterculus* com fatores morfológicos e fisiológicos de genótipos de macieira

Os fatores morfológicos e fisiológicos foram avaliados nos frutos dos 16 genótipos (Belgolden 17, Pome 3, Malus 18/92, Gala RW1, EPAGRI-408 Condessa, Imperatriz, Malus 21/92, EPAGRI-403 Fred Hough, Primicia, Melrose, Romu 50, Fuji 2, EPAGRI-406 Baronesa, Senshu, King Delicious, Granny Smith), utilizados nos experimentos III, IV e V (itens 3.5.3.1, 3.5.3.2 e 3.5.3.3), provenientes do ciclo 96/97.

Os seguintes fatores morfológicos e fisiológicos foram avaliados:

Fatores morfológicos:

- peso dos frutos, determinado em balança Marte, modelo AS 5500 com capacidade até 5000g;
- dureza da epiderme, medida com auxílio de um durômetro Modelo Rex 1600 (tipo A);

- firmeza da polpa, medido com um penetrômetro mecânico Marca Erichson;

- coloração dos frutos, conforme escala de notas 1 a 5 (Tabela 3);

Fatores fisiológicos:

- teor de sólidos solúveis totais (SST em %), determinado através de refratômetro para análise de suco de frutos;

- acidez titulável (meq de ácido málico/100 ml), avaliada, através de um titulador automático marca Metrohm, modelo Multi burette 485.

- pH, medido através de um pHmetro marca Metrohm, modelo 632.

- teor de amido (para determinação do grau de maturação dos frutos), medido pelo teste iodo-amido.

Foram avaliados 30 frutos (3 repetições de 10 frutos) por genótipo, sendo os dados obtidos utilizados para a análise das seguintes correlações:

- . dureza da epiderme x número de puncturas;
- . dureza da epiderme x grau de dano;
- . dureza da epiderme x número de larvas/fruto;
- . coloração da epiderme dos frutos x número de puncturas;
- . coloração da epiderme dos frutos x grau de dano;
- . coloração da epiderme dos frutos x número de larvas/fruto;
- . peso dos frutos x grau de dano;
- . firmeza da polpa x grau de dano;
- . teor dos sólidos solúveis totais (SST) x grau de dano;
- . acidez titulável (ACT) x grau de dano;
- . pH x grau de dano;
- . teor de amido x grau de dano;
- . relação SST/ACT x grau de dano;

Tabela 3 - Escala de notas referentes à coloração dos frutos de cultivares de macieira.

Coloração dos frutos	Escala de notas (1 a 5)
Verde escuro em 100 % da superfície da epiderme	1
Vermelho opaco (com ou sem estrias) sobre fundo verde em 40 a 60 % da superfície da epiderme	2
Verde claro em 100 % da superfície da epiderme	3
Amarelo em 100 % da superfície da epiderme	4
Vermelho escarlata sobre fundo amarelo (com ou sem estrias)	5

3. 6 Correlação do número de larvas com o volume de suco dos frutos de macieira

Neste experimento, foram utilizados 8 genótipos, sendo 5 do grupo Delicious (Red Delicious-Argentina, King Delicious, Fuji, EPAGRI-406 Baronesa e Malus 72/94) e 3 do grupo Golden Delicious (Golden Delicious, Gala e Imperatriz).

Foram selecionados 20 frutos (2 lotes de 10), com tamanho padrão, de cada genótipo. No primeiro lote, foram inoculados 50 ovos (com 1 dia de idade) de *A. fraterculus* por fruto. A inoculação dos ovos foi feita através de uma incisão com cerca de 1 cm² rente à casca na qual foram inseridos os ovos. Após a inoculação, a incisão foi recoberta com fita adesiva e os frutos foram mantidos em prateleira em sala climatizada (temperatura de 25°C, fotofase de 12 h e UR de 70 ± 10%), durante 15 dias, para a avaliação do número de larvas por fruto após este período. O segundo lote foi utilizado para a determinação do teor de suco de cada fruto. Para determinação do volume,

foram tomadas duas medidas de diâmetro (d1 e d2) e a altura (h) de cada fruto. O suco de cada fruto foi extraído através de uma centrífuga modelo Walita, sendo o volume (ml) medido com uma proveta.

3.7 Biologia de *A. fraterculus* em 4 cultivares de macieira

A biologia de *A. fraterculus* foi estudada em 4 genótipos de macieira selecionados com base nos dados obtidos das avaliações do nível de dano. Além das cultivares Gala e Fuji 2, utilizadas nos experimentos (III, IV e V) como padrão de suscetibilidade e resistência, respectivamente, foram testadas as cultivares EPAGRI-408 Condessa, que se mostrou muito suscetível e Granny Smith, que se mostrou resistente à mosca nos testes anteriores. Os ovos utilizados em todos os estudos foram obtidos pela exposição de frutos artificiais (meias esferas de ágar, vermelhas, recobertas com parafilme) a populações selvagens, oriundas de hospedeiros nativos. Os frutos artificiais foram preparados com 500 ml de água, 8 g de ágar e anilina vermelha em pó. A população de moscas utilizada para a produção dos ovos foi obtida de feijoa *F. sellowiana*, da região de Vacaria, RS.

As seguintes variáveis biológicas foram estudadas:

.Fase de ovo:

- viabilidade

.Fase de larva:

- duração

- viabilidade

. Fase de pupa:

- duração

- peso com 24 horas de idade

- diâmetro

- viabilidade

. Período de desenvolvimento (inoculação do ovo até a emergência do adulto):

- duração
- viabilidade

. Fase adulta:

- período de pré-oviposição
- número de ovos por fêmea/dia
- número total de ovos por fêmea
- razão sexual
- % de adultos deformados (asas)
- longevidade de machos e fêmeas

Para a avaliação da viabilidade dos ovos, foram utilizados 6 frutos (repetições) por genótipo, inoculando-se 50 ovos (com 1 dia de idade) por fruto. A inoculação e proteção dos ovos foi feita conforme descrito no item 3.7. Como testemunha, foram utilizadas 6 repetições de 50 ovos, as quais foram mantidas sobre papel filtro umedecido em placas de Petri. A determinação da viabilidade foi realizada considerando-se a eclosão das larvas 3 dias após a inoculação. Para essa determinação, foi contado o número de ovos nos quais a larva não eclodiu e descontado do total (50) de ovos inoculados por fruto.

Para a avaliação do desenvolvimento das larvas, foram utilizados como substrato os frutos das cultivares Gala, EPAGRI-408 Condessa, Fuji 2 e Granny Smith (4 tratamentos) com 16 frutos por tratamento (repetições), num total de 64 frutos. Em cada fruto foram inoculados 50 ovos da mosca com 1 dia de idade. A inoculação e proteção dos ovos foram feitas conforme se procedeu para a determinação da viabilidade de ovos. Após a inoculação, os frutos foram mantidos isoladamente em potes plásticos de 500 ml contendo vermiculita destinada à pupação. Foi anotado diariamente o número de pupas obtidas em cada fruto.

Para a avaliação da viabilidade larval, primeiramente, foi estimado o número inicial de larvas. Para isso, o número total de ovos (50 por fruto) foi corrigido pelo índice 0,902, correspondente a viabilidade dos ovos (90,20%) determinada preliminarmente. Dessa forma, foi considerado o número inicial de 45,1 larvas por fruto (721,6 larvas/genótipo).

Pela dificuldade de se separar o período de incubação da fase larval, estes dois períodos foram considerados conjuntamente como duração da fase larval.

As pupas foram avaliadas, 24 horas após a formação, em relação ao peso e diâmetro e colocadas individualmente em potes plásticos (10 ml), contendo vermiculita, devidamente etiquetados de acordo com a repetição, cultivar e data de pupação.

Os adultos obtidos nas cultivares EPAGRI-408 Condessa e Gala foram separados em casais para estudo da fecundidade. Para a cultivar EPAGRI-408 Condessa foram formados 20 e para Gala, 12 casais. Para as demais cultivares, o número de adultos obtidos foi insuficiente para a formação de casais. A partir de uma semana de idade, cada casal recebeu diariamente um fruto artificial como substrato para oviposição. A produção diária de ovos foi avaliada durante 70 dias após o período de pré-oviposição. Os adultos emergidos que não foram utilizados para o estudo da fecundidade foram separados por sexo, colocados em potes plásticos (500 ml), alimentados com dieta conforme descrito no item 3.4, e observados diariamente em relação à sobrevivência, para estudo da longevidade (incluindo-se no caso de EPAGRI-408 Condessa e Gala, também os dados obtidos com os casais).

3.8 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, com exceção do experimento 3.1, no qual os dados foram analisados através da estatística descritiva e do experimento 3.5.2, os dados foram analisados pela estatística não-paramétrica (simetria de cauda curta - Escore de Gastwirth, ao nível de 5% de probabilidade).

As análises das correlações foram feitas de acordo com o coeficiente de correlação de Pearson, ao nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Flutuação populacional da mosca-das-frutas *Anastrepha* spp. em pomar de macieira

Os dados referentes à flutuação populacional de *Anastrepha* spp. no pomar do Banco de Germoplasma da Estação Experimental de Caçador, EECD/ EPAGRI, SC, nos ciclos 94/95, 95/96 e 96/97 (Figura 3) indicam maior ocorrência dos adultos dessa mosca nos meses de dezembro e janeiro, com o pico populacional da praga no mês de dezembro.

Esses resultados estão de acordo com Hickel (1993) e Hickel & Ducroquet (1993) que observaram um incremento da população de moscas no pomar a partir de meados de outubro e atinge o pico na segunda quinzena de dezembro, quando então passa a decrescer, chegando a níveis baixos na segunda quinzena de março. A ocorrência de períodos chuvosos também afeta o comportamento do inseto, sendo que nestes períodos as atividades de vôo e alimentação são mínimas (Salles, 1984).

De acordo com Orth et al. (1986), a flutuação populacional da mosca-das-frutas na região do Planalto Catarinense caracteriza-se por uma maior ocorrência nos meses de dezembro a fevereiro. Segundo estes autores, a maturação dos frutos das plantas hospedeiras silvestres influi diretamente na ocorrência e, conseqüentemente, no surgimento dos picos populacionais dos adultos de mosca-das-frutas.

Hickel & Ducroquet (1993), descreveu para a região produtora do Alto Vale do Rio do Peixe, que o maior ou menor ataque de mosca-das-frutas, em

pessegueiro, está em função também da época de maturação das cultivares. Deste modo, as cultivares de ciclo precoce, que amadurecem em outubro e início de novembro, tendem a escapar do ataque de moscas pois a população do inseto ainda é baixa neste período. Enquanto que, as cultivares de ciclo médio e tardio amadurecem em períodos de alta incidência de mosca.

Aguiar-Menezes & Menezes (1996), avaliando a flutuação populacional das moscas-das-frutas *C. capitata* e *Anastrepha* spp., em 13 espécies de plantas frutíferas, verificaram que a ocorrência durante o ano todo foi favorecida pela seqüência de maturação dos frutos hospedeiros.

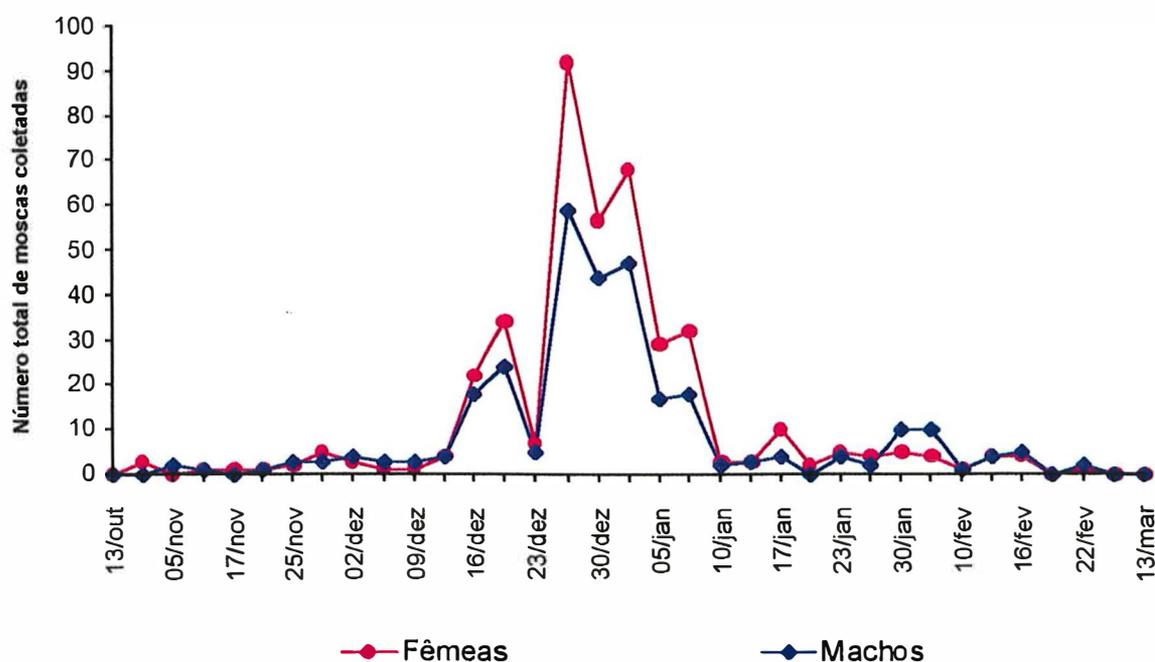


Figura 3 - Número médio de adultos de *Anastrepha* spp. coletados no período de outubro a março, nos ciclos 94/95, 95/96 e 96/97, no pomar de germoplasma de macieira da EECD/EPAGRI, Caçador, SC.

4.2 Dano da mosca-da-frutas em genótipos de macieira em condições de campo

4.2.1 Avaliação do número de puncturas

Avaliando-se o número de puncturas por fruto em 12 diferentes genótipos de macieira, verifica-se que os genótipos do grupo 'Golden Delicious' foram mais atacadas pela mosca-das-frutas do que os genótipos do grupo 'Delicious'. Considerando-se a média nas cultivares dentro de cada grupo, observa-se que, enquanto, no grupo 'Golden Delicious' ('Pome 3', 'Belgolden 17', 'Pome 17' e 'Duquesa'), o número médio de puncturas por fruto foi de 32,4, no grupo 'Delicious' ('Melrose', 'Senshu', 'King Delicious' e 'Fuji 2'), o valor médio foi de 7,45 (Tabela 4).

Parece que a cor de fundo da epiderme dos frutos influencia a preferência de ataque pela mosca-das-frutas. Assim, verifica-se que, enquanto os quatro genótipos mais atacados (Pome 3, Belgolden 17, Pome 17 e Duquesa) têm fundo amarelo, os menos atacados (Fuji 2, 21.300/21, King Delicious, Senshu, D1R99T188 e Granny Smith) apresentam cor de fundo verde ou, como no caso da Granny Smith, apresentam coloração totalmente verde. As únicas exceções, nessa avaliação, foram o genótipo Melrose que apesar de apresentar cor de fundo verde, foi medianamente atacado e o genótipo Sansa, que apesar da coloração de fundo amarelo e epiderme vermelha foi relativamente pouco atacado. No caso de Sansa, isso provavelmente se deve ao fato da colheita ter sido feita precocemente, num período insuficiente para que o dano da mosca pudesse ser visualizado.

Tabela 4 – Número de puncturas de *Anastrepha* spp. por fruto de diferentes genótipos de macieira, em condições de campo. Caçador, SC. Ciclo de 1996/97.

Genótipos	"Pedigree" (%)		Número médio de puncturas/fruto ^{1/}
	Golden Delicious	Delicious	
Pome 3 ^{2/}	50,0	-	40,6 a
Belgolden 17 ^{2/}	100,0	-	37,0 A
Pome 17 ^{2/}	50,0	-	26,4 b
Duquesa ^{2/}	56,5	-	25,6 b
Melrose ^{3/}	-	50	14,9 c
Sansa ^{2/}	25,0	-	9,6 cd
Granny Smith ^{3/}	-	-	8,5 cd
D1R99T188 ^{3/}	32,5	-	6,8 cd
Senshu ^{3/}	-	25	5,9 cd
King Delicious ^{3/}	-	100	5,0 d
21.300/21 ^{3/}	-	-	4,5 d
Fuji 2 ^{3/}	-	50	4,0 d

^{1/} As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

^{2/} Cultivares de maturação precoce (colheita dos frutos em janeiro/fevereiro).

^{3/} Cultivares de maturação tardia (colheita dos frutos em março/abril).

O maior ataque (número de puncturas ou dano) observado em maçãs 'Golden Delicious' está de acordo com os dados obtidos por McDonald (1986) com *C. capitata*. Nora & Reis Filho (1984), avaliando a infestação de *A. fraterculus* em um pomar de macieira com frutos ainda verdes com diâmetro em torno de 30 mm, verificaram as seguintes percentagens de oviposição nas

principais cultivares de macieira: Golden Delicious (65%); Mollie's Delicious (14,5%); Fuji (10%) e Royal Red Delicious (2%). O menor ataque em 'Royal Red Delicious' e 'Fuji' está de acordo com o esperado já que tais materiais são, respectivamente, mutação e filha de 'Delicious', grupo menos atacado pelo inseto. 'Mollie's Delicious', embora produto de F2 de 'Golden Delicious' (grupo mais suscetível) mostrou-se relativamente pouco atacado nessa avaliação.

Orth et al. (1986) observaram que as cultivares Golden Delicious e Gala foram as mais suscetíveis ao ataque pela mosca-das-frutas em condições de campo. Kovaleski (1992), observando frutos verdes, constatou que 'Fuji' foi menos suscetível do que 'Gala' e 'Golden Delicious'. Sugayama (1995), em estudos realizados em pomar de 'Golden Delicious', verificou forte pressão comportamental de *A. fraterculus* para colonização de maçãs. Nesse trabalho embora todos os frutos tivessem sido severamente atacados (>20 puncturas/fruto), ocorreu alta mortalidade nos estágios de ovo e larva, com conseqüente nível de infestação de apenas 0,22 pupas/fruto. A mesma autora, estudando a preferência para oviposição em três cultivares de macieira em condição semi-natural, verificou que o número de puncturas por fruto em 'Golden Delicious', 'Gala' e 'Fuji' variou de 2,1 a 3,0, sem registrar diferença estatística entre as médias.

Reissig et. al (1990) verificaram que, tanto em testes de campo quanto em laboratório, houve correlação positiva entre o diâmetro do fruto de maçã e o número médio de puncturas por *R. pomonella*. Este fato também foi observado por Sugayama et al. (1994), com relação a *A. fraterculus* que manifestou preferência por frutos com diâmetro maior que 20 mm, não se constatando, normalmente, ataque em frutos com cerca de 15 mm.

Em geral, as cultivares de maturação precoce foram mais atacadas pela mosca-das-frutas que as de maturação tardia (Tabela 4). Estes dados estão de acordo com aqueles obtidos por Carvalho (1988), em pêsego, que também constatou maior dano de *A. fraterculus* em cultivares precoces em relação às de ciclo médio e tardio. Segundo o autor, as moscas-das-frutas, migrando de

plantas silvestres e de citros para o pessegueiro, teriam preferência pelas cultivares precoces por estas se encontrarem mais próximas da maturação.

Hickel & Ducroquet (1993), no entanto, observaram menor infestação nas cultivares precoces de pêssigo e ameixa em relação às de ciclo médio e tardio, argumentando que as primeiras tendem a escapar da época de maior incidência de *Anastrepha* spp. Mariconi & Iba (1955) também observaram este fato e indicaram a utilização de cultivares precoces como forma de controle de *C. capitata*. Também Fehn (1981) verificou maior ataque de *A. fraterculus* e *C. capitata* em cultivares de pêssigo de ciclo mais tardio. Leite et al. (1986) e Schram et al. (1986), estudando a resistência de cultivares de pereira e ameixeira a *A. fraterculus*, mencionam que as diferenças de ciclo 'floração/maturação' dessas cultivares, possivelmente, sejam responsáveis pelo nível diferenciado de preferência dessa praga. Variações na infestação por mosca-das-frutas, em função do ciclo das cultivares, também foram encontradas por Setoguchi (1991), avaliando o ataque de *A. obliqua* em diferentes cultivares de manga.

4.2.2 Caracterização da mancha de cortiça

Cerca de 20 dias após forte pressão populacional do inseto (Figura 3), verificou-se que os frutos apresentavam pequenas manchas (em torno de 0,5 mm de diâmetro), ao redor da punctura (Figura 4, A). Observou-se, ainda, que dependendo do estágio de maturação das cultivares essas manchas de cortiça tornavam-se maiores (com até 0,5 cm de diâmetro), tornando-se semelhantes às manchas de "cork spot" resultantes da deficiência de cálcio. Observou-se, no entanto, que estas manchas sempre se localizavam na parte sombreada dos frutos e apresentavam na região uma pequena mancha de 0,5 mm, resultante da punctura da mosca (Figura 4, B), ao contrário das manchas de cortiça provocadas pela deficiência de cálcio, que se formam sempre nas partes mais

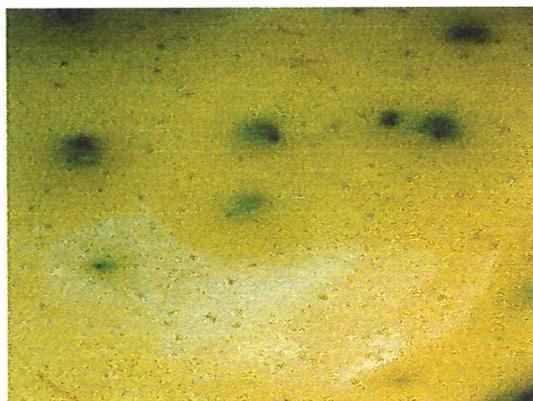
distantes do pedúnculo, são homogêneas e se encontram sempre uniformemente distribuídas ao redor do fruto (Figura 4, C).

A hipótese de que os danos localizados na parte sombreada dos frutos se devam ao ataque das moscas e não à deficiência de cálcio, se justifica ainda, pelo fato da praga abrigar-se do sol ao fazer a postura, o que explicaria a presença destas manchas na região sombreada do fruto.

Outro fato confirmando que a mancha de cortiça se deve ao dano da mosca-das-frutas, foi a visualização, em lupa, do ovo/córion de *A. fraterculus*, quando os frutos foram cortados transversalmente no ponto da punctura (ferimento cicatrizado) (Figura 5).

Embora, de acordo com essa hipótese, as manchas de cortiça possam ser resultantes de causas diferentes (dano da mosca e deficiência de cálcio), o processo evolutivo na sua formação, parece similar, já que nos dois casos, o sintoma só ocorre se o fruto sofrer o dano algum tempo antes do seu pleno desenvolvimento, resultando, no fruto maduro, em uma depressão do tecido morto nesta área.

Ebert (1986) afirmou que, em casos severos e na ausência de medidas de prevenção, ou em anos com verões extremamente quentes, as manchas provocadas por deficiência de cálcio podem ocorrer também em frutos ainda na planta.



A



B



C

Figura 4 - Danos de oviposição (A), manchas de cortiça provocadas pela mosca-das-frutas (B) e sintomas de "cork spot" provocados por deficiência de cálcio (C), em maçã, em condições de campo. EECD/EAPGRI, janeiro/fevereiro, 1997.

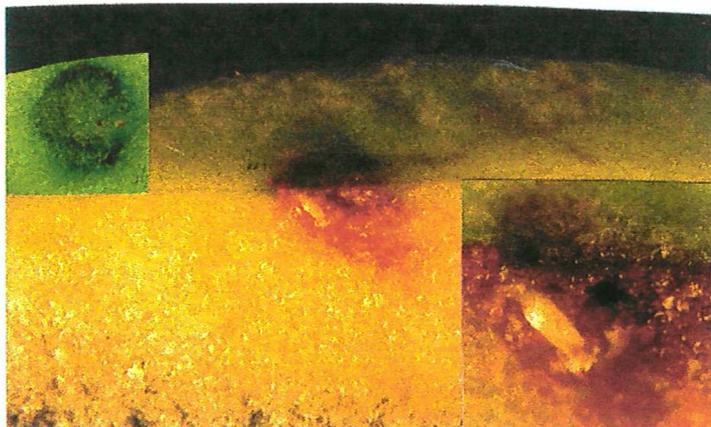


Figura 5 - Corte transversal no ponto da punctura da mosca e a presença do ovo/córion , caracterizando o dano pela mosca-das-frutas.

As observações feitas neste trabalho indicam variação entre os genótipos na incidência de puncturas da mosca-das-frutas que resultaram em manchas de cortiça. Assim, enquanto em '21.300.21', 'King Delicious', 'D1R99T188' e 'Senshu' mais de 80% das puncturas provocaram os referidos sintomas, esse número, nos genótipos Granny Smith, Belgolden 17, Fuji 2, Pome 17 e Pome 3, não ultrapassou 25%, destacando-se ainda a cultivar Duquesa, onde não foram verificadas estas manchas de cortiça (Tabela 5).

Tabela 5 – Número de puncturas da mosca-das-frutas e porcentagem delas que resultou em manchas de cortiça. EECD/EPAGRI, janeiro de 1997.

Genótipos	Época de maturação	Número de puncturas	Puncturas que resultaram em manchas de cortiça (%) ^{1/}
21.300/21	março	45	95,0 a
King Delicious	março	50	92,3 ab
D1R99T188	março	68	84,7 ab
Senshu	março	59	83,5 ab
Sansa	janeiro	105	62,5 b
Melrose	março	149	60,9 b
Pome 3	janeiro	406	23,3 c
Pome 17	fevereiro	290	23,3 c
Fuji 2	abril	40	19,5 c
Belgolden 17	março	370	12,9 c
Granny Smith	abril	85	5,0 c
Duquesa	janeiro	256	apenas puncturas

^{1/} As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Observou-se que nas cultivares de maturação tardia, com exceção de Fuji 2 e Granny Smith, estes sintomas foram mais intensos, mesmo sendo menos atacadas no campo, em relação ao número de puncturas (Tabela 5). Isto provavelmente se deva ao fato desses genótipos, justamente por apresentarem maturação tardia, disporem de mais tempo para a formação das manchas de cortiça. As cultivares de maturação precoce, como a Pome 3, a Pome 17 e a Duquesa, mesmo tendo sido as mais atacadas pela mosca, apresentando maior número de puncturas, tiveram menor porcentagem de manchas. Esses genótipos, por ocasião do ataque, provavelmente já estavam em fase de

maturação (quando o processo de desenvolvimento dos tecidos já está praticamente completado) não havendo, conseqüentemente, mais tempo para a formação das manchas de cortiça.

4.3 Preferência para oviposição de *A. fraterculus* em genótipos de macieira em condições de semi-campo

Os resultados indicam variação na preferência para oviposição de *A. fraterculus*, observando-se que os genótipos do grupo 'Golden Delicious' foram mais suscetíveis que os do grupo 'Delicious' (Tabela 6).

Em termos de visitas, tanto no grupo 'Golden Delicious' como no grupo 'Delicious' houve, de modo geral, aumento da incidência de moscas à medida que passaram as gerações. Provavelmente, isto se deva à maior atratividade dos frutos das cultivares liberadas mais recentemente e que foram selecionadas pelos melhoristas pela boa aparência (todas vermelhas sobre fundo amarelo).

Por outro lado, observou-se, em relação ao número de puncturas, que no grupo 'Golden Delicious' a média observada nos genótipos pais (P) foi maior que as médias nos genótipos descendentes (gerações F1, F2 e F3), diminuindo esse número, portanto, com o passar das gerações (Tabela 6). Os genótipos geneticamente mais próximos de 'Golden Delicious' foram os mais suscetíveis à mosca-das-frutas.

Tabela 6 - Número de visitas (V) e puncturas (P) de *A. fraterculus* em genótipos de macieira dos grupos 'Golden Delicious' e 'Delicious' em condições de semi-campo. EECD/EPAGRI, março/abril de 1994.

Grupo 'Golden Delicious'	Média		Grupo 'Delicious'	Média	
	V	P		V	P
P Golden Delicious (100%)	2,3	2,1	Hi-Early ^{2/} (100%)	1,3	0,0
Auvil ^{1/} (100%)	2,6	2,2	Red King ^{2/} (100%)	0,9	0,2
			Ruby ^{2/} (100%)	2,0	0,5
Média (P)	2,45	2,15		1,4	0,2
F1 Gala (50%)	1,1	2,3	Fuji (50%)	1,3	0,2
Rainha (50%)	1,7	0,1	Romu 50 (50%)	2,1	0,1
Hatsuaki (50%)	2,9	1,7	Melrose (50%)	1,7	0,6
Média (F1)	1,9	1,37		1,7	0,3
F2 Princesa	3,4	0,2	Malus 55/91	4,9	1,8
Fred. Hough	7,3	2,2	Malus 67/90 (25%)	3,1	1
Malus 18/92	5,8	0,7	Chieftain	2,9	0,1
Sansa (25%)	1,4	1,6	Malus 70/90	5,6	1,5
Malus 1/89	1,7	1,2	Senshu (25%)	1,7	0,8
Mollie's Delicious	1,8	0,8	Malus 49/90	2,3	1,8
Média (F2)	3,56	1,10		3,42	1,17
F3 Malus 13/91	1,5	0,2	Malus 24/93	6,8	0,6
Malus 23	0,5	0,4	Priscilla	3,0	0,7
Malus 51/90	5,7	1,4	Malus 72/90	6,0	1,7
Coop 25	4,5	0,5			
Malus 1/90	1,9	0,3			
Média (F3)	2,82	0,56		5,27	1,00
Média Geral	2,88	1,12		3,04	0,77
Desvio padrão	1,89	0,79		1,82	0,62
Variância	1,95	0,81		1,88	0,65

^{1/} Mutação somática de 'Golden Delicious'

^{2/} Mutação somática de 'Delicious'

No grupo 'Delicious', o número médio puncturas nos genótipos pais (P) e nos filhos de primeira geração (F1) foram menores que naqueles das gerações seguintes (F2 e F3). A proporção média do aumento de visitas a partir da geração P foi maior no grupo 'Delicious' que no grupo 'Golden Delicious'. Entretanto, não se verificou aumento proporcional do número de puncturas, sugerindo a menor preferência para oviposição da mosca-das-frutas no grupo Delicious (Tabela 6).

A diminuição da suscetibilidade ao longo das gerações do grupo 'Golden Delicious' pode ser atribuída a um provável efeito do cruzamento com genótipos menos atacados (Grupo 'Delicious').

No grupo 'Delicious', ao contrário do grupo 'Golden Delicious', os pais 'P' ('Hi-Early', 'Red King' e 'Ruby') e os filhos 'F1' ('Fuji', 'Romu 50' e 'Melrose'), manifestaram baixa incidência de moscas-das-frutas, principalmente quanto às puncturas, porém ocorreu aumento da suscetibilidade em F2 e F3 (Tabela 6). Por raciocínio análogo, pode ter havido, nesse caso, efeito de diluição dos fatores de não preferência, conduzindo a uma condição de maior preferência, principalmente nos genótipos em cujo "pedigree" existe, além de 'Delicious', participação da 'Golden Delicious, como por exemplo, em 'Malus 67/90', cujos progenitores são os genótipos Fuji (filha de 'Delicious') e Gala (filha de 'Golden Delicious').

No grupo 'Golden Delicious' ocorreu, em todas as gerações estudadas, uma relação "visitas/puncturas" menor que no grupo 'Delicious', ou seja; houve mais ataque da mosca-das-frutas nos genótipos do grupo 'Golden Delicious'. No grupo 'Delicious', os frutos da geração F3 atraíram mais moscas que os de F3 do grupo 'Golden Delicious'. Entretanto, isto não resultou em aumento proporcional do número de puncturas.

4.4 Avaliação do grau de dano de *A. fraterculus* em diferentes genótipos de macieira em condições de laboratório

4.4.1 Experimento I (Ciclo 94/95)

Os resultados de infestação de laboratório indicaram que, dentre as 5 cultivares testadas, Royal Red Delicious e Fuji foram as mais resistentes, com graus médios de dano de 1,2 e 1,6, respectivamente, diferindo estatisticamente da cultivar Gala, a mais suscetível, com grau de dano de 3,4 (Figura 6).

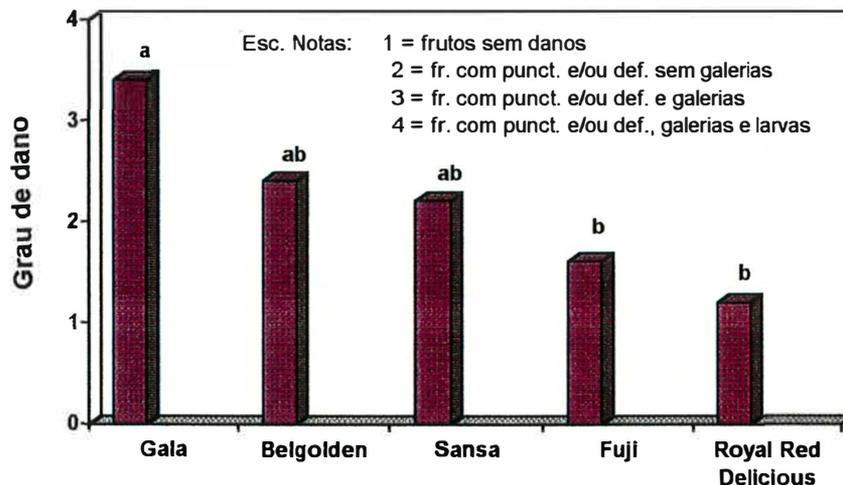


Figura 6 - Dano de *A. fraterculus* em frutos de 5 genótipos de macieira, em condições de laboratório, EECD/EPAGRI, SC. Março, 1995.

As cultivares Belgolden e Sansa (grupo 'Golden Delicious') apresentaram graus de danos intermediários. É importante ressaltar que as cultivares do grupo 'Golden Delicious' apresentaram danos em todos os graus, enquanto as cultivares do grupo 'Delicious' ('Royal Red Delicious' e 'Fuji') apresentaram danos apenas nos graus 1 e 2 (Figura 7).

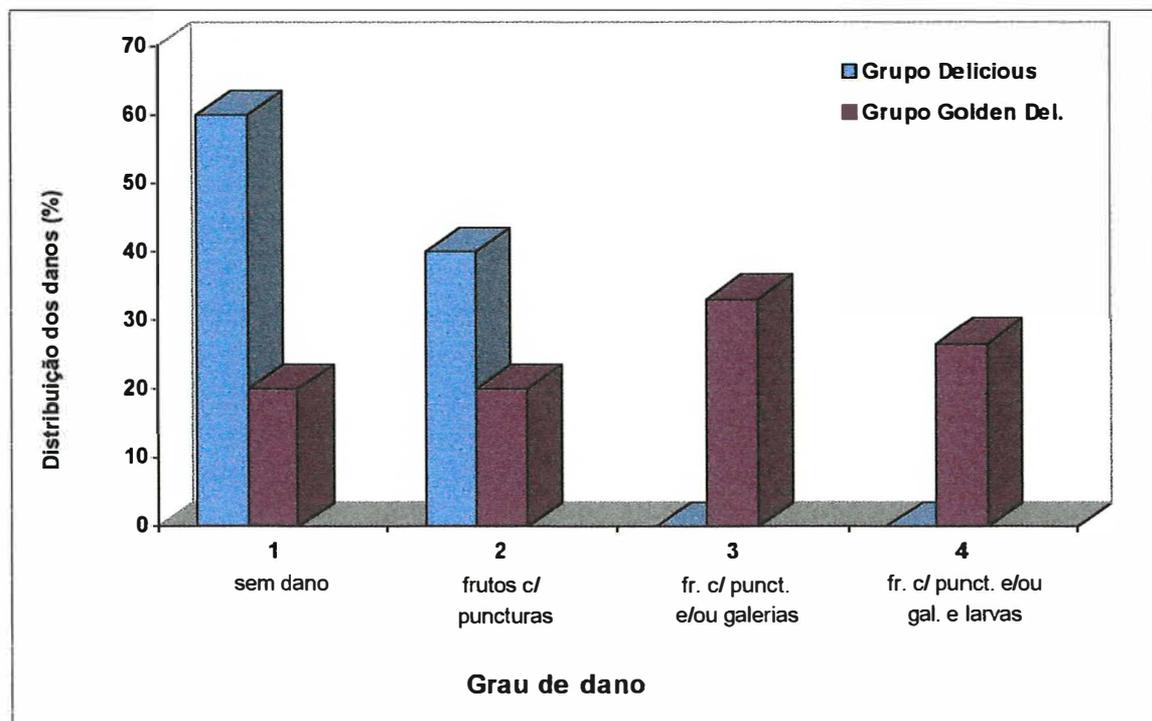


Figura 7 - Distribuição dos graus de danos de *A. fraterculus* em frutos das principais cultivares dos grupos 'Golden Delicious' e 'Delicious'.

Goonewardene et al. (1979), em estudos de não-preferência observaram, que a cv. Starking Delicious foi mais resistente ao dano pela mosca-das-frutas *R. pomonella* que as cvs. Jonathan e Golden Delicious.

Orth (1986) observou, em estudos realizados em Caçador, que a 'Royal Red Delicious', outra cultivar proveniente de mutação somática de 'Delicious', apresentou o menor nível de ataque da mosca-das-frutas em condições de campo, confirmando os resultados obtidos neste experimento.

Os resultados deste estudo indicam que as cultivares do grupo 'Delicious', em geral, são mais resistentes a *A. fraterculus* que as cultivares do grupo 'Golden Delicious'. A cv. Gala foi a mais suscetível entre as cultivares testadas. Em comparação com as cvs. Fuji e Royal Red Delicious, 'Gala'

apresentou o maior grau de dano. As cvs. Belgolden e Sansa (mãe e filha da 'Gala', respectivamente) apresentaram graus de danos intermediários.

4.4.2 Experimento II (Ciclo 95/96)

A cv. Priscilla, portadora de alta resistência à sarna da macieira (*Venturia inaequalis*), foi a menos danificada pela mosca, nesse experimento, apresentando o menor grau de dano (1,3) diferindo estatisticamente dos genótipos Coop 14 e Mutação Gala (descendentes da cv. Golden Delicious) (Figura 8).

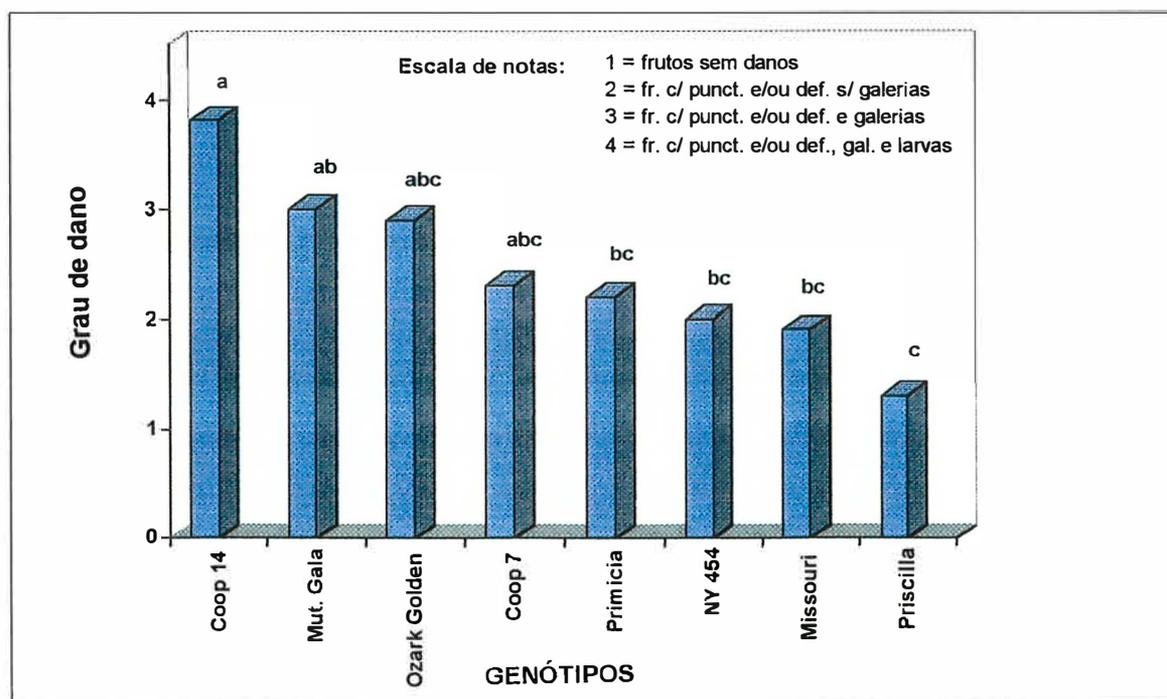


Figura 8 - Dano de *A. fraterculus* em frutos de 8 genótipos de macieira, em condições de laboratório, EEC/EPAGRI, SC. Março, 1996.

Excetuando os genótipos Coop 7 e Coop 14 (com pedigree complexo), os demais genótipos que apresentaram alta suscetibilidade são descendentes em alto grau de 'Golden Delicious', em contraposição aos descendentes de 'Delicious' que foram menos danificados (Figura 9).

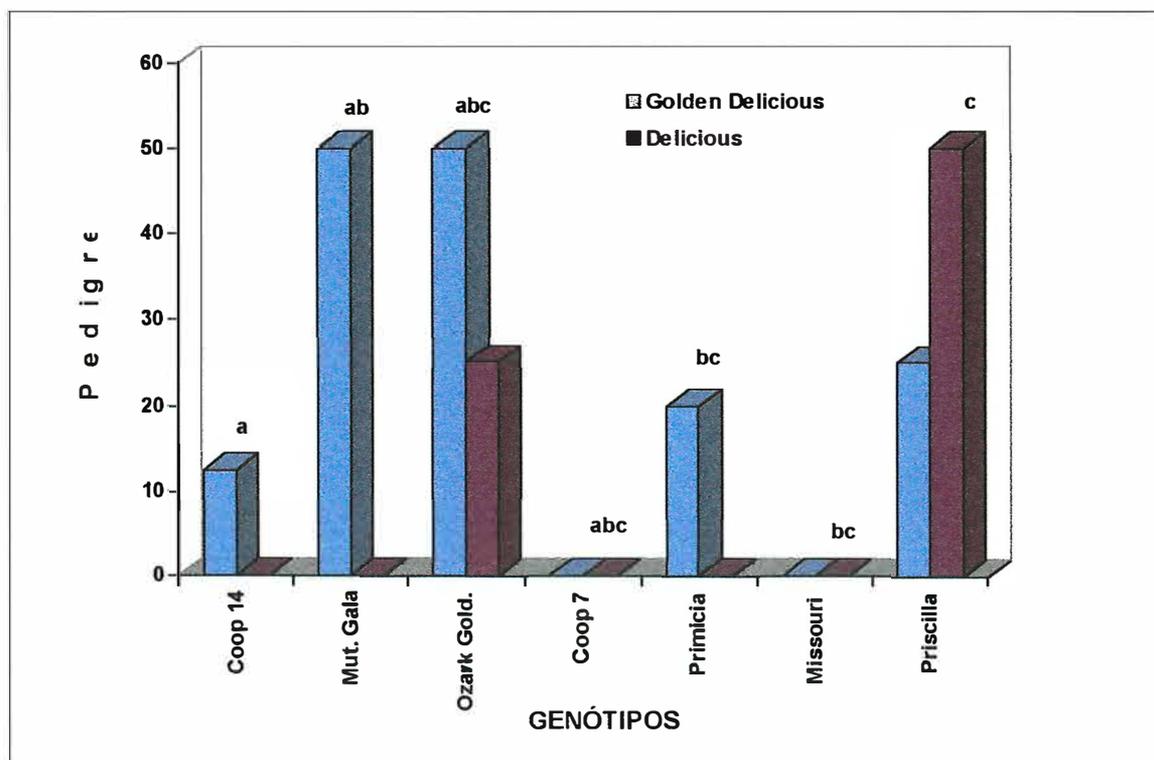


Figura 9 - Porcentagem do "pedigree" da 'Golden Delicious' e/ou 'Delicious' nos genótipos infestados.

Os genótipos Ozark Gold, Coop 7, Primícia, Ny 454 e Missouri apresentaram graus de danos intermediários. Dentre estes, a participação genética dos clones Golden Delicious e Delicious é conhecida apenas nos clones Ozark Gold (50 % Golden Delicious e 25 % Delicious) e Primícia (20 % Golden Delicious).

Neste teste, verificou-se que a cultivar Priscilla, descendente da 'Starking Delicious' (Williams et al., 1972), foi a mais resistente ao ataque por *A.*

fraterculus. Os graus de dano foram estatisticamente menores do que nos genótipos 'Coop 14', descendente F3 (bisneto) da 'Golden Delicious' (Williams et al., 1975), e 'Mutaçãõ Gala', descendente direta da cv. Golden Delicious (Brooks & Olmo, 1972). Goonewardene et al. (1975) relatam que 'Jonathan', progenitor em F2 (avô) de 'Coop 14', é uma cultivar altamente suscetível à mosca-das-frutas *R. pomonella*.

Neste experimento, houve maior dano de *A. fraterculus* em maçãs do grupo 'Golden Delicious' (média de 3,0) em relação aos genótipos em cujo pedigree, há também participação de 'Delicious' (média 2,1).

4.4.3 Experimentos III,IV e V (Ciclo 96/97)

4.4.3.1 Experimento III

As cultivares menos atacadas foram Granny Smith e Fuji 2, cujos graus de dano (1,9 e 2,2 respectivamente) diferiram estatisticamente daqueles registrados nas cultivares Gala RW1, Primícia, Imperatriz, King Delicious, Malus 21/92 e Malus 18/92, que foram as mais danificadas, com graus de danos entre 3,7 e 3,9. Os clones Malus 18/92, Pome 3, Belgolden 17 e Senshu apresentaram graus de danos intermediários (Tabela 7). Observou-se, em condições de campo, que Granny Smith e Fuji 2 foram as cultivares menos atacadas pela mosca-das-frutas, apresentando baixo número de puncturas em relação aos outros 10 clones testados.

O menor grau de dano em 'Granny Smith' e 'Fuji 2' está de acordo com os resultados obtidos, em condições de campo, no ciclo 96/97 (Tabela 4), em que os referidos materiais foram os menos atacados pela mosca.

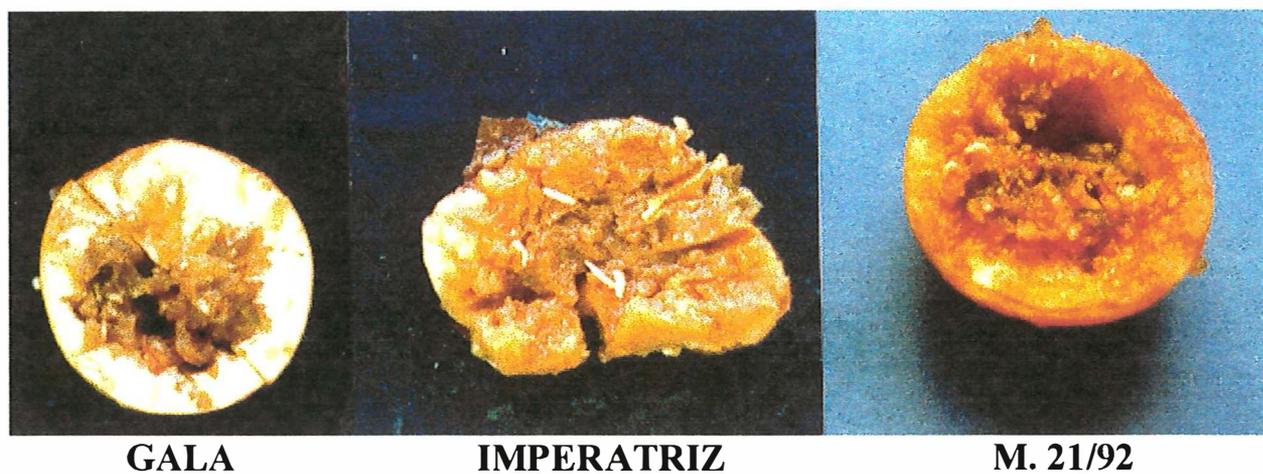
Houve diferença significativa na intensidade de dano nos frutos das cultivares mais atacadas em relação às menos atacadas. As cultivares Belgolden 17, Malus 18/92, Gala RW1 e Imperatriz, todas do grupo 'Golden Delicious', apresentaram, em média, 3 a 6 larvas por fruto. A cultivar Malus 21/92, de sabor doce e epiderme vermelha, apresentou de 6 a 9 larvas por fruto. Nestas cinco cultivares, principalmente na Malus 21/92, as larvas eram grandes, e a polpa dos frutos apresentava-se totalmente destruída (Figura 10, A).

Tabela 7 - Danos de *A. fraterculus* em frutos de 12 genótipos de macieira, em condições de laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10 \%$; fotofase: 12 h.

Genótipos	Grau de dano*	
Gala RW1	3,90	a
Primícia	3,90	a
Imperatriz	3,88	a
King Delicious	3,80	a
Malus 21/92	3,70	a
Malus 18/92	3,50	ab
Pome 3	3,00	abc
Belgolden 17	2,77	abc
Senshu	2,75	abc
Romu 50	2,50	bc
Fuji 2	2,20	c
Granny Smith	1,90	c

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

As cultivares King Delicious e Senshu, pertencentes ao grupo 'Delicious', apresentaram de 1 a 3 larvas por fruto e galerias pequenas. As cultivares Romu 50 e Fuji 2 apresentaram de 1 a 2 larvas por fruto e galerias muito pequenas, praticamente não se percebendo destruição da polpa, enquanto os frutos da cultivar Granny Smith, de epiderme verde e polpa ácida, não apresentaram larvas, mas apenas galerias muito pequenas, já que as larvas que iniciaram o desenvolvimento, morreram nos primeiros ínstares (Figura 10, B) provavelmente devido à inadequação do substrato.



A



B

Figura 10 - Danos causados por *A. fraterculus* em cultivares de macieira, suscetíveis (A) e resistentes (B), em condições de laboratório.

Neste experimento em que os frutos foram submetidos a maior pressão de infestação (100 fêmeas por gaiola) e aumentado o tempo de permanência dos frutos em prateleira (15 dias) em relação aos ensaios anteriores (65 fêmeas/gaiola e 10 dias, respectivamente), constatou-se que os materiais utilizados (os mais e menos atacados nos ciclos 94/95 e 95/96) apresentaram alteração nos graus de dano. Assim, constatou-se que os frutos de 'King Delicious', mutação de Delicious (100% do grupo Delicious), e que por isso deveria manifestar resistência, mostrou-se tão suscetível quanto os frutos das cultivares do grupo Golden Delicious, o que tornou necessária a realização de outros experimentos.

4.4.3.2 Experimento IV

As cultivares Granny Smith e Fuji 2 foram as menos danificadas, com graus de danos 2,5 e 2,9, respectivamente, diferindo significativamente dos genótipos Gala, Malus 21/92, King Delicious e Belgolden 17, que apresentaram os maiores graus de dano (3,9) (Tabela 8). As cvs. EPAGRI-406 Baronesa (Grupo 'Delicious') e Pome 3 (Grupo 'Golden Delicious') apresentaram graus de dano intermediários.

Os genótipos que apresentaram os maiores graus de dano também apresentaram o maior número de larvas. 'Malus 21/92' foi o genótipo que apresentou o maior número de larvas (12,5), seguido por 'King Delicious' (7,7), 'Gala' (6,4) e 'Belgolden 17' (3,4). Os genótipos EPAGRI-406 Baronesa, Pome 3, Fuji 2 e Granny Smith foram os que apresentaram o menor número de larvas/fruto (0,1 a 1,3) (Tabela 9).

Tabela 8 - Grau de dano de *A. fraterculus* em frutos de 8 genótipos de macieira, em condições de laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h.

GENÓTIPOS	"Pedigree" (%)		Grau de dano	
	'Golden Delicious'	'Delicious'		
Gala comum	50		3,90	a
Malus 21/92	25		3,90	a
King Delicious		100	3,90	a
Belgolden 17	100		3,89	a
EPAGRI-406 Baronesa		25	3,50	ab
Pome 3	50		3,20	bc
Fuji 2		50	2,90	cd
Granny Smith			2,50	d

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Além do número reduzido, as larvas encontradas nas cvs. Fuji 2 e Granny Smith eram pequenas e, desse modo estes genótipos novamente manifestaram resistência à mosca-das-frutas *A. fraterculus*. Já, a cultivar King Delicious confirmou os resultados obtidos em testes anteriores, nas quais revelou ser suscetível ao desenvolvimento larval dessa espécie.

Tabela 9 - Número médio de larvas de *A. fraterculus* por fruto em 8 genótipos de macieira submetidas à infestação em laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10 \%$; fotofase: 12 h.

GENÓTIPOS	Número de larvas/fruto	
Malus 21/92	12,50	a
King Delicious	7,70	b
Gala comum	6,40	bc
Belgolden 17	3,40	bcd
EPAGRI-406 Baronesa	1,30	cd
Pome 3	1,20	cd
Fuji 2	0,10	d
Granny Smith	0,10	d

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando que 'Fuji 2' do grupo Delicious foi resistente e 'King Delicious' (100% do grupo e mutação da Delicious, mãe da Fuji) mostrou-se suscetível, sugere-se que, a resistência da Fuji possa ser do outro progenitor, a cultivar Rall's Janet. Também a resistência pode ser atribuída a características fisiológicas como a dureza e a coloração da epiderme do fruto. As cultivares EPAGRI-406 Baronesa e Senshu, que também se mostraram pouco danificadas pela mosca, são filhas da Fuji, mas não são irmãs. Melrose, outra cultivar que sempre se mostrou intermediária, é filha da 'Delicious' com a 'Jonathan', uma cultivar suscetível à mosca-das-frutas *R. pomonella*, na América do Norte (Goonewardene et al., 1979).

'King Delicious' é um clone proveniente da mutação de 'Delicious' e apesar do clone ser definido como uma população de indivíduos multiplicados assexuadamente e, portanto com características agronômicas, botânicas e

fenológicas idênticas entre indivíduos, as características fisiológicas e morfológicas como, por exemplo, coloração e dureza da epiderme, podem variar em função das variações climáticas. Talvez este fato também possa explicar porque 'King Delicious' não se mostrou muito atacada no campo, nos estágios iniciais de desenvolvimento, quando a dureza da epiderme é maior e a coloração do fruto ainda é verde. Quando submetida à infestação de laboratório, entretanto, as puncturas realizadas pela mosca levaram ao desenvolvimento de larvas, indicando ser um substrato mais adequado do que 'Fuji', 'EPAGRI-406 Baronesa' e 'Senshu'.

4.4.3.3 Experimento V

Neste experimento, foram testadas apenas cultivares comerciais, de importância agrônômica no sul do Brasil (Tabela 10). Com exceção de Melrose e Fuji 2, as demais foram desenvolvidas pela EPAGRI. Novamente, 'Fuji', com grau de dano de 2,5, foi a menos danificada, diferindo significativamente das cultivares EPAGRI-408 Condessa, Gala RW1 e EPAGRI-403 Fred Hough, cujos graus de dano foram 3,92; 3,58 e 3,50, respectivamente (Tabela 10).

As cultivares Melrose e EPAGRI-406 Baronesa apresentaram graus de dano intermediários. Com relação ao número de larvas, a 'EPAGRI-408 Condessa' também foi a que apresentou o maior valor (8,83), diferindo estatisticamente das demais. Em seguida, destacou-se a 'Gala RW1', com 3,67 larvas/fruto diferindo das cultivares Fuji 2, EPAGRI-406 Baronesa e Melrose (Tabela 11).

Tabela 10 - Grau de dano de *A. fraterculus* em frutos de 6 genótipos de macieira, em condições de laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h.

GENÓTIPOS	"Pedigree" (%)		Grau de dano
	'Golden Delicious'	'Delicious'	
EPAGRI-408 Condessa	37,5		3,92 a
Gala RW1	50,0		3,58 ab
EPAGRI-403 Fred Hough			3,50 ab
Melrose		50,0	3,20 abc
EPAGRI-406 Baronesa	12,5	25,0	3,08 bc
Fuji 2		50,0	2,50 c

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

'Fuji 2', foi a mais resistente, não ocorrendo desenvolvimento larval, vindo a seguir os genótipos EPAGRI-406 Baronesa e Melrose, que também apresentaram baixo número de larvas/ fruto (0,17 e 0,40, respectivamente).

Todos os estudos de resistência a *A. fraterculus* realizados no Brasil até o momento evidenciam a preferência para oviposição e, conseqüentemente, maior número de larvas, em maçãs do grupo 'Golden Delicious' em relação às do grupo 'Delicious' (Nora & Reis Filho, 1984; Orth et al., 1986; Kovaleski, 1992; Sugayama, 1995; Branco et al., 1996; Branco et al., 1997).

Tabela 11 - Número médio de larvas de *A. fraterculus* por fruto em 6 genótipos de macieira submetidas à infestação em laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h.

GENÓTIPOS	N° de larvas/fruto*	
EPAGRI 408 - Condessa	8,83	a
Gala RW1	3,67	b
EPAGRI 403 - Fred Hough	1,42	bc
Melrose	0,40	c
EPAGRI 406 - Baronesa	0,17	c
Fuji 2 **	0,08	c

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Não apresentou nenhuma larva; considerou-se este valor apenas para fins de análise.

4.5 Correlação do ataque de *A. fraterculus* com fatores morfológicos e fisiológicos de genótipos de macieira

Dentre os fatores morfológicos (peso e diâmetro dos frutos) e fisiológicos (coloração da epiderme, firmeza da polpa, dureza da epiderme, sólidos solúveis totais, acidez titulável, pH e amido), os únicos que apresentaram correlação com o número de puncturas, grau de dano e número de larvas por fruto foram a dureza e a coloração da epiderme.

4.5.1 Dureza da epiderme

4.5.1.1 Comparação entre genótipos

Constata-se variação na dureza da epiderme nos 16 genótipos de macieira estudados, destacando-se Granny Smith, Fuji 2, EPAGRI-406 Baronesa e Romu 50 como os genótipos com maior dureza, diferindo estatisticamente dos demais, com exceção de Romu 50 que não diferiu de Malus 18/92.

Os genótipos EPAGRI-408 Condessa, Pome 3, Malus 21/92 e Imperatriz, foram os que apresentaram a epiderme menos dura (Tabela 12).

Tabela 12 - Dureza da epiderme dos frutos de 16 genótipos de macieira.

Genótipos	Dureza média da epiderme (gramas)	
Granny Smith	518,93	a
Fuji 2	460,32	b
EPAGRI- 406 Baronesa	455,39	b
Romu 50	442,24	bc
Malus 18/92	398,42	cd
Senshu	387,41	d
King Delicious	386,92	d
Melrose	375,41	d
Primícia	370,48	d
EPAGRI-403 Fred Hough	364,39	d
Gala RW1	354,53	d
Belgolden 17	353,46	de
EPAGRI-408 Condessa	303,56	ef
Pome 3	297,56	f
Malus 21/92	263,62	fg
Imperatriz	240,60	g

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.5.1.2 Correlações analisadas

4.5.1.2.1 Dureza da epiderme e número de puncturas

Considerando-se os dados de número de puncturas de *A. fraterculus* dos genótipos citados na Tabela 4 e os dados de dureza da epiderme dos respectivos genótipos (Tabela 12) verifica-se que houve correlação negativa

($r = - 0,76$; $P < 0,078$) entre estes dois parâmetros, constatando-se que quanto maior a dureza da epiderme, menor o número de puncturas por *A. fraterculus* em condições de campo, e vice-versa.

4.5.1.2.2 Dureza da epiderme e grau de dano

Considerando-se os dados do grau de dano de *A. fraterculus* dos genótipos citados na Tabela 7 e os dados de dureza da epiderme dos respectivos genótipos (Tabela 12) verifica-se que houve correlação negativa ($r = - 0,71$; $P < 0,009$) entre estes dois parâmetros constatando-se que quanto maior a dureza da epiderme, menor o grau de dano e vice-versa.

4.5.1.2.3 Dureza da epiderme e número de larvas

Também, os dados do número de larvas de *A. fraterculus* dos genótipos citados na Tabela 9 apresentaram correlação negativa ($r = - 0,682$; $P < 0,06$) com os dados de dureza da epiderme dos respectivos genótipos (Tabela 12), constatando-se que quanto maior a dureza da epiderme, menor o número de larvas e vice-versa. Também houve correlação negativa ($r = - 0,819$; $P < 0,05$) entre estes dois parâmetros para os dados de número de larvas citados na Tabela 11 e a dureza da epiderme dos respectivos genótipos (Tabela 13).

De modo geral, os genótipos que apresentaram os maiores valores para a dureza da epiderme, se mostraram menos suscetíveis ao ataque de *A. fraterculus*, apresentando os menores valores para o número de puncturas, grau de dano e o número de larvas.

Deve-se considerar, entretanto, que nesse teste em que determinou-se o número de puncturas e, conseqüentemente, o grau de dano e o número de larvas, não foi avaliado o número de visitas da mosca. Assim, é possível que

havendo diferença no número de visitas nos diferentes genótipos, o menor ataque da mosca possa estar associado ao menor número de visitas e não, necessariamente, à maior dureza.

Dean e Chapman (1973) mostraram que ocorrem grandes diferenças na sobrevivência larval em variedades comerciais. Cultivares com frutos duros, como, por exemplo, Ben Davis foram hospedeiros inadequados.

Reissig et al. (1990) estudaram a suscetibilidade de 25 clones de macieira a *R. pomonella* e verificaram que as seleções com frutos maiores eram preferidas e que, os clones com frutos menores e mais duros como a cv. Fuji, foram apenas levemente infestados não ocorrendo desenvolvimento larval nesta cultivar.

Carvalho et al. (1996), realizando experimentos nas regiões de Petrolina, PE, e Buritizeiro, MG, com 18 cultivares de manga, constataram que mesmo aquelas que não foram infestadas por *A. obliqua*, em condições de campo, foram infestadas, quando os frutos maduros foram expostos à infestação da praga, em condições de laboratório. Verificaram nestes materiais o desenvolvimento completo de *A. obliqua*, o que indica que a polpa dos frutos de manga não limitaram o desenvolvimento do inseto, sugerindo que na natureza a seleção deste hospedeiro para oviposição é feita com base nas características da casca.

4.5.2 Coloração da epiderme do fruto

4.5.2.1 Comparação entre genótipos

Existe grande variabilidade na coloração dos frutos, entre os 12 genótipos avaliados. A maioria deles (41,70%) apresenta nota 5 (vermelho escarlata sobre fundo amarelo, com ou sem estrias), vindo a seguir os genótipos com nota 2 (vermelho opaco, com o sem estrias, sobre fundo verde

em 40 a 60% da superfície da epiderme) (33,33% deles). As demais notas (1, 3 e 4) foram representadas apenas por 1 genótipo (Tabela 13).

4.5.2.2 Correlações analisadas

4.5.2.2.1 Coloração e número de puncturas

A análise de correlação entre a coloração da epiderme dos frutos e o número de puncturas de *A. fraterculus* (Tabela 13) mostrou significância entre as variáveis, indicando correlação positiva ($r = 0,568$; $P < 0,052$), constatando-se, portanto, que quanto mais intensa a coloração vermelha da epiderme dos frutos sobre fundo amarelo, maior o número de puncturas de *A. fraterculus*.

Tabela 13 - Coloração da epiderme de frutos de diferentes genótipos de macieira e respectivos números médios de puncturas de *A. fraterculus*. EECD/EPAGRI, Caçador, 1997.

Genótipos	Grau de coloração ¹⁷	Número de puncturas
Granny Smith	1	8,5
Fuji 2	2	4,0
Senshu	2	5,9
King Delicious	2	5,0
21.300/21	2	4,5
D1R99T188	2	6,8
Melrose	2	14,9
Pome 3	3	40,6
Belgolden 17	4	37,0
Pome 17	4	29,0
Duquesa	5	25,6
Sansa	5	10,5

¹⁷ Escala de valores: 1 = verde escuro em 100% da superfície da epiderme; 2 = vermelho opaco (com o sem estrias) sobre fundo verde em 40 a 60% da superfície da epiderme; 3 = verde claro em 100% da superfície da epiderme; 4 = amarelo em 100% da superfície da epiderme; 5 = vermelho escarlata sobre fundo amarelo (com ou sem estrias).

4.5.2.2.2 Coloração e grau de dano

A análise de correlação entre a coloração da epiderme dos frutos e o grau de dano de *A. fraterculus* (Tabela 14) mostrou significância entre as variáveis, indicando correlação positiva ($r = 0,823$; $P < 0,0013$). Portanto, quanto mais intensa a coloração vermelha da epiderme dos frutos sobre fundo amarelo, maior o grau de dano causado por *A. fraterculus*.

Tabela 14 - Coloração da epiderme de frutos de diferentes genótipos de macieira e respectivos graus de danos de *A. fraterculus*. EECD/EPAGRI.

Genótipos	Grau de coloração ^{1/}	Grau de dano
Granny Smith	1	1,90
Fuji 2	2	2,20
Romu 50	2	2,50
Senshu	2	2,75
King Delicious	2	3,80
Pome 3	3	3,00
Belgolden 17	4	3,47
Malus 18/92	5	3,50
Malus 21/92	5	3,70
Imperatriz	5	3,88
Gala RW1	5	3,90
Primicia	5	3,90

^{1/} Escala de valores: 1 = verde escuro em 100% da superfície da epiderme; 2 = vermelho opaco (com o sem estrias) sobre fundo verde em 40 a 60% da superfície da epiderme; 3 = verde claro em 100% da superfície da epiderme; 4 = amarelo em 100% da superfície da epiderme; 5 = vermelho escarlata sobre fundo amarelo (com ou sem estrias).

4.5.2.2.3 Coloração e número de larvas

A análise de correlação entre a coloração da epiderme dos frutos e o número de larvas de *A. fraterculus* (Tabela 15) mostrou significância entre as variáveis, indicando correlação positiva ($r = 0,678$; $P < 0,063$), constatando-se, portanto, que quanto mais intensa a coloração vermelha da epiderme dos frutos sobre fundo amarelo, maior o número de larvas de *A. fraterculus*

Tabela 15 - Coloração da epiderme de frutos de diferentes genótipos de macieira e os respectivos números de larvas de *A. fraterculus*. EECD/EPAGRI.

Genótipos	Grau de coloração ^{1/}	Número de larvas
Granny Smith	1	0,10
Fuji 2	2	0,10
EPAGRI-406 Baronesa	2	1,30
King Delicious	2	7,70
Pome 3	3	1,20
Belgolden 17	4	3,34
Gala RW1	5	6,40
Malus 21/92	5	12,50

^{1/} Escala de valores: 1 = verde escuro em 100% da superfície da epiderme; 2 = vermelho opaco (com o sem estrias) sobre fundo verde em 40 a 60% da superfície da epiderme; 3 = verde claro em 100% da superfície da epiderme; 4 = amarelo em 100% da superfície da epiderme; 5 = vermelho escarlata sobre fundo amarelo (com ou sem estrias).

Os resultados obtidos indicam que os frutos com fundo amarelo foram mais preferidos para oviposição de *A. fraterculus* que aqueles com fundo verde. O número de puncturas, grau de dano e número de larvas foram maiores nas cultivares com frutos de epiderme vermelha sobre fundo amarelo em relação às cultivares com frutos de epiderme vermelha sobre fundo verde.

Nakagawa et al. (1978), estudando a atratividade de objetos de madeira de diferentes cores, formas e tamanhos para *C. capitata*, observaram que esferas pretas e amarelas foram mais atrativas entre uma série de combinações de formatos e cores. Segundo este autor, a cor verde atraiu um menor número de fêmeas de *C. capitata*, diferindo estatisticamente das cores preta, amarela, vermelha e azul.

Em laboratório, *C. capitata* e *A. fraterculus* são mais atraídas pelas cores amarela, verde e laranja (Cytrynowics & Morgante, 1982; Bakri, 1990). Segundo estes autores, uma combinação de diferentes características do hospedeiro são integradas hierarquicamente. As moscas-das-frutas selecionam o hospedeiro pela forma, depois pela cor e, finalmente, pelos extratos dos frutos.

Em pêssigo, a preferência para oviposição pela mosca-das-frutas aumenta com o amadurecimento dos frutos, ocorrendo infestação máxima naqueles em estágio final de maturação (Leyva et al., 1991). Nesta fase, os frutos têm o máximo de coloração amarela. Matioli et al. (1988), em estudos sobre a infestação de moscas-das-frutas em pêssigo, constataram que os frutos de coloração amarela foram mais atrativos que os mais claros, principalmente quando possuíam consistência mais firme e maior pilosidade, como no caso das cultivares Real e Campinas. Estes autores deduziram que, como a coloração amarela é considerada um dos principais estímulos visuais à mosca-das-frutas, estas cultivares apresentariam maior atratividade aos adultos, em condições de livre escolha para a oviposição. As mesmas cultivares, também apresentaram os maiores níveis de infestação larval, sugerindo que as fêmeas tenderiam a deixar maior número de ovos naqueles

frutos, onde as condições de sobrevivência das larvas poderia ser menor, em função das características dos frutos naquele estágio.

Segundo Prokopy & Roitberg (1984), o comportamento de oviposição de *A. fraterculus* é influenciado pela estrutura, tamanho, cor e composição química e física dos frutos. Em termos químicos, a aceitação do fruto pela fêmea depende, não só de estímulos positivos como açúcar e ácido, como também de estímulos negativos como fenóis, alcalóides e glicosídeos.

Greany et al. (1983) e Greany et al. (1985) mencionam que a suscetibilidade do citros às moscas-das-frutas varia de acordo com a espécie de mosca e o grau de senescência e o tipo de fruto. Três fatores determinantes parecem estar envolvidos: o comportamento de oviposição do inseto; a concentração de óleo na casca e a consistência da casca. Em citros, a menor consistência da casca em frutos senescentes também é considerada um fator chave na suscetibilidade do fruto ao ataque de *C. capitata* (Bodenheimer, 1951; Coggins & Lewis, 1965; Coggins et al., 1969). Além de ocorrer redução no conteúdo de óleos, verifica-se diminuição da firmeza da casca, o que permite maior sobrevivência larval, devido à menor dificuldade da larva em migrar através da casca para dentro da polpa, onde estão os aleloquímicos não deletérios ao inseto.

A tendência de menor oviposição em frutos esverdeados observada, no presente experimento, está de acordo com Greany et al. (1983), os quais verificaram que os frutos cítricos não sofrem oviposição de tefritídeos nos estágios iniciais de maturação, quando o fruto ainda está verde. Somente após a mudança de cor, quando a casca se torna amarelada, as fêmeas começam a oviposição. Nas cultivares tardias, o ataque por *C. capitata* ocorre quando os frutos atingem o desenvolvimento máximo, iniciando o amarelecimento (Puzzi & Orlando, 1965). Deste modo, o ácido giberélico (GA_3), hormônio regulador de crescimento, que ocorre naturalmente nos frutos cítricos, vem sendo usado para retardar a senescência da casca sem interferir no amadurecimento interno do fruto.

A coloração da epiderme é uma característica comercial muito importante em maçãs. Via de regra, cultivares com epiderme vermelha sobre fundo amarelo são as mais preferidas pelo consumidor. Por outro lado, a dureza da epiderme parece ter relação com algumas características agrônômicas importantes como frigoconservação e resistência a podridões de frutos (testes de laboratório, dados não publicados).

4.5.3 - Outros parâmetros

Embora não tenha havido significância na correlação entre acidez titulável e pH entre grau de dano, houve tendência, nos dois casos, de maior ataque quando os frutos apresentaram menor acidez e maior maior pH (Tabela 16). Smock & Neubert (1950) observaram que, em maçã em fase de maturação, a acidez titulável diminui enquanto o pH sofre acréscimo. Magnabosco (1994) observou que a maior quantidade de frutos de maçã 'Gala' com galerias e larvas vivas no final do desenvolvimento estaria relacionado com o constante acréscimo de pH e decréscimo de acidez, que, segundo (Fagundes, 1971), têm grande influência no desenvolvimento larval de *A. fraterculus*.

Em relação aos demais fatores morfológicos (peso dos frutos e firmeza da polpa) e fisiológicos (amido, teor de sólidos solúveis totais (SST) e SST/ACT (Tabela 16), não houve correlação do grau de dano de *A. fraterculus*, razão pela qual os genótipos não foram comparados estatisticamente em relação a estes fatores.

Tabela 16 - Fatores morfológicos e fisiológicos de frutos de genótipos de maçãs com os respectivos valores de correlação com o grau de dano por *A. fraterculus*.

Genótipos	Grau de dano	Fisiológicos					Morfológicos	
		SST ^{1/}	ACT ^{2/}	pH	Amido	SST/ACT	Firm. polpa	Peso
Gala RW1	3,90	12,77	4,84	3,03	9,95	2,64	44,83	119,81
Imperatriz	3,88	11,70	4,46	3,06	9,73	2,62	53,53	167,47
Malus 18/92	3,50	13,67	3,85	3,19	8,97	3,55	51,67	151,52
Malus 21/92	3,70	13,07	3,54	3,33	10,00	3,69	59,72	145,01
Belgolden 17	3,47	12,10	5,66	2,94	9,30	2,14	40,18	156,02
Pome 3	3,00	5,94	3,74	3,25	10,00	1,59	37,77	125,56
Primicia	3,90	12,50	6,88	3,05	10,00	1,81	40,80	134,33
King Delicious	3,80	13,20	3,52	3,28	8,48	3,75	38,55	165,53
Fuji 2	2,20	13,23	4,33	3,18	8,77	3,06	59,60	193,74
Romu 50	2,50	13,77	3,93	3,21	7,52	3,50	60,18	169,77
Senshu	2,75	13,00	5,28	3,05	9,93	2,46	38,50	173,04
Granny Smith	1,90	13,13	9,84	2,81	7,07	1,33	65,78	153,06
r	-	-0,0168	-0,422	0,092	0,226	0,2963	-0,243	-0,4834
p	-	0,951	0,103	0,736	0,418	0,265	0,364	0,068

^{1/} SST = Sólidos solúveis totais

^{2/} ACT = Acidez titulável

4.6 Correlação entre o número de larvas e o volume de suco dos frutos de macieira

A comparação entre os dados referentes ao volume de suco por fruto revela diferença significativa entre as cultivares testadas, destacando-se 'Fuji' com maior volume (0,57 ml/cm³) enquanto Malus 72/90, Imperatriz e King Delicious, com valores menores e variáveis entre 0,35 e 0,41 ml/cm³ (Tabela 17).

Tabela 17 - Volume de suco extraído e número de larvas de *A. fraterculus* em frutos de 8 genótipos de macieira, durante o ciclo 1996/97.

Genótipos	ml suco/ cm ³ fruto	Número médio de larvas
Fuji	0,57 a	1,6 c
EPAGRI-406 Baronesa	0,54 ab	4,3 bc
Golden Delicious	0,49 bc	6,7 bc
Red Delicious	0,44 cd	3,2 bc
Gala	0,43 cd	9,0 ab
Malus 72/90	0,41 de	5,8 bc
Imperatriz	0,40 de	15,2 a
King Delicious	0,35 e	7,7 b

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Entretanto, correlação do volume com o número de larvas só foi significativo a 11% ($r = -0,60$; $P < 0,1145$) (Tabelas 17). Assim, constata-se que houve apenas tendência de menor número de larvas nas cultivares com maior volume de suco e vice-versa o que fica bem caracterizado na cultivar Fuji e menor na Imperatriz (Figura 11).

As cultivares Fuji, Red Delicious e EPAGRI-406 Baronesa, que apresentaram o maior volume de suco e menor número de larvas são todas do grupo 'Delicious'. As cultivares Gala e Imperatriz pertencentes ao grupo 'Golden Delicious' apresentaram pequeno volume de suco e foram as que apresentaram o maior número de larvas (Tabela 17).

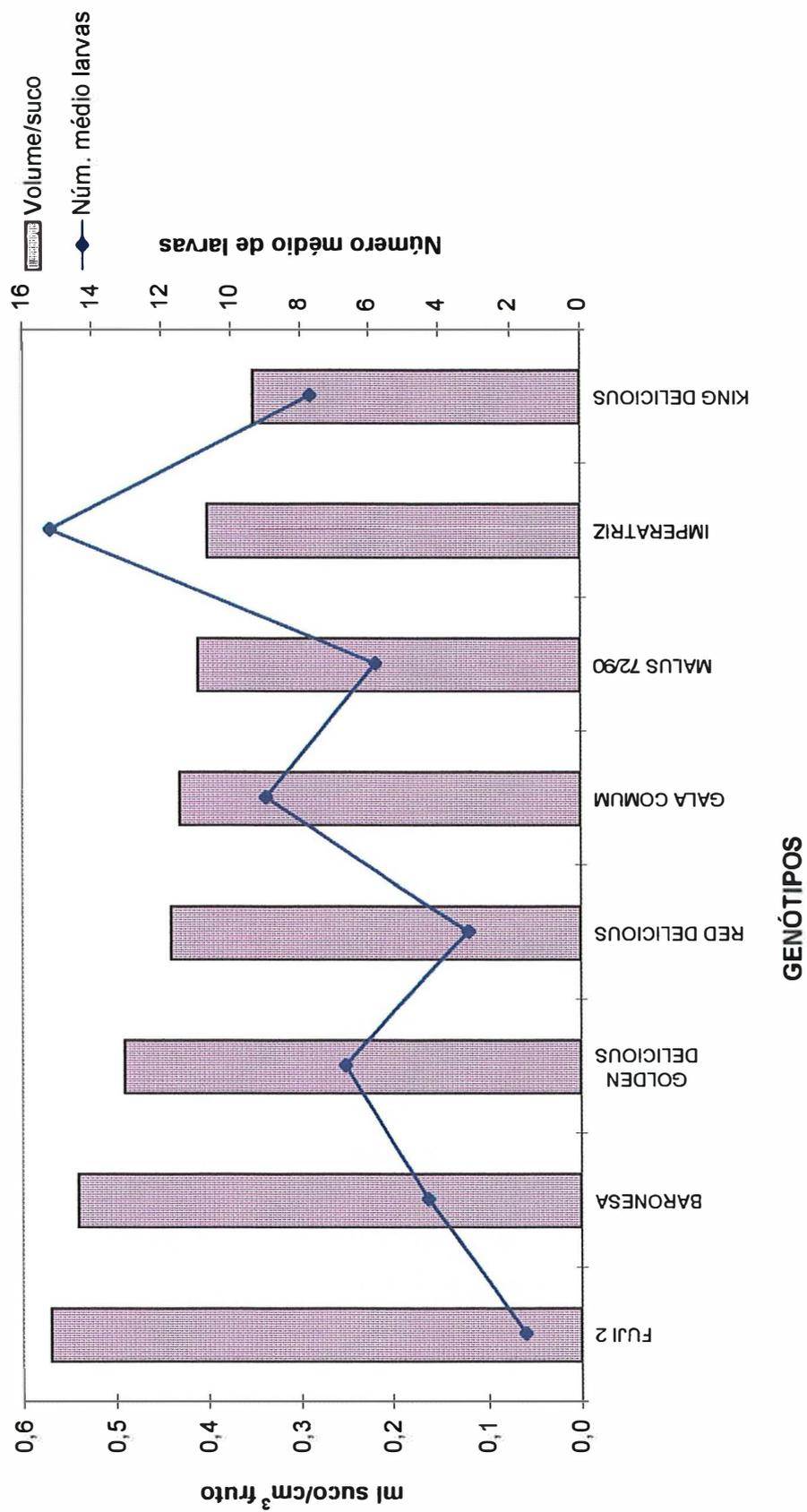


Figura 11 - Relação entre o volume de suco dos frutos de 8 genótipos de maçeira e o número de larvas de *A. fraterculus*.

4.7 Biologia de *A. fraterculus* em 4 cultivares de macieira

4.7.1 Fase de ovo

A viabilidade não foi afetada pelas cultivares nas quais os ovos foram inoculados, verificando-se valores médios variáveis entre 79,70% em 'Granny Smith' e 87,80% em 'Gala' (Tabela 18).

A não influência do substrato sobre esta variável biológica também foi observada por Sugayama (1995), testando ovos da mesma espécie de mosca-das-frutas nas cultivares Golden Delicious, Gala e Fuji.

Tabela 18 - Viabilidade média dos ovos* de *A. fraterculus* inoculados em frutos de 4 cultivares de macieira, em laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10 \%$; fotofase: 12 h.

Cultivares	Número de larvas eclodidas*	Viabilidade (%)**
Gala	263	87,8 a
EPAGRI-408 Condessa	253	84,2 a
Fuji 2	247	82,4 a
Granny Smith	239	79,7 a

* Inoculação de 300 ovos por cultivar.

** As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.7.2 Fase larval

Houve efeito da cultivar utilizada para a criação de *A. fraterculus* sobre a duração da fase larval (incluindo o período de incubação) deste inseto, constatando-se um alongamento desta fase em cerca de 10 dias nas cultivares Fuji 2 (35,36 dias) e Granny Smith (34,74 dias) em relação às cultivares Gala (24,89 dias) e EPAGRI-408 Condessa (24,12 dias), indicando que os dois primeiros genótipos foram menos adequados ao inseto que os dois últimos (Tabela 19).

Tabela 19 - Duração e viabilidade da fase larval de *A. fraterculus* em frutos de 4 cultivares de macieira, em laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h.

Cultivares	Duração (dias)		Viabilidade (%) *	
	Média *	I.V.	Média*	I.V.
Fuji 2	35,36 a	22 - 43	11,53 c	2,22 - 19,96
Granny Smith	34,74 a	27 - 51	9,61 c	2,22 - 15,52
Gala	24,89 b	16 - 38	38,50 b	24,39 - 55,43
EPAGRI-408 Condessa	24,12 b	14 - 35	54,74 a	37,70 - 70,95

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A menor adequação das cultivares Fuji 2 e Granny Smith é confirmada pela observação dos dados de viabilidade larval, onde se verifica que justamente nas cultivares em que houve alongamento da fase larval, cerca de 10% das larvas, atingiram a fase de pupa, enquanto nos demais genótipos, estes valores foram de 38,30% (Gala) e 54,74% (EPAGRI-408 Condessa).

Comparando-se as percentagens diárias de pupação, nos diversos tratamentos, observa-se que o referido parâmetro foi afetado pelo substrato, com valores significativamente mais altos em 'EPAGRI-408 Condessa' e 'Gala' do que em 'Fuji 2' e 'Granny Smith', em todos os períodos. Considerando-se os valores referentes à 50% da pupação, verifica-se que enquanto nas cultivares EPAGRI-408 Condessa e Gala, este valor ocorreu aos 22 dias, em 'Fuji 2' e 'Granny Smith' isso ocorreu aos 35 dias (Figura 12).

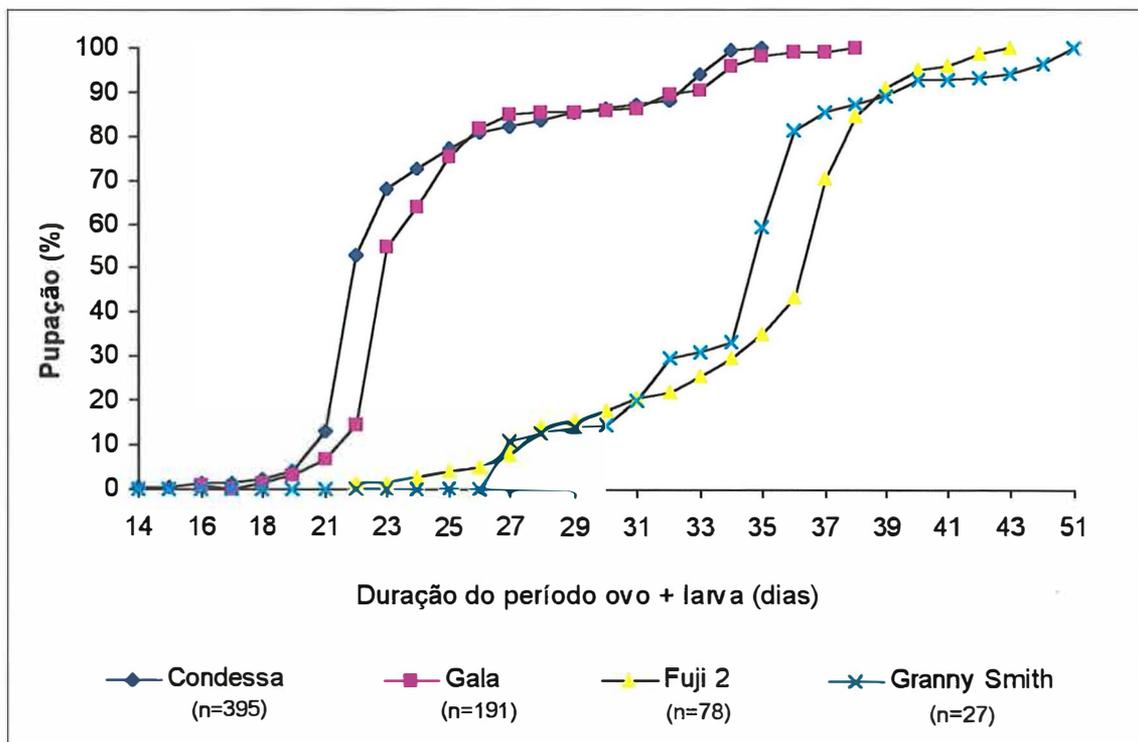


Figura 12 - Relação entre a duração da fase de ovo + larva e a % de pupação de *A. fraterculus* em frutos de quatro cultivares de macieira, em laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10 \%$; fotofase: 12 h.

A menor viabilidade e a maior duração da fase larval em 'Fuji' em relação à 'Gala', está de acordo com os resultados obtidos por Sugayama (1995), que verificou nestes materiais viabilidades larvais de 11,6 e 39,3%, e valores de duração de 25,5 e 19,1 dias, respectivamente.

De acordo com os resultados obtidos pôde ser estabelecida a seguinte escala de adequação para o desenvolvimento de *A. fraterculus* nas cultivares de macieira testadas: EPAGRI-408 Condessa > Gala > Fuji 2 > Granny Smith.

Sugayama (1995), estudando o desenvolvimento de *A. fraterculus* em três cultivares da macieira (Golden Delicious, Gala e Fuji), citou a seguinte escala de adequação: 'Golden Delicious' > 'Gala' > 'Fuji'. Em relação aos frutos imaturos, entretanto, a autora constatou que estas cultivares foram inadequadas.

Sugayama & Malavasi (1994), comparando o desenvolvimento de *C. capitata* em mamão papaia, maçã, laranja e banana, encontraram que o mamão papaia foi o melhor hospedeiro em condições de laboratório, proporcionando viabilidade larval de 38% e duração da fase larval de 12 a 16 dias, enquanto nos demais hospedeiros estes valores foram, de, no máximo, 11% e de 17 a 50 dias, respectivamente.

Reissig et al. (1990) encontraram diferenças no tempo médio de desenvolvimento larval de *R. pomonella* nos diferentes clones infestados em laboratório, registrando uma duração do período larval de 38 dias para 'Sikora' e de 23 dias para os clones Virginia e Whitney. Martins (1986) relatou que a duração da fase larval para *A. fraterculus* à temperatura de 25°C, foi de 14 dias.

O tempo de desenvolvimento larval depende da qualidade do fruto. Foote & Carey (1987) citam que o desenvolvimento é mais rápido em hospedeiros mais adequados. O tempo de desenvolvimento larval depende também do grau de amadurecimento do fruto (Bateman, 1972). Essa variação pode ser atribuída a diferenças na qualidade do substrato em termos de substâncias secundárias (aleloquímicos), afetando o desenvolvimento larval. Bower (1977) descreve que a resistência em maçãs é do tipo antibiose, pois

causa efeito na fase imatura do inseto. Esta hipótese, entretanto, é discutível já que, em níveis elevados, a não-preferência para alimentação também pode afetar o desenvolvimento do inseto, o que pode ser constatado principalmente pelo alongamento da fase imatura e redução do peso pupal. Em estudos sobre a infestação larval de *B. tryoni* em maçãs, Bower (1977) verificou que a cv. Granny Smith apresentou maior inibição ao desenvolvimento larval, principalmente quando a infestação ocorreu nos frutos ainda nos estágios iniciais de desenvolvimento, diminuindo com a maturação do fruto.

Maçãs silvestres (*Malus toringoides*) foram altamente resistentes à mosca-das-frutas *R. pomonella* (Neilson, 1967; Pree, 1977). Este último autor verificou que oito das 19 espécies das maçãs silvestres expostas à oviposição por fêmeas de *R. pomonella*, mostraram total a quase total resistência ao desenvolvimento larval desta praga. Ele correlacionou a resistência com o conteúdo total de fenóis, verificando ser este maior nas espécies silvestres de maçãs do que nas cultivadas suscetíveis, sugerindo haver diferenças qualitativas entre os materiais resistentes e suscetíveis. O conteúdo total de fenóis nas variedades comerciais variou de 50 a 4500 ppm. Todas as variedades eram muito ácidas, mas a acidez não foi correlacionada com a resistência. Quando extratos fenólicos do genótipo resistente Almey e do genótipo suscetível, Pink, foram incorporados à uma dieta à concentração de 5000 ppm, foi verificado efeito no desenvolvimento larval e não houve pupação. A incorporação de derivados de fenóis em dieta à concentração de 1000 ppm, demonstrou que os ácidos o-cumárico, gálico e tânico, quercetina, naringenina e d-catequina impediram o desenvolvimento larval, sendo o ácido o-cumárico o mais tóxico.

A resistência ao desenvolvimento larval de *R. pomonella* em espécies de maçãs silvestres pode estar relacionada com os altos níveis de certos compostos fenólicos (Pree, 1977), embora, o autor tenha discutido que quando estes ácidos eram adicionados em menor concentrações na dieta, o desenvolvimento larval não era inibido e, em certos casos, foi até estimulado.

No entanto, Neilson (1969) relatou que pupas produzidas em dieta artificial contendo estes ácidos resultaram em adultos anormais.

4.7.3 Fase pupal

Apesar dos valores de duração da fase pupal encontrados nas cultivares Fuji 2 e Granny Smith (cerca de 18 dias) serem aparentemente maiores que os registrados em 'Gala' e 'EPAGRI-408 Condessa' (aproximadamente 17 dias), não houve diferença na duração desta fase entre as quatro cultivares testadas (Tabela 20 e Figura 13).

O tempo de desenvolvimento pupal depende de fatores abióticos como a temperatura e do fruto hospedeiro (Sugayama, 1995). A mesma autora, verificou que a duração desta fase foi maior em maçã 'Gala' quando comparada com goiaba (15,51 e 14,15 dias, respectivamente). Martins (1986) relatou que a duração da fase pupal para *A. fraterculus*, à temperatura de 25°C, foi de 13 dias.

Os resultados obtidos indicam que, embora não tenham sido observadas diferenças na duração da fase pupal nos frutos das cultivares estudadas, a percentagem de emergência de adultos variou, sendo significativamente menor nas pupas provenientes das cultivares Granny Smith e Fuji 2 (9,61 e 11,81%, respectivamente) em relação à 'EPAGRI-408 Condessa' (35,58 %) (Tabela 20). Os menores valores obtidos nas cultivares Fuji 2 e Granny Smith indicam a presença de algum fator de inibição na fase larval, refletindo-se em menor "vigor" das pupas nestes materiais. Em termos de viabilidade pupal, Sugayama (1995) obteve 26,5% para a cultivar Gala e mais de 50% em goiaba.

Tabela 20 - Duração e viabilidade da fase pupal de *A. fraterculus* em frutos de quatro cultivares de macieira, em laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10 \%$; fotofase: 12 h.

Cultivares	Duração (dias)		Viabilidade (%)	
	Média*	I.V.	Média	I.V.
EPAGRI-408	17,04 a	16 – 22	35,58 a	16,00 - 72,22
Condessa				
Gala	17,07 a	14 – 22	23,71 ab	7,14 - 55,55
Fuji 2	18,56 a	16 – 26	11,81 b	0 - 100
Granny Smith	18,33 a	18 – 19	9,61 b	0 - 100

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

De forma análoga ao constatado para a viabilidade pupal, também para o peso e para o diâmetro das pupas, foram observadas diferenças significativas, evidenciando que esses parâmetros também foram influenciados pelas cultivares testadas (Tabela 21). Embora os frutos da 'Gala' tenham sido mais preferidos pela mosca-das-frutas, as pupas obtidas por inoculação de ovos nesta cultivar apresentaram peso e diâmetro significativamente menores que as pupas obtidas nas demais cultivares, com exceção do valor de diâmetro em 'Fuji 2'.

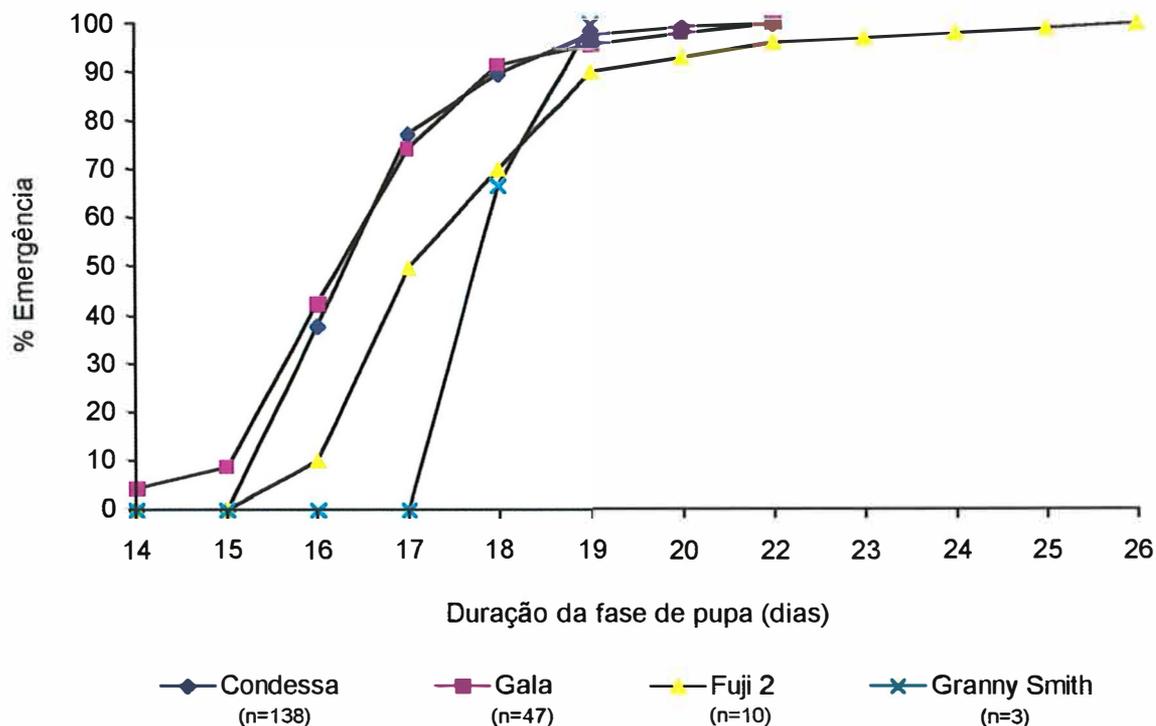


Figura 13 - Relação entre a duração da fase pupal e a % de emergência de *A. fraterculus* em frutos de quatro cultivares de macieira, em laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h.

Provavelmente a obtenção dos valores mais altos para peso e diâmetro das pupas nas cultivares Fuji 2 e Granny Smith, os quais apresentaram menores valores de viabilidade larval do que em Gala (com maior viabilidade) (Tabela 19), se deva a um processo de seleção natural durante as fases de alimentação das larvas, permitindo que os indivíduos mais vigorosos e, conseqüentemente maiores, atingissem a fase pupal.

Tabela 21 - Peso e diâmetro das pupas de *A. fraterculus* obtidas de frutos de quatro cultivares de macieira, em laboratório. Temperatura: 25 ± 1°C; UR: 70 ± 10 %; fotofase: 12 h.

Cultivares	Peso das pupas (mg)		Diâmetro das pupas (mm)	
	Média *	I.V.	Média *	I.V.
EPAGRI-408				
Condessa	14,39 a	13,8 - 17,73	2,37 a	2,19 - 2,53
Granny Smith	12,95 a	8,80 - 14,83	2,31 ab	2,01 - 2,54
Fuji 2	12,83 a	8,75 - 15,77	2,23 bc	2,02 - 2,39
Gala	9,85 b	7,39 - 11,43	2,14 c	1,94 - 2,30

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Entretanto, Sugayama (1995), em estudo realizado com três cultivares de macieira, observou que os maiores valores para peso e diâmetro de pupas foi obtido em 'Gala', seguidos de 'Golden Delicious' e 'Fuji'. A autora afirma que a qualidade do substrato, mais do que os efeitos da competição, é responsável pelas diferenças de tamanho observadas. Segundo Carey (1984) e Harris & Carey (1989), a competição e a qualidade do substrato podem afetar a pupação nos tefritídeos. Provavelmente, o fato das pupas obtidas em 'Gala', terem tamanho e peso menores esteja relacionado com estes fatores.

4.7.4 Período total de desenvolvimento (ovo à emergência do adulto)

A maior duração do período de ovo à emergência do adulto de *A. fraterculus* foram registrados para os insetos (indivíduos) criados nas cultivares Fuji 2 e Granny Smith (53,92 e 53,30 dias, respectivamente), diferindo significativamente, dos períodos registrados nas cultivares EPAGRI-408 Condessa e Gala (41,16 e 41,96 respectivamente) (Tabela 22).

Tabela 22 - Duração e viabilidade do período de ovo à emergência do adulto de *A. fraterculus* em frutos de 4 cultivares de macieira, em laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h.

Cultivares	Duração (dias)		Viabilidade (%)	
	Média (*)	I.V.	Média (*)	I.V.
Fuji 2	53,92 a	45 - 60	1,36 c	0 - 4,43
Granny Smith	53,30 a	46 - 51	0,92 c	0 - 2,22
Gala	41,96 b	39 - 53	9,13 b	2,22 - 22,17
EPAGRI-408 Condessa	41,16 b	38 - 53	19,48 a	8,87 - 33,26

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A duração do ciclo de vida das espécies de mosca-das-frutas depende de diversos fatores, dentre os quais destacam-se pela importância, a temperatura e o tipo de hospedeiro. Martins (1986) relatou que a duração do ciclo de vida para *A. fraterculus* à temperatura de 25°C , foi 30 dias.

Considerando-se ainda o ciclo total, a viabilidade nas diferentes cultivares de macieira foram de 0,92 e 1,36 % para os indivíduos criados nas cultivares Granny Smith e Fuji 2, e 19,48 e 9,13 % para os criados nas

cultivares EPAGRI-408 Condessa e Gala, respectivamente. Em termos gerais, 'Granny Smith' e 'Fuji 2' foram mais resistentes ao desenvolvimento de *A. fraterculus* do que 'EPAGRI-408 Condessa' e 'Gala' (Tabela 22).

Em função justamente dos baixos valores de viabilidade do ciclo total do inseto, o número de adultos emergidos nas cultivares Granny Smith e Fuji 2, foi bastante baixo, insuficiente para a formação de casais para o estudo da fecundidade.

Em maçãs, a duração do ciclo biológico de *A. fraterculus* é maior e apresenta menores viabilidades, quando comparados a outros hospedeiros. No entanto, observa-se que existe diferença no desenvolvimento deste inseto em frutos das diferentes cultivares de macieira. Estudos da biologia de *A. fraterculus* evidenciaram que, de modo geral, existem diferenças na constituição da polpa de diferentes cultivares de macieira que afetam a duração e a viabilidade da fase larval, a viabilidade da fase pupal, o peso e o diâmetro das pupas, percentagem de adultos deformados e a razão sexual, e, em termos gerais, o ciclo total do inseto.

As maçãs têm sido repetidamente apontadas como hospedeiros pouco adequados para tefritídeos, dependendo da cultivar e do estágio de desenvolvimento (Bower, 1977; Pree, 1977 e Reissig et al., 1990). A diferença na adequação da polpa dos frutos das cultivares de macieira para o desenvolvimento deste inseto, indica a existência de algum fator nutricional envolvido neste processo, presente em proporções diferentes nas cultivares testadas. É possível que substâncias secundárias, compostos fenólicos, segundo Pree (1977), estejam envolvidos, afetando o consumo e a utilização do alimento.

Sabe-se que num substrato alimentar em que o desenvolvimento de um inseto é mais lento, ocorre uma redução no número de gerações desse inseto num determinado período. Considerando este aspecto, as cultivares de macieira Granny Smith e Fuji 2 nas quais se observou um ciclo biológico de *A. fraterculus* mais prolongado, são comercialmente mais interessantes para o

cultivo em regiões onde este inseto é praga importante, porque nestas cultivares o crescimento populacional da mosca será mais lento. Haveria um desenvolvimento menor desta praga nos frutos que permanecerem no campo.

4.7.5 Fase adulta

A maior percentagem de adultos deformados (asas retorcidas) (66,70%) foi registrada em indivíduos oriundos das larvas alimentadas da polpa da cultivar Granny Smith, vindo a seguir as cultivares Gala, EPAGRI-408 Condessa e Fuji 2 com valores 19,15; 10,14 e 10,00 %, respectivamente. De modo geral, houve tendência das pupas menores, oriundas das cultivares Gala e Fuji 2, apresentarem maior percentagem de adultos deformados.

A razão sexual foi maior nas cultivares Granny Smith, Gala e EPAGRI-408 Condessa (0,67; 0,60 e 0,52 respectivamente) que em 'Fuji 2' (0,30).

O estudo de oviposição dos adultos obtidos das cultivares EPAGRI-408 Condessa (20 casais) e Gala (12 casais), avaliado durante 70 dias a partir do início do período de oviposição, indicou que as fêmeas de *A. fraterculus* apresentaram um período de pré-oviposição bastante longo, se comparado à mesma espécie em outros substratos.

No presente trabalho, houve diferença na duração do período de pré-oviposição, que foi significativamente mais curto em 'EPAGRI-408 Condessa' (20,10 dias) que em 'Gala' (24,42 dias) (Tabela 23).

Tabela 23 - Duração do período de pré-oviposição de *A. fraterculus* em frutos das cultivares de macieira Gala e EPAGRI-408 Condessa, em laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h.

Cultivares	Período de pré-oviposição (dias)	
	Média	I.V.
Gala	24,42 a	15 - 36
EPAGRI-408 Condessa	20,10 b	11 - 31

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Sugayama (1995) verificou que o início da atividade de postura em 'Golden Delicious' foi aos 19,1 dias de idade e em feijoa aos 30,1 dias. Em outro estudo sobre fecundidade e fertilidade de *A. fraterculus* em goiaba e maçã 'Gala', a autora verificou que o período de pré-oviposição em goiaba foi significativamente mais curto (15 dias) que em 'Gala' (18,4 dias). Comparando o comportamento de oviposição de *A. fraterculus* criada em goiaba e em maçãs 'Gala' em laboratório, a autora verificou que, em 'Gala', ocorre atraso de 11 dias até o início da atividade de postura e a população dos adultos obtidos em maçãs foi reduzida à metade mais rapidamente e a produção de ovos foi menor.

Morgante (1991) relatou que as fêmeas de *A. fraterculus* podem colocar 415 ovos em média. Em alguns casos, observou que a fêmea colocou cerca de 800 ovos durante toda sua vida. Em estudos realizados por Martins (1986), para a mesma espécie, os períodos de pré-oviposição e oviposição foram, respectivamente, 10 e 80 dias, sendo que a frequência de postura foi decrescendo com a idade da fêmea.

Com relação à produção total de ovos, até os 70 dias do período de oviposição das moscas, verificou-se que as 20 fêmeas avaliadas na cultivar EPAGRI-408 Condessa produziram 14.320 ovos e as 12 fêmeas avaliadas na cultivar Gala produziram 5.059 ovos. Avaliando-se, no entanto, os números médios de ovos por fêmea, constata-se que houve efeito do substrato de criação das larvas, verificando-se, em 'EPAGRI-408 Condessa' e 'Gala', valores médios de 716 e 421,6 para número médio de ovos/fêmea. Ocorrendo os valores de 10,97 e 10,15 para número médio de ovos/fêmea/dia e 12,34 e 11,6 para número médio de ovos/fêmea/postura, respectivamente (Tabela 24).

Tabela 24 - Fecundidade das fêmeas de *A. fraterculus* criadas nas cultivares EPAGRI-408 Condessa e Gala. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h.

Cultivares	Número médio de ovos por		
	Fêmea (total)	Fêmea/dia	Fêmea/postura
EPAGRI-408 Condessa	716,0 a	10,97 a	12,34 a
Gala	421,6 b	10,15 a	11,60 a

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Em 'EPAGRI-408 Condessa' houve um decréscimo a partir dos 34 dias de oviposição, e a produção de ovos a partir desse dia ficou sempre abaixo de 12 ovos/fêmea/dia. Para 'Gala', houve um decréscimo já a partir dos 12 dias, com a produção, em média, a partir de então de 10 ovos/fêmea/dia (Figura 14).

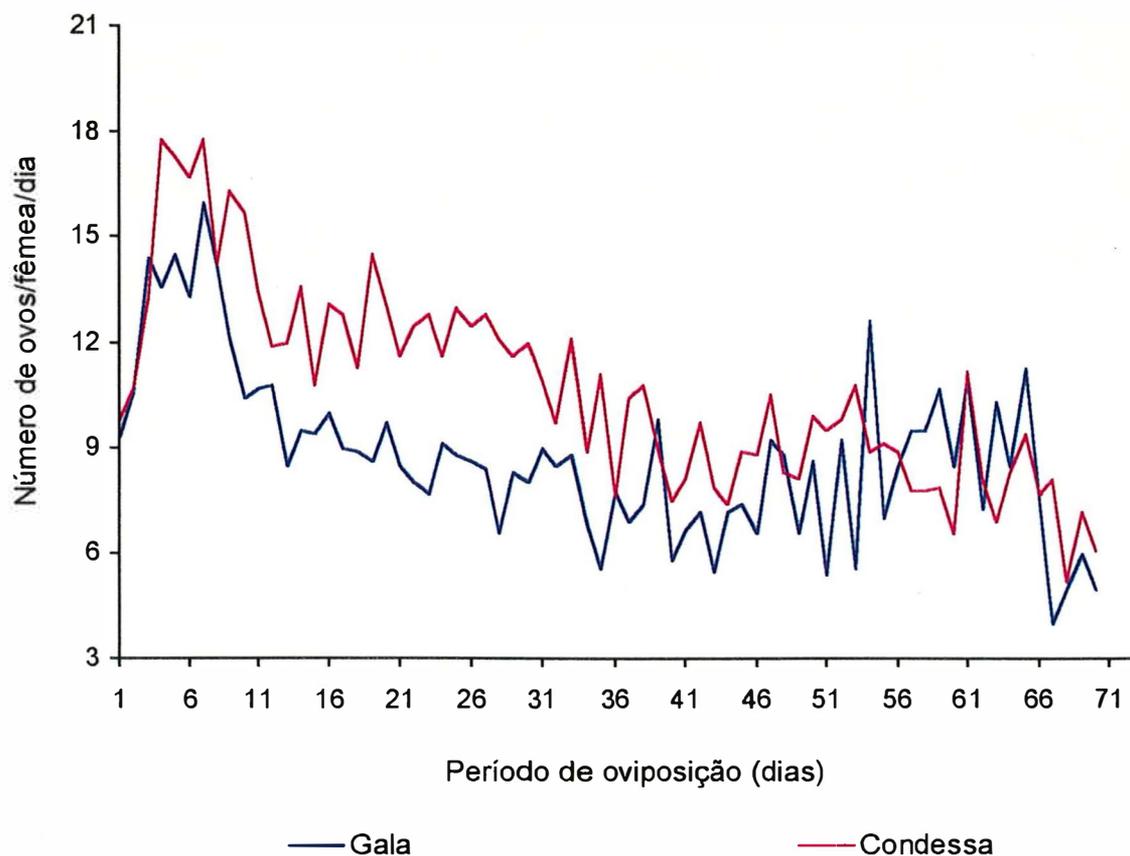


Figura 14 - Produção diária de ovos por fêmeas de *A. fraterculus* criadas em laboratório, em maçãs 'Gala' e 'Condessa'. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h.

Sugayama (1995) verificou que a taxa reprodutiva bruta (ovos/fêmea) foi de 121 para feijoa e 88 para 'Golden Delicious', com número médio de ovos/fêmea/dia de 2,0 e 1,5, respectivamente. A população em maçãs apresentou um pico em torno de 25 dias de vida, reduzindo-se em seguida a produção para cerca de 2 ovos/fêmea/dia. Morgante (1991) descreveu que o número médio de ovos/fêmea de *A. fraterculus* foi de 415 e que as fêmeas chegaram a colocar até 800 ovos durante toda sua vida.

A longevidade média da população (machos + fêmeas) para 'EPAGRI-408 Condessa' e 'Gala' foi 69,29 e 53,72 dias, respectivamente, diferindo estatisticamente da 'Fuji 2' com 15,24 dias (Tabela 25). Com relação à longevidade para machos e fêmeas, isoladamente (analisada apenas para as cultivares EPAGRI-408 Condessa e Gala), não houve diferença estatística.

Verificou-se que os insetos mais longevos, sobreviveram até os 208 e 211 dias para 'EPAGRI-408 Condessa' e 'Gala', respectivamente (Figura 15).

Tabela 25 - Longevidade dos adultos de *A. fraterculus* obtidos dos frutos de 4 cultivares de macieira em condições de laboratório. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10 \%$; fotofase: 12 h.

Cultivares	Longevidade média (dias) *					
	Machos	I.V	Fêmeas	I.V.	Machos + Fêmea	I.V.
EPAGRI-408 Condessa	56,09 a	1 - 201	79,77 a	1 - 208	69,29 a	1 - 208
Gala	61,99 a	1 - 211	61,59 a	1 - 191	53,72 a	1 - 211
Fuji 2	16,93 **	1 - 75	11,00 **	1 - 20	15,24 b	1 - 75
Granny Smith	4,00 **	1 - 4	23,50 **	1 - 28	17,00 **	1 - 28

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Tratamentos não analisados estatisticamente devido ao número insuficiente de dados.

Martins (1986) obteve uma longevidade média de 156,6 dias para os machos e de 87,8 dias para fêmeas de *A. fraterculus*, quando mantidas a 25°C. Morgante (1991) verificou, em estudos de laboratório, que os machos de *A. fraterculus* sobreviveram, no máximo 127 dias e as fêmeas 84 dias.

Sugayama (1995) estudou a biologia de *A. fraterculus* em maçãs 'Gala' e goiaba, verificando que em 'Gala', 100% das fêmeas sobreviveram até a idade de 60 dias e produziram, em média, 251 ovos. Em outro estudo sobre a longevidade de machos e fêmeas em feijoa (hospedeiro primário) e em maçã 'Golden Delicious', a autora descreveu que o tempo médio da população foi de 43,3 dias para feijoa e 31,3 dias para 'Golden Delicious'.

Bressan & Teles (1991) estudou a longevidade de três espécies de mosca-das-frutas do gênero *Anastrepha* em laboratório: *A. obliqua*, *A. sororcula* e *A. bistrigata*, obtendo longevidades máximas para estas espécies de 85,4 e 90,3; 51,1 e 81,9; e 91 e 74,2 dias, para machos e fêmeas, respectivamente.

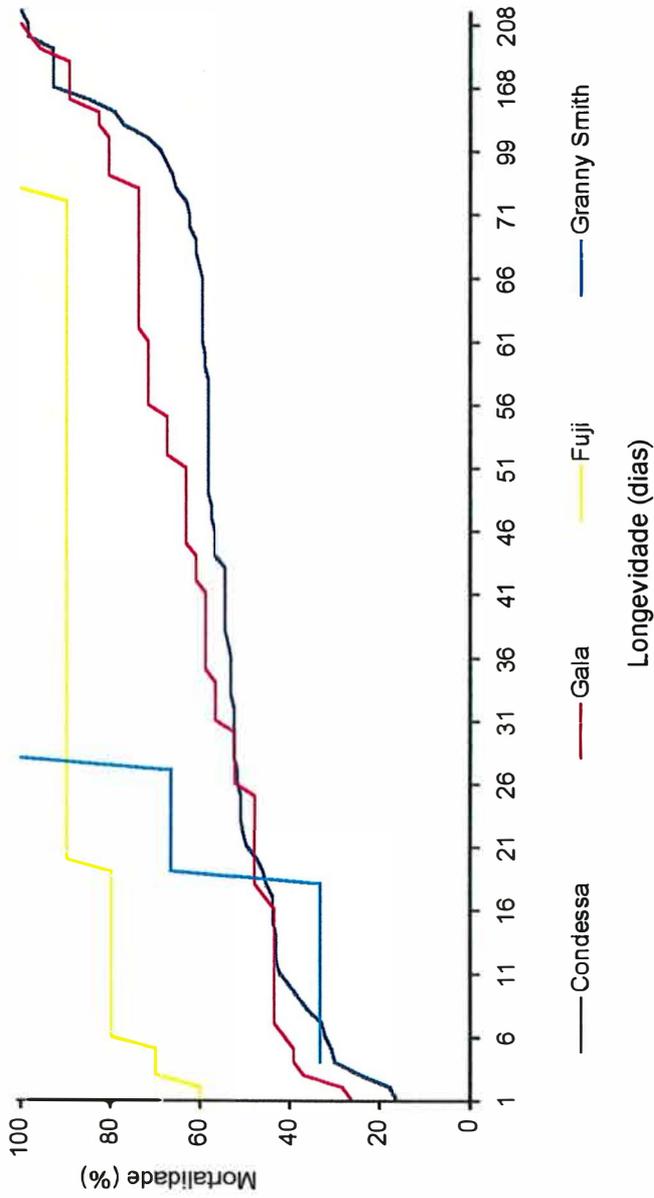


Figura 15 - Relação entre a duração da fase adulta (longevidade) e a mortalidade (%) de *A. fraterculus* em frutos de 4 cultivares de macieira, em condições de laboratório.

Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 12 h.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo permitiram as seguintes conclusões:

1. Existem fontes de resistência à mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) em genótipos de macieira.
2. O pico populacional da mosca-das-frutas em pomares de maçã, na região de Caçador, SC, ocorre nos meses de dezembro e janeiro.
3. O dano (punctura) da mosca-das-frutas em maçã pode levar à formação de manchas de cortiça.
4. Há menor preferência para oviposição e, conseqüentemente, menor grau de dano e menor número de larvas de *A. fraterculus*, em maçãs do grupo 'Delicious' em relação às do grupo 'Golden Delicious' em condições de semi-campo, campo e laboratório.
5. Maçãs com epiderme amarela e/ou com epiderme vermelha sobre fundo amarelo são mais atacadas e danificadas que aquelas com epiderme verde ou vermelha sobre fundo verde.
6. As cultivares Fuji 2 e Granny Smith são as menos adequadas ao desenvolvimento do inseto, alongando a fase larval, reduzindo as viabilidades larval e pupal e o peso de pupas.
7. Adultos provenientes de larvas criadas em 'Gala' apresentam menor fecundidade que aquelas provenientes de 'EPAGRI-408 Condessa', sendo esta a cultivar mais adequada ao inseto.
8. Considerando o desenvolvimento de *A. fraterculus* nas quatro cultivares testadas, a seguinte escala de adequação pode ser estabelecida: EPAGRI-408 Condessa > Gala > Fuji 2 > Granny Smith.
9. As cvs. Fuji 2 e Granny Smith podem ser recomendadas para programas de melhoramento genético, visando à resistência a *A. fraterculus*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR-MENEZES, E. L.; MENEZES, E. B. Flutuação populacional das moscas-das-frutas e sua relação com a disponibilidade hospedeira em Itaguaí, R.J. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, n. 2, p. 223-232, 1996.

ARMSTRONG, J. W. W.; MITCHELL, W. C.; FARIAS, G. J. Resistance of 'Sharwil' avocados at harvest maturity to infestation by three fruit fly species (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. **Journal of Economic Entomology**, v. 76, p. 119-121, 1983.

ARRIGONI, E. B. Dinâmica populacional de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em três regiões do Estado de São Paulo. Piracicaba, 1984. 163p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

AVERILL, A. L.; PROKOPY, R. J. Host-marking pheromones. In: ROBINSON, A. S.; HOOPER, G. (Ed.) **Fruit flies** (their biology, natural enemies and control). Amsterdam: Elsevier, 1989, p. 207-220.

BACK, E. A.; PEMBERTON, C. E. Susceptibility of citrus fruits to the attack of the Mediterranean fruit fly. **Journal of Agricultural Research**, v. 3, n. 4, p. 311-330, 1915.

- BAKRI, A. Chemical ecology of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wied.): Interaction of pheromone with host-plant volatiles. Southampton, 1990. 265p. Thesis (PhD) - University of Southampton.
- BARROS, M. D. Estudo da estratégia de oviposição em três espécies de tefritídeos (Diptera) no estado de São Paulo. São Paulo, 1986. 134 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Biociências, Universidade de São Paulo.
- BARROS, M. D.; NOVAES, M.; MALAVASI, A. Estudos de comportamento de oviposição de *Anastrepha fraterculus* (Wiedmann, 1830) (Diptera: Tephritidae) em condições naturais e de laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v. 12, n. 2, p. 243-247, 1983.
- BATEMAN, M. A. The ecology of fruit flies. **Annals Review Entomological**. v. 17, p. 493-581, 1972.
- BODENHEIMER, F. S. **Citrus entomology in the middle east**. The Hague: W. Junk, 1951. 661p.
- BOLLARD, E. G. Physiology and nutrition of developing fruits. In: HULME, A. L. **The biochemistry of fruits and their products**. Norwich, England: Editorial Goard., 1970, p. 329-421: Physiology and nutrition of developing fruits.
- BOWER, C. C. Inhibition of larval growth of the queensland fruit fly, *Dacus tryoni* (Diptera:Tephritidae) in apples. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 70, n.1, p 97-100, 1977.

- BRANCO, E. S.; DENARDI, F.; VENDRAMIM, J. D.; NORA, I. Damage evaluation of *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) on five apple cultivars under laboratory conditions. In: MEETING OF THE WORKING GROUP ON FRUIT FLIES OF THE WESTERN HEMISPHERE, 2., Viña Del Mar, 1996. **Resumos**. São Paulo: USP, 1996. p. 37.
- BRANCO, E. S.; DENARDI, F.; VENDRAMIM, J. D.; NORA, I. Identificação de fontes de resistência à mosca-das-frutas, *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae), em macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos**. Salvador: SEB, 1997. p. 330.
- BRANCO, E. S.; SUGAYAMA, R. L.; KOVALESKI, A.; MALAVASI, A. Padrão de atividade diária e comportamento de oviposição de *Anastrepha fraterculus* em pomar de macieira. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 41., Caxambu, 1995. **Revista Brasileira de Genética**, v. 18, n. 3, p. 275, 1995. (Suplemento).
- BRESSAN, S.; TELES, M. C. Longevidade e curva de sobrevivência de três espécies do gênero *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) em laboratório. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 35, n. 4, p. 685-690, 1991.
- BROOKS, R. M.; OLMO, H. P. **Register of new fruit & nut varieties**. 2 ed. Berkeley, University of California, 1972, p. 7-120.
- BUSH Jr., G. L. Some notes on the susceptibility of avocados in Mexico to attack by the Mexican fruit fly. **Journal of the Rio Grande Valley Horticultural Society**, v. 11, p. 75-78, 1957.

CANAL-DAZA, N.; KOVALESKI, A.; ZUCCHI, R.A. Levantamento de moscas-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de maçãs em Vacaria, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14, Piracicaba, 1993. **Resumos**. Piracicaba: SEB. 1993. p. 24.

CAREY, J. R. Host-specific demographic studies of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata*. **Ecological Entomology**, v. 9, p. 261-170, 1984.

CARVALHO, R. P. L. Alternativas de controle: métodos culturais, atraentes, resistência vegetal e controle biológico. ENCONTRO SOBRE MOSCAS DAS FRUTAS, 1., Campinas, 1987. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 86-107.

CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S.; MORGANTE, J. S.; FONSECA, N. Susceptibility of different mango varieties (*Mangifera indica*) to the attack of the fruit fly, *Anastrepha obliqua*. In: STECK, G. J.; MCPHERON, B. A. (Ed.). **Fruit fly pest** (a world assessment of their biology and management). Florida: St. Lucie Press, 1996. p. 325-331.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**. Lavras: ESAL/FAPE, 1990. p. 23-63: Aspectos fisiológicos da desenvolvimento de frutos.

COGGINS Jr., C. W.; LEWIS, L. N. Some physical properties of the navel orange rind as related to ripening and to gibberellic acid treatments. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 86, p. 272-279, 1965.

- COGGINS Jr., C. W.; SCORA, R. W.; LEWIS, L. N.; KNAPP, J. C. F. Gibberellin-delayed senescence and essential oil changes in the navel orange rind. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 17, p. 807-809, 1969.
- CYTRYNOWICZ, M.; MORGANTE, J. S.; SOUZA, H. M. L. Visual responses of South American fruit flies, *Anastrepha fraterculus* and Mediterranean fruit flies *Ceratitidis capitata* to coloured rectangles and spheres. **Environmental Entomology**, v. 11, n. 6, p. 1202-1210, 1982.
- DEAN, R. W.; CHAPMAN, P. J. Bionomics of the apple maggot in eastern New York. **Search Agriculture**, v. 3, p. 1-62, 1973.
- DEBOUZIE, D. Étude de la compétition larvaire chez *Ceratitidis capitata* (Diptère, Trypetidae). **Archives de Zoologie Expérimentale et Générale**, v. 118, p. 315-334, 1977.
- DENARDI, F.; CAMILO, P. A. Fred Hough: nova cultivar de macieira com imunidade à sarna. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 16, n. 1, p. 1-6, 1994.
- EBERT, A. Distúrbios Fisiológicos. In: EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual da Cultura da Macieira**. Florianópolis, 1986. p. 493-520.
- FAGUNDES, A. C. Mosca-das-frutas e a "cortiça" das maçãs. **Agronomia Sulriograndense**, v.7, p.35-45, 1971.

FEHN, L. M. Coleta e reconhecimento de "moscas-das-frutas na região metropolitana de Curitiba e Irati, Paraná, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 10, n. 2, p. 209-238, 1981.

FERNANDES, O. A.; TELES, M. M. C. Infestation and injuries caused by fruit flies in citrus orchards of the state of São Paulo, Brazil. In: ALUJA, M.; LIEDO, P. (Ed.) **Fruit flies** (biology and management). New York: Springer-Verlag., 1993. p.151-153.

FOOTE, D.; CAREY, J. R. Comparative demography of a laboratory and a wild strain of the Oriental fruit fly, *Dacus dorsalis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 44, p. 263-268, 1987.

FREEMAN, R.; CAREY, J. R. Interaction of host stimuli the ovipositional response of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Environmental Entomology**, v. 19, n. 4, p. 1075-1080, 1990.

GODFRAY, G. The evolution of clutch size in invertebrates. **Oxford Survey in Evolutionary Biology**, v. 4, p. 117-154, 1987.

GOONEWARDENE, H. F.; HOWARD, P. H. E7-47, E7-54, E29-56 and E31-10 apple germoplasm with multiple pest resistance. **HortScience**, v. 24, n. 1, p. 167-169, 1979.

GOONEWARDENE, H. F.; KWOLEK, W. F.; DOLPHIN, R. E.; WILLIAMS, E. B. Evaluating resistance of apple fruits to four insect pests. **HortScience**, v. 10, n. 4, p. 393-394, 1975.

GOONEWARDENE, H. F.; KWOLEK, W. F.; MOUZIN, T. E.; WILLIAMS, E. B.
A "No Choice" study for evaluating resistance of apple fruits to four insect
pests. **HortScience**, v. 14, n. 2, p. 41-49, 1979.

GREANY, P. D. Gibberelic acid: a potent, biorational new tool for management
of fruit flies. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF
ECONOMIC IMPORTANCE, 4. Sand Key, 1994. **Resumos**. Sand Key:
1994. p IX - 2.

GREANY, P. D.; MCDONALD, R. E.; SCHROEDER, W. J.; SHAW, P. E.;
ALUJA, M.; MALAVASI, A. Use of gibberellic acid to reduce citrus fruit
susceptibility to fruit flies. In: HEDIN, P. A. **Bioregulators for crop
protection and pest control**. New York: ACS, 1994. p. 39-48.

GREANY, P. D.; SHAW, P. E.; DAVIS, P. L.; HATTON, T. T. Senescence-related
susceptibility of Marsh grapefruit to laboratory infestation by *Anastrepha
suspenda* (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v. 68, p. 144-150,
1985.

GREANY, P. D.; STYER, S. C.; DAVIS, P. L.; SHAW, P. E.; CHAMBERS, D. L.
Biochemical resistance of citrus fruits to fruit flies: demonstration and
elucidation of resistance to the Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspenda*.
Entomologia Experimentalis et Applicata, v. 34, p. 40-50, 1983.

HARRIS, E. J.; CAREY, J. R. Laboratory studies of the Mediterranean fruit fly
(Diptera: Tephritidae) in coffee. **Environmental Entomology**, v. 8, p. 103-
110, 1989.

- HENDRICH, J.; HENDRICH, M. A. Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in nature: location and diel pattern of feeding and other activities on fruiting and non fruiting hosts and non hosts. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 83, p. 632-641, 1991.
- HENNESSEY, M. K.; KNIGHT, R. J. Relative resistance of avocado germoplasm to Caribbean fruit fly. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE, 4., Sand Key, 1994. **Resumos**. Sand Key: 1994. p IX - 3.
- HENTSCHKE, R. **Maçã** (estudo da situação catarinense frente ao Mercosul). Florianópolis: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina, 1994. 70p.
- HICKEL, E. R. Pragas do pessegueiro e da ameixeira e seu controle no Estado de Santa Catarina. Florianópolis: EPAGRI, 1993. 45p. (Boletim Técnico, 66).
- HICKEL, E. R.; DUCROQUET, J. P. H. J. Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) relacionada com a fenologia de frutificação de pêsego e ameixa em Santa Catarina. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 22, n. 3, p. 591-596, 1993.
- HUMERES, E.; CRUZ, I. B. M. da; BICA, C. Bases para o manejo da resistência de artrópodes a pesticidas na cultura da macieira. In: : EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Desenvolvimento de tecnologia na cultura da macieira para o Sul do Brasil**: Relatório técnico Caçador, 1996.

JOEL, D. M. Resin ducts in the mango fruit: a defense system. **Journal of Experimental Botany**, v. 31, n. 125, p. 1707-1718, 1980.

JOEL, D. M. The secretory ducts of mango fruits: a defense system effective against the Mediterranean fruit fly. **Israel Journal Botanical**, v. 27, n. 1, p. 44-45, 1978.

KERFFORD, J.F.; CHANDLER, B. V. **The chemical constituents of citrus fruits**. New York: Academic Press, 1970. 246 p.

KOVALESKI, A. Manejo da mosca-das-frutas em macieira. **Jornal Agapomi**, n.87, p.4, set., 1992.

KOVALESKI, A. Processos adaptativos na colonização da maçã (*Malus domestica* L.) por *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) na região de Vacaria, RS. São Paulo, 1997. 122 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências - Universidade de São Paulo.

KOVALESKI, A.; SUGAYAMA, R.L.; MALAVASI, A. Ecologia de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) associada à macieira no Sul do Brasil. 41º Congresso Nacional de Genética, Caxambu, MG. **Revista Brasileira de Genética**, v. 18, n.3, p.274, 1995 (Suplemento).

LARA, F. M. **Princípio de resistência de plantas a insetos**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

LEITE, D. L.; CARVALHO, R. P. L.; KOVALESKI, A. Pragas da pera. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10., Rio de Janeiro, 1986. **Resumos**. Rio de Janeiro: SEB, 1986. p. 370.

- LEYVA, J. L.; BROWNING, H. W.; GILSTRAP, F. E. Development of *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae) in several host fruit. **Environmental Entomology**, v. 20, n. 4, p. 1160-1165, 1991.
- LIEDO, P.; CAREY, J. R.; CELEDONIO, H.; GUILLEN, J. Size specific demography of three species of *Anastrepha* fruit flies. **Entomologia Experimental et Applicata**, v. 63, p. 135-142, 1992.
- LIGHT, D.; JANG, E. Plant volatiles evoke and modulate tephritid behavior. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE, 4., 1994. **Resumos**. Sand Key, 1994. p. V - 1.
- LIQUIDO, N. J; SHINODA, L. A.; CUNNINGHAM, R. T. Host fruits of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae), annotated world review. **MPPEAL**, v. 77, p. 1-77, 1991.
- LORENZATO, D. Controle integrado de moscas-das-frutas em frutíferas rosáceas. **Ipagro Informa**, n. 31, p 57-70, 1988.
- MAGNABOSCO, A. L. Influência de fatores físicos e químicos de maçãs, cv. Gala, no ataque e desenvolvimento larval de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae). Pelotas, 1994. 95p. Dissertação (M. S.) - Universidade Federal de Pelotas.
- MALAVASI, A. Estudos de duas espécies crípticas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). São Paulo, 1984. 189 p. Tese (Livre Docência) – Instituto de Biociências - Universidade de São Paulo.

- MALAVASI, A.; DUARTE, A. L. A.; SANTOS, J. A. Use of gibberellic acid to reduce susceptibility of citrus to fruit flies in Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE, 4., Sand Key, 1994. **Resumos**. Sand Key: 1994. p. IX - 4.
- MALAVASI, A.; MARTINS, D. S. Status of Papaya 'Solo' as fruit flies host in Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE, 4., Sand Key, 1994. **Resumos**. Sand Key: 1994. p. V-2.
- MALAVASI, A.; MORGANTE, J.S. Biologia de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae). II Índice de infestação em diferentes hospedeiros e localidades. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 40, n.1, p.30, 1980.
- MALAVASI, A.; MORGANTE, J.S.; PROKOPY, R. J.. Distribution and activities of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) flies on host and nonhost trees. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 76, p. 286-292, 1983.
- MALAVASI, A.; MORGANTE, J.S.; ZUCCHI, R.A. Biologia das moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). I. Lista de hospedeiros e ocorrência. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 40, p. 17-24, 1980.
- MARICONI, F. A. M.; IBA, S. A mosca do mediterrâneo. **O Biológico**, v. 21, n. 2, p. 17-32, 1955.
- MARTINS, D.S.; BENASSI, V.L.R.M.; CHARMELO, L.C.L.; MALAVASI, A. Infestação forçada de *Ceratitis capitata* e *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) em mamoeiros de um pomar comercial do Grupo Solo no

- município de Linhares, ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., Caxambu, 1995. **Resumos**. Lavras: SEB, 1995. p.713.
- MARTINS, J. C. Aspectos biológicos de *Anastrepha fraterculus* (Wied. 1830) em dieta artificial sob diferentes condições ambientais. Piracicaba, 1986, 76p. Dissertação (M.S.) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo.
- MATIOLI, J. C.; ROSSI, M. M.; BUENO, V. H. P. Susceptibilidade de cultivares de pêssêgo às moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na região de Caldas-MG: Observações preliminares. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 17, p. 75-85, 1988. (Suplemento).
- McDONALD, P. T. Larger egg clutches following host deprivation in colonized *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 79, p. 392-394, 1986.
- McDONALD, R. E., GREANY, P. D., SHAW, P. E.; SCHROEDER, W. J. Enhancement of grapefruit resistance to the Caribbean fruit fly. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE, 4., Sand Key, 1994. **Resumos**. Sand Key: 1994. p. IX - 5.
- MESSINA, F. J.; JONES, V. P. Relationship between fruit phenology and infestation by the apple maggot (Diptera: Tephritidae) in Utah. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 3, p. 456-460, 1992.

- MONDIN, V.P. **Frutas de clima temperado, situação da safra 1996/97 e previsão da safra 97/98.** Florianópolis: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA S.A. 1997. 18p.
- MORGANTE, J. S. **Moscas-das-frutas (Tephritidae):** características biológicas, detecção e controle. Brasília: FAO, 1991. n.2, 19 p.
- NAKAGAWA, S.; PROKOPY, R. J.; WONG, T. T. Y.; ZIEGLER, J. R.; MITCHELL, S. M.; URAGO, T.; HARRIS, E. J. Visual orientation of *Ceratitis capitata* flies to fruit models. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 24, p. 193-198, 1978.
- NEILSON, W. T. A. Developmental and mortality of the apple maggot, *Rhagoletis pomonella*, in crab apples. **Canadian Entomologist**, v. 58, p. 542-543, 1967.
- NEILSON, W. T. A. Rearing larvae of the apple maggot on an artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v. 62, p. 1028-1031, 1969.
- NORA, I.; REIS FILHO, W. Preferência para oviposição da moscas-das-frutas *Anastrepha* spp (Wied., 1830) em frutos de diferentes cultivares de macieira. In: EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **II Curso da macieira.** Caçador, 1984, p.75.
- NORA, I.; HICKEL, E. R. Controle integrado de mosca-das-frutas; manual do produtor. Florianópolis: EPAGRI, 1997. 21p. (Boletim Didático, 15).

- NORRBOM, A.L.; KIM, K.C. **A list of the reported host plants of the species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae)**. Washington: USDA/APHIS (81-52), 1988, p. 114.
- ORLANDO, A.; SAMPAIO, A. S. Moscas-das-frutas. Notas sobre o reconhecimento e combate. **O Biológico**, v. 39, n. 6, p. 143-150, 1973.
- ORTH, A.; RIBEIRO, L. G.; REIS FILHO, W. Manejo de pragas. In: EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual da cultura da macieira**. Florianópolis, 1986. p. 341-379.
- ORTIZ, V. H. **El genero *Anastrepha* Schiner en Mexico (Diptera: Tephritidae): taxonomia, distribucion y sus plantas huespedes**. Mexico: Instituto de Ecología, 1992. 162p.
- ORTU, S. Preliminary observations about the temporary resistance of fruits of some species of citrus fruit to the attacks of *Ceratitis capitata* Wied. Reported to the IOBC meeting on fruit fly biology and control held in Sassari, Italy. 1978.
- ORTU, S. Preliminary observations about the temporary resistance of fruits of some species of citrus fruit to the attacks of *Ceratitis capitata* Wied. **Bulletin SROP**, v. 2, p. 148-149, 1979.
- PRATES, H. S. Moscas-das-frutas nos pomares cítricos. **Citrus**, v. 1, n. 4, p. 19-22, 1978.
- PREE, D. J. Resistance to development of larvae of the apple maggot in crab apples. **Journal of Economic Entomology**, v. 70, p. 611-614, 1977.

- PROKOPY, R. J. Epideitic pheromones influencing spacing patterns of phytophagous insects. In: NORDLUND, D. A. R.; JONES, W. L.; (Ed.). **Semiochemicals** (their role in pest control). New York: John Wiley, 1981.
- PROKOPY, R. J.; HSU, C. L.; VARGAS, R. I. Effect of source and condition of animal excrement on attractiveness to adults of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Environmental Entomology**, v. 22, p. 453-458, 1993.
- PROKOPY, R. J.; MALAVASI, A.; MORGANTE, J. S. Oviposition deterring pheromone in *Anastrepha fraterculus* flies. **Journal of Chemical Ecology**, v. 8, p. 763-771, 1982.
- PROKOPY, R. J.; OWENS, E. D. Visual detection of plants by herbivorous insects. **Annals Review of Entomology**, v. 28, p. 337-364, 1983.
- PROKOPY, R. J.; ROITEBERG, B. D. Foraging behaviour of true fruit flies. **Annals Scientist**, v. 72, p. 41-49, 1984.
- PUZZI, D.; ORLANDO, A. Estudos sobre a ecologia das "moscas-das-frutas" no Estado de São Paulo, visando o controle racional da praga. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 32, n. 1, p. 9-22. 1965.
- QUEZADA ALLUÉ, L. A. **La mosca mediterránea**: guía de laboratorio. Laboratorio de Bioquímica del Dessarrolllo, s.d. 72p.
- REISSIG, W. H. Survival of apple maggot larvae, *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae), in picked and unpicked apples. **Canadian Entomologist**, v. 111, p. 181-187. 1979.

- REISSIG, W. H.; BROWN, S. K.; LAMB, R. C.; CUMMINS, J. N. Laboratory and field studies of resistance of crab apple clones to *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae). **Environmental Entomology**, v.19, n.3, p.565-572, 1990.
- RIVNAY, E. The Mediterranean fruit fly in Israel. **Bulletin of Entomological Research**, v. 41, p. 321-341, 1950.
- ROSSETTO, C. J.; RIBEIRO, I. J. A.; GALLO, P. B.; CARVALHO, R. P. L. Pragas da mangueira e seu controle. In: SIMPÓSIO SOBRE MANGICULTURA, 2., Jaboticabal, 1989. **Resumos**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. p.133-148.
- SALLES, L. A. B. Moscas-das-frutas (*Anastrepha* spp): Bioecologia e controle. Pelotas: EMBRAPA-CNPFT, 1984. 20p. (Documentos, 21).
- SALLES, L. A. B.; LEONEL, M.A.H. Influência do hospedeiro no desenvolvimento larval e pupal de *Anastrepha fraerculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, n. 2, p. 373-375, 1996.
- SCHRAM, C. C.; KOVALESKI, A.; CARVALHO, R. P. L. Pragas da ameixa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10., Rio de Janeiro, 1986. **Resumos**. Rio de Janeiro: SEB. 1986. p.369.
- SEO, S.T.; FARIAS, G.J.R; HARRIS, E.J. Oriental fruit fly: ripening of the fruit and its effect on index of infestation of hawaiian papayas. **Journal of Economic Entomology**, v. 75, p.173-178, 1982.
- SEO, S. T.; TANG, C. S.; SANIDAD, S.; TAKENAKA, T. H. Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae): variation of index of infestation with benzyl

isothiocyanate concentration and color of maturing papaya. **Journal of Economic Entomology**, v. 76, p. 535-538, 1983.

SETOGUCHI, A. K. Resistência varietal da manga aos danos de mosca-das-frutas, *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) (Diptera: Tephritidae). Jaboticabal, 1991. 51p. (Graduação).

SHAW, P.E. Essential oils. In: NAGY, S.; SHAW, P. E.; VELDHUIS, M. K. (Ed.). **Citros: science and technology**. Westport: Avi. Publ., 1977. p. 427-462.

SILVA, J. G. Biologia e comportamento de *Anastrepha grandis* (Macquart, 1846) (Diptera: Tephritidae). São Paulo, 1991. 135 p. Dissertação (M.S.) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

SKINNER, S.W. Clutch size as an optimal foraging problem for insects. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 17, p. 231-238, 1985.

SMITH, D. C. Feeding, mating and oviposition by *Rhagoletis pomonella* flies in nature. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 77, p. 702-704, 1984.

SMOCK, R. M.; NEUBERT, A. M. **Apples and apples products**. New York: Interscience, 1950, 320p. (Economic Crops, 2).

SOUZA, H. M. L.; CYTRYNOWICZ, M.; MORGANTE, J. S.; PAVAN, O. H. O. Occurrence of *Anastrepha fraterculus* (Wied.), *Ceratitidis capitata* (Diptera, Tephritidae) and *Silba* spp. (Diptera, Lonchaeidae) eggs in oviposition bores on three host fruits. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 27, p. 191-195, 1983.

SPITLER, G. H.; ARMSTRONG, J. W.; COUEY, H. M. Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) host status of commercial lemon. **Journal of Economic Entomology**, v. 77, n. 6, p. 1441-1444, 1984.

STYER, S. C.; GREANY, P. D. Increased susceptibility of laboratory-reared vs. wild Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa* (Loew) (Diptera: Tephritidae), larvae to toxic citrus allelochemicals. **Environmental Entomology**, v. 12, p. 1606-1608, 1983.

SUGAYAMA, R. L.; BRANCO, E.S.; MALAVASI, A.; KOVALESKI, A.; NORA, I. Oviposition behavior of *Anastrepha fraterculus* in apple and diel pattern of activities in an apple orchard in Brazil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 83, p. 239-245, 1997.

SUGAYAMA, R. L.; KOVALESKI, A.; BRANCO, E.S.; MALAVASI, A. Status of 'Golden Delicious' apples as *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) hosts in Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 20., Firenze, 1996. **Proceedings**. Firenze: 1996. p 17-61.

SUGAYAMA, R. L.; MALAVASI, A. Development of *Ceratitidis capitata* immature stages in four fruit species. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE, 4., Sand Key, 1994. **Resumos**. Sand Key: 1994. p.1-7.

SUGAYAMA, R. L.; MALAVASI, A.; NORA, I.; BRANCO, E.S. Role of fruit size on oviposition preference of *Anastrepha fraterculus* on apple. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE, 4., Sand Key, 1994. **Resumos**. Sand Key: 1994. p.X-10.

SUGAYAMA, R.L. Comportamento, demografia e ciclo de vida de *Anastrepha fraterculus* Wied. (Diptera : Tephritidae) associada a três cultivares de maçã no Sul do Brasil. São Paulo, 1995. 97p. Dissertação (M.S.), Instituto de Biociências - Universidade de São Paulo.

SUPLICY, N.; SAMPAIO, A. S.; MYAZAKI, I.; BITRAN, E. A.; OLIVEIRA, D. A.; VEIGA, A. A. Estudo de fatores determinantes do grau de suscetibilidade ao parasitismo por "moscas-das-frutas" *Anastrepha* spp. em cinco variedades de goiaba. **O Biológico**, v. 50, n. 8, p. 169-176, 1984.

SZENTESI, A.; GREANY, P. D.; CHAMBERS, D. L. Oviposition behavior of laboratory-reared and wild Caribbean fruit flies (*Anastrepha suspensa*; Diptera: Tephritidae): I. Selected chemical influences. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 26, p. 227-238, 1979.

VALIO, I. F. M. Fisiologia vegetal 2. In: FERRI, M. G. et al. **Frutificação**. São Paulo: E.P.U., 1986, v. 2, p. 313-401: Fisiologia vegetal 2.

WILLIAMS, E. B.; JANICK, J. ; EMERSON, F. H.; DAYTON, D. F.; MOWRY, J. B.; HOUGH, L. F.; BAILEY, C. 'Priscilla', a fall red apple with resistance to apple scab. **Fruit Varieties Journal**, v. 26, n. 2, p.34 - 35, 1972.

WILLIAMS, E. B.; JANICK, J. ; EMERSON, F. H.; DAYTON, D. F.; MOWRY, J. B.; HOUGH, L. F.; BAILEY, C. Co-op 14 - 18: seven scab-resistant apple selection release for advance testing. Cooperative Agricultural Experiment Stations. West Lafayette: Purdue University, 1975. 5p. (**Station Bulletin, 69**).

ZUCCHI, R.A. Taxonomia das espécies brasileiras de *Anastrepha* Schiner, 1868 do complexo *fraterculus* (Diptera, Tephritidae). Piracicaba, 1977. 63p. Dissertação (M.S.), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.

ZUCCHI, R.A. Taxonomia das espécies brasileiras de *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera, Tephritidae) assinaladas no Brasil. Piracicaba, 1978. 105p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.

ZUCCHI, R.A. Moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) no Brasil (taxonomia, distribuição geográfica e hospedeiros. In: SOUZA, H. M. L. **Moscas-das-frutas no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 114p. 1988.